

FUNDAMENTOS PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, COM ÊNFASE NA CULTURA DO FEIJOEIRO



Embrapa





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro

João Kluthcouski
Luís Fernando Stone
Homero Aidar
Editores Técnicos

*Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás, GO
2009*

Exemplares desta publicação devem ser solicitados à:

Embrapa Arroz e Feijão
Rod. GO 462, Km 12
Caixa Postal 179
Fone: (062) 3533 2123
Fax: (062) 3533 2100
sac@cnpaf.embrapa.br
www.cnpaf.embrapa.br
Santo Antônio de Goiás, GO
CEP 75375-000

Comitê de Publicações:

Supervisor Editorial: *Camilla Souza de Oliveira*

Revisor de Texto: *Camilla Souza de Oliveira*

Normalização Bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*

Tratamento das Ilustrações: *Sebastião José de Araújo e Fabiano Severino*

Capa: *Fábio Nolêto*

Editoração Eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

1ª impressão 2009: 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão.

Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na
cultura do feijoeiro / editores técnicos, João Kluthcouski, Luís
Fernando Stone, Homero Aidar. - Santo Antônio de Goiás :
Embrapa Arroz e Feijão, 2009.
452 p. : il. color. ; 23 cm.

ISBN 978-85-7437-033-0

1. Feijão - Sistema de produção. 2. Feijão - Prática cultural. 3.
Feijão - Agricultura sustentável. 4. Feijão - Impacto ambiental.
I. Kluthcouski, João, II. Stone, Luís Fernando, III. Homero Aidar.
IV. Embrapa Arroz e Feijão.

CDD 635.652 (21. ed.)

© Embrapa 2009

Adriano Stephan Nascente

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitotecnia, Pesquisador
Embrapa Arroz e Feijão, adriano@cnpaf.embrapa.br

Alcido Elenor Wander

Engenheiro Agrônomo, PhD em Socioeconomia, Pesquisador
Embrapa Arroz e Feijão, awander@cnpaf.embrapa.br

Augusto França Gontijo Neto

Estudante de Administração do Agronegócio, Estagiário
Embrapa Arroz e Feijão, augustogontijoneto@gmail.com

Carlos Agustin Rava Seijas (in memorian)

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, Pesquisador
Embrapa Arroz e Feijão

Corival Cândido da Silva

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Pesquisador
Embrapa Arroz e Feijão, corival@cnpaf.embrapa.br

Dino Magalhães Soares

Geógrafo, Mestre em Extensão Rural, Analista
Embrapa Arroz e Feijão, dino@cnpaf.embrapa.br

Eliane Dias Quintela

Engenheira Agrônoma, PhD em Entomologia, Pesquisadora
Embrapa Arroz e Feijão, quintela@cnpaf.embrapa.br

Flávio Jesus Wruck

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitotecnia, Pesquisador
Embrapa Arroz e Feijão, fjwruck@cnpaf.embrapa.br

Helton Santos Pereira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de
Plantas, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão,
helton@cnpaf.embrapa.br

Homero Aidar

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Pesquisador
Embrapa Arroz e Feijão, homero@cnpaf.embrapa.br

Janainna Rodrigues Ribeiro

Graduanda em Sensoriamento Remoto do CEFET-GO, Estagiária
Embrapa Arroz e Feijão, janainna@cnpaf.embrapa.br

João Kluthcouski

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas,
Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, joaok@cnpaf.embrapa.br

Joaquim Geraldo Cáprio da Costa

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento,
Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, caprio@cnpaf.embrapa.br

José Aloísio Alves Moreira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, Pesquisador
Embrapa Arroz e Feijão, jaloisio@cnpaf.embrapa.br

José Geraldo da Silva

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Mecanização Agrícola,
Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, jgeraldo@cnpaf.embrapa.br

José Geraldo Di Stefano

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Desenvolvimento Sustentável,
Analista, Embrapa Arroz e Feijão, dstefano@cnpaf.embrapa.br

José Luiz Cabrera Diaz

Engenheiro Agrônomo, Especialista em Produção e Tecnologia de
Sementes, Analista, Embrapa Arroz e Feijão, cabrera@cnpaf.embrapa.br

Leonardo Cunha Melo

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas,
Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, leonardo@cnpaf.embrapa.br

Luís Cláudio de Faria

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Genética e Melhoramento,
Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, lcfaria@cnpaf.embrapa.br

Luís Fernando Stone

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas,
Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, stone@cnpaf.embrapa.br

Luiz Antônio Vizeu

Engenheiro Agrônomo, Assessor Técnico
Indústrias reunidas MIAC – Colombo, lav@industriascalombo.com.br

Maria José Del Peloso

Engenheira Agrônoma, Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora, Embrapa Arroz e Feijão, mjpeloso@cnpaf.embrapa.br

Michael Thung

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia Tropical, Pesquisador Consultor Privado, thung@cnpaf.embrapa.br

Murillo Lobo Junior

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão, murillo@cnpaf.embrapa.br

Priscila de Oliveira

Engenheira Agrônoma, Mestre em Agronomia, cursando Doutorado em Fitotecnia na Esalq/USP, Estagiária, Embrapa Arroz e Feijão, poliveira2007@yahoo.com.br

Priscila Zaczuk Bassinello

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência dos Alimentos, Pesquisadora, Embrapa Arroz e Feijão, pzbassin@cnpaf.embrapa.br

Rodrigo da Silva Souza

Graduando em Ciências Econômicas da UFG, Bolsista PIBIC/CNPq Embrapa Arroz e Feijão, rodrigossilva@cnpaf.embrapa.br

Silvando Carlos da Silva

Engenheiro Agrícola, Mestre em Agrometeorologia, Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão, silvando@cnpaf.embrapa.br

Tarcísio Cobucci

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão, cobucci@cnpaf.embrapa.br

Tiago Ribeiro Ricardo

Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás, tiagrorr@yahoo.com.br

Tomás de Aquino Portes

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Biologia Vegetal, Professor Universidade Federal de Goiás, portes@icb.ufg.br

Trabalho em equipe rende muito mais. Por isso, somos sinceramente gratos a todos os colegas de trabalho que, direta ou indiretamente, contribuíram para a geração de conhecimentos descritos neste livro tanto quanto na sua elaboração. Agradecimentos especiais são dedicados à bibliotecária Sra. Ana Lúcia Delalibera de Faria, pela revisão bibliográfica, e à Srta. Camilla Souza de Oliveira, pela revisão ortográfica.

A ciência é complexa e, às vezes, leva anos para a descoberta de um simples processo. Por isso, a maioria dos pesquisadores são pacientes, determinados e não medem esforços para atingirem seus objetivos, mesmo trabalhando com poucos recursos financeiros, humanos e de infraestrutura. De fato, ser pesquisador, quase sempre, é abnegar-se de bens materiais, de muitos momentos de lazer e do pleno convívio com a família. Ser pesquisador também é refletir diuturnamente em seus projetos de pesquisa. Além disso, ser pesquisador requer, também, um contínuo estabelecimento de boas relações com seus colegas de trabalho, para somar forças em prol do desenvolvimento da humanidade.

Obedecendo a lei da vida, muitos colegas nos deixaram em relação ao convívio físico mas, com certeza, permanecem para sempre em nossas lembranças. Nós, da Embrapa Arroz e Feijão, dedicamos este livro às memórias dos pesquisadores José Francisco Valente Moraes, Lídia Pacheco Yokoyama, Eliton Tavares de Oliveira, Evane Ferreira, Carlos Agustín Rava e demais servidores de apoio. Ficaram muitas saudades!

Editores e Autores

FUNDAMENTOS PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, COM ÊNFASE NA CULTURA DO FEIJOEIRO

Até o final da década de 1960, poucos brasileiros acreditavam que a imensa área ocupada pelos Cerrados pudesse um dia produzir grãos e fibras. A partir da criação da Embrapa, em 1972, no entanto, programas de pesquisa agropecuária e treinamento voltados para essa mesma área começaram a ser edificadas. Em poucos anos, a soja, antes de clima temperado, começou a se tornar realidade, sendo hoje cultivada em toda a região tropical brasileira. Da mesma forma, inúmeras outras espécies graníferas, produtoras de fibras, de energia, de fruteiras, entre outras, passaram a ocupar espaço em parte significativa do bioma Cerrados.

Com a cultura do feijoeiro comum não foi diferente. A partir da década de 1980, com a criação de vários programas de incentivo à irrigação como PROFIR (Programa de Financiamento para Aquisição de Equipamentos de Irrigação), PROINE (Programa de Irrigação no Nordeste) e PRONI (Programa Nacional de Irrigação), iniciou-se a expansão do uso da irrigação nessa cultura, que passou a ser cultivada em todas as regiões que não apresentem limitação de altas temperaturas médias durante o período de cultivo.

Todas essas conquistas são expressivas e mundialmente elogiadas, porém, acima de tudo isso, em qualquer atividade agrícola o que vale são a competitividade e a sustentabilidade, inclusive ambiental.

Sabe-se, contudo, que tais conquistas foram baseadas principalmente em insumos de alto custo energético, tais como os fertilizantes minerais, defensivos agrícolas e combustíveis fósseis, ocasionando grandes impactos ao ambiente.

Isto ocorreu porque, na prática, é muito mais fácil difundir insumos, e os atores dessa difusão, na maioria dos casos, são técnicos ligados a grandes produtoras desses insumos, que ocuparam espaço em todas as regiões brasileiras.

Assim, práticas de manejo, principalmente conservacionistas, e novos sistemas agrícolas não foram considerados na intensidade que deveriam.

A Embrapa detém o maior acervo tecnológico para regiões tropicais em todo o planeta. E, neste acervo, são incluídas inúmeras

técnicas capazes de reduzir os custos e, em muitos casos, melhorar o rendimento das culturas. É preciso, no entanto, que responsáveis técnicos e produtores passem a adotá-las com o devido critério.

Neste livro são descritas algumas destas práticas de manejo que, sem dúvida, induzirão a uma redução dos custos de produção do feijoeiro, melhorarão a produtividade, agregarão valores e protegerão mais eficientemente o ambiente.

importante observar que a maioria dessas preocupações não refletem no aumento do custo da produção da lavoura, trata-se apenas de adequar a tecnologia capricho.

Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado
Chefe-Geral da Embrapa Arroz e Feijão

Fala-se muito em agricultura de precisão, em que são utilizados equipamentos caros, orientados por satélite. Na realidade, o produtor brasileiro está necessitando mais é de precisão na agricultura. Antes de corrigir/homogeneizar a fertilidade do solo em poucos metros quadrados de uma gleba ou optar pelo uso de espécies modificadas transgênicamente, é necessário: corrigir a acidez do perfil do solo, com quantidade e qualidade dos corretivos e, ainda, com a colocação correta; descompactar o solo com equipamento adequado e na profundidade correta; utilizar semente sadia da cultivar mais adaptada e produtiva; utilizar arranjos espaciais das plantas corretos; utilizar população ideal das plantas; semear as diferentes espécies vegetais na época mais adequada; adubar equilibradamente; posicionar o adubo corretamente em relação às sementes e à superfície do solo; irrigar corretamente; utilizar manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas (MIP); evitar perdas na colheita; utilizar sistemas agrícolas que respeitem o produtor e o ambiente, tais como o Sistema Plantio Direto (SPD) e a Integração Lavoura-Pecuária (ILP); dentre muitos outros.

A cultura do feijão no Brasil tem passado por profundas transformações nos últimos anos. Até há bem pouco tempo, essa lavoura era caracterizada por cultivos de áreas pequenas, com pouca utilização de tecnologia, voltada, principalmente, para a subsistência.

O baixo uso de tecnologia nos cultivos sob regime de chuvas e a fragilidade agrônômica da lavoura, que não resiste bem à seca, ao excesso de chuvas e, ainda, a ocorrência de insetos-pragas e doenças, provocavam frustrações freqüentes de safra, que resultavam em significativas oscilações de preços pagos aos produtores. Todavia, o comportamento ciclotímico da produção e a possibilidade de produção de feijão em todos os estados, em várias épocas do ano, despertaram o interesse de um outro perfil de produtores que entraram na atividade com um sistema produtivo mais tecnificado, incentivados, principalmente, pelo advento da irrigação por aspersão.

A tendência verificada no mercado, à medida que a safra da “seca” e, principalmente, a de “inverno” forem ganhando espaço, é de menores intervalos de entressafra e conseqüente estabilidade de preços ao longo do ano. Isso é um indicativo, também, que poderá haver menores variações de preços pagos aos produtores, exceto quando houver frustração de safra. Esse fato tem motivado a profissionalização da produção de feijão, com aumento da produtividade, pois apenas esse

item pode garantir a rentabilidade num mercado altamente pulverizado e estável.

Por outro lado, a recente globalização da economia, aliada à restrição de subsídio de crédito agrícola no país, tem conduzido à estabilização dos preços pagos aos produtores ou mesmo à redução desses, eliminando ainda os períodos de melhor preço devido à sazonalidade da produção. Além da produtividade, os produtores têm que agregar a qualidade da produção, duas premissas básicas da competitividade. Graças à abundância de radiação solar e à pouca variação de temperatura durante as estações do ano nas regiões tropicais, a cada dia novos recordes de produtividade são alcançados, desde que o solo esteja adequadamente corrigido e práticas adequadas de manejo sejam aplicadas. Hoje já há registros de rendimentos de feijão superiores a 4 t ha^{-1} . Essa evolução, no entanto, é devida à utilização de um acervo tecnológico altamente dependente de energia - fertilizantes minerais e defensivos agrícolas -, monoculturas e manejo inadequado do solo ou da sua cobertura morta no Sistema Plantio Direto (SPD), os quais, além de dispendiosos, desequilibram a biologia do meio produtivo, tornando o sistema cada vez mais dependente de insumos minerais/químicos, produtos notadamente importados.

Apesar dessa evolução, a estratégia de exploração agropecuária adotada poderá ter sua sustentabilidade comprometida à medida que os países com agropecuária evoluída melhorarem seus rendimentos ou acrescentarem ainda mais subsídios ao setor. Por isso, a sustentabilidade do setor agropecuário brasileiro deverá estar diretamente relacionada com a evolução do sistema de produção, tal qual o SPD e a Integração Lavoura-Pecuária (ILP). O SPD promove benefícios quanto à proteção do solo, obrigatoriedade de rotação de culturas, economia em máquinas, equipamentos e mão-de-obra. Na ILP, apesar de haver relativa exaustão de nutrientes residuais deixados pelas lavouras na superfície do solo, as forrageiras tropicais reciclam os nutrientes do subsolo, repõem a matéria orgânica e promovem a aração biológica do solo graças à abundância e agressividade de seus sistemas radiculares e da atividade biológica decorrente. Além disso, as gramíneas forrageiras, especialmente as braquiárias, são altamente resistentes à maior parte das pragas e doenças e, por isso, podem quebrar os ciclos dos agentes bióticos nocivos às plantas cultivadas. A sustentabilidade plena da agropecuária nos trópicos, contudo, deverá ser atingida mediante a superação de três grandes desafios, como seguem:

- Redução nos custos de produção, com base na rotação de culturas, manejo adequado do solo, manejo integrado dos agentes bióticos nocivos, introdução de pastagens tropicais nas áreas de lavoura visando quebrar o ciclo dos agentes bióticos e aumento da matéria orgânica no solo, intensificação no uso do SPD, entre outros.
- Uso intensivo da área durante o ano todo. A intensificação no uso da safrinha e a ILP, objetivando a produção forrageira para a entressafra, são as principais alternativas.
- Agregação de valores. É possível agregar valor a produtos de consumo interno, como o feijão, inserindo-os também no mercado internacional, tornando-os *commodities*. Simultaneamente, é preciso reduzir a distância entre a porteira da fazenda e o consumidor.

O ciclo vegetativo do feijoeiro varia de 75 a 110 dias, dependendo da latitude e altitude, e, nesse período, a planta deve ser abastecida de nutrientes, água e boa sanidade para que a transformação em grãos seja eficiente e atinja rendimentos de até 4 t ha⁻¹ com alto valor nutricional, especialmente em proteína.

A pesquisa tem reconhecido que o feijoeiro comum e os seus sistemas de produção apresentam algumas peculiaridades em relação a muitas outras culturas graníferas anuais. É uma espécie com sistema radicular delicado, com sua maior parte concentrada na camada de até 20 cm de profundidade, o que é agravado quando o mesmo é cultivado em solos pesados, compactados, sujeitos a formar crosta na superfície ou ao encharcamento. Assim, essa leguminosa exige solos friáveis, com boa aeração, de textura areno-argilosa, relativamente profundos e ricos em matéria orgânica e elementos nutritivos. A cultura requer, portanto, manejos de solo que resultem em boa macroporosidade e sem limitações químicas no perfil potencialmente explorado pelas raízes.

Outra característica importante no cultivo do feijoeiro é o incipiente uso de sementes de qualidade. Estimava-se na safra 1998/1999 que o uso de sementes não ultrapassava 20% da área cultivada com feijão no Brasil (YOKOYAMA et al., 2001). Hoje, essa cifra pode ser próxima de apenas 10%. Não se sabe, contudo, se essas sementes tratam-se de sementes livres de patógenos. Estima-se também que o uso de sementes sadias pode resultar num aumento de rendimento de grãos de até 45%¹.

¹ Informação obtida de Antônio Lolato, pesquisador do IAPAR, Londrina, PR.

A necessidade de fertilizantes para o feijoeiro é facilmente determinada com base na análise de solo e tabelas oficiais de recomendação disponibilizadas pela pesquisa. No tocante à nutrição mineral do feijoeiro, entretanto, ainda são necessários maiores conhecimentos sobre o equilíbrio entre os nutrientes para obtenção de altas produtividades, bem como sobre a interação destes com o incremento da matéria orgânica, resultante do SPD.

No que se refere ao nitrogênio, a fixação biológica pela espécie ainda é ineficiente, cujo principal limitante parece ser a própria planta, já que o fluxo de assimilados para a raiz, a partir do início da floração, é incipiente ou nulo.

Quanto à temperatura, o feijoeiro é uma espécie que, como muitas outras, perde rendimento sob temperaturas muito altas ou baixas. Em relação ao fotoperíodo, a espécie é considerada fotoneutra.

Uma das características mais marcantes do feijoeiro comum é a de ser hospedeiro de centenas de doenças de origem fúngica, bacteriana e virótica, sendo cerca de 23 as economicamente importantes para a cultura. Muitas dessas doenças são transmitidas pelas sementes. Entretanto, cerca de 23 fungicidas são oficialmente recomendados para a cultura, os quais controlam a maioria dessas enfermidades. Igualmente, essa espécie pode estar associada a uma série de pragas - artrópodes e moluscos -, totalizando cerca de 28 as mais importantes, o que também não é preocupante, já que existem cerca de 40 produtos, entre inseticidas e acaricidas, registrados para a cultura.

No que tange às plantas daninhas, a situação não é diferente. Dentre as cerca de 1.200 espécies que ocorrem no Brasil, pelo menos 32 são importantes para o feijoeiro. Contudo, considerando que existem no mercado pelo menos 11 herbicidas registrados para a cultura, é possível evitar qualquer tipo de interferência destas com o feijoeiro.

Na prática, de fato, os agroquímicos têm sido amplamente adotados pelos produtores de feijão. Com isso, dependendo da região, em alguns casos, são feitas até mais de dez pulverizações durante o ciclo da cultura, incluindo herbicidas, inseticidas, acaricidas e fungicidas, sem contar o tratamento de sementes, o qual, via de regra, é feito com mescla de inseticida e fungicida e, em alguns casos, com hormônios.

A mecanização da cultura, independente do sistema de cultivo empregado, não apresenta maiores problemas nas operações agrícolas realizadas desde a semeadura até a colheita, existindo no mercado inúmeros modelos de máquinas e equipamentos para qualquer prática necessária à cultura.

Quanto à alimentação hídrica da planta, nos sistemas irrigados, o controle da água pode ser minuciosamente controlado por vários métodos. Nas explorações dependentes de chuva, a produtividade continuará a ser afetada pelo estresse e excesso de água, podendo, entretanto, ser minimizada com manejos adequados do solo e da planta.

Como não poderia deixar de ser, uma das mais importantes vanguardas tecnológicas para a cultura é o constante lançamento de cultivares. Assim, entre 1981 e 1997, as Comissões Técnicas de Feijão lançaram 34 cultivares e, após a aprovação da Lei de Proteção de Cultivares, em 1997, foram lançadas mais 11. A quase totalidade dessas cultivares possuem tipo de grãos consumido exclusivamente no Brasil, sem possibilidade de exportar possíveis excedentes.

Com esses comentários, é possível inferir que a cultura do feijoeiro, apesar de sua sensibilidade a vários efeitos abióticos e bióticos nocivos, tem sido privilegiada com uma série de tecnologias e insumos. Contudo, cabe ressaltar que, mesmo com o uso desse acervo tecnológico, o custo de produção do feijão em algumas regiões supera R\$ 3 mil por hectare (Tabela 1), o que torna a sua exploração insustentável. Doravante, para reabilitar essa sustentabilidade, alguns paradigmas devem ser desmistificados, carecendo aí o emprego de tecnologias não convencionais, as quais podem ser chamadas de “tecnologia capricho”.

Tabela 1. Custo de produção do feijão irrigado em algumas regiões dos Cerrados.

Item	Soares et al. (2005) Unaí, MG	Wander e Abreu (2005) Goiânia, GO	Wander e Silva (2005) Noroeste de MG
Total	3.325,84 (100)	2.023,10 (100)	2.576,20 (100)
Proteção ¹	1.106,88 (33,3)	669,90 (33,2)	1.125,70 (43,7)

¹ Refere-se a inseticidas, fungicidas e acaricidas.

Em geral, sistemas de produção agrícola sustentáveis baseiam-se em rotações de culturas, resíduos de lavouras, esterco animal, adubação verde e métodos de cultivo que maximizam a atividade biológica e mantêm a fertilidade e a produtividade do solo. Sistemas de produção altamente dependentes de energia e que provocam desequilíbrios ao ambiente são insustentáveis. Não obstante a esta colocação, o que se considera avanço tecnológico para o cultivo adequado do feijoeiro no Brasil, trata-se, na realidade, de uma constante evolução no uso de fertilizantes minerais, corretivos de acidez do solo, fitohormônios e defensivos agrícolas. Com a insustentabilidade da produção de feijão em muitas regiões brasileiras, o caminho a percorrer doravante deve ser no sentido de baixar custo e aumentar a eficiência dos cultivos, fazendo uso, principalmente, da “tecnologia capricho”.

Por “tecnologia capricho” entende-se a realização do manejo correto, no tempo certo, com o produto e equipamento adequados e na dose exata.

Referências

SOARES, D. M.; THUNG, M.; AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Estimativa de custo de produção de feijão: coeficientes técnicos, custos, rendimentos e rentabilidade In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. v. 2, p. 881-883. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 182).

WANDER, A. E.; ABREU, Â. de F. B. Coeficientes técnicos, custo de produção, rendimento e rentabilidade. In: ABREU, Â. de F. B.; BIAVA, M. (Ed.). **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na Região Sul de Minas Gerais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2005. (Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de produção, 6). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/coeficientes.htm>>.

WANDER, A. E.; SILVA, O. F. da. Coeficientes técnicos, custos, rendimentos e rentabilidade. In: COBUCCI, T.; BIAVA, M. (Ed.). **Cultivo do feijão irrigado na Região Noroeste de Minas Gerais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2005. (Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de produção, 5). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteMG/coeficientes.htm#rend>>.

YOKOYAMA, L. P.; CARNEIRO, G. E. de S.; MENDEZ DEL VILLAR, P. **Aspectos conjunturais, produção e uso de sementes das cultivares de feijão recomendadas pela Embrapa no Estado do Paraná**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 48 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 124).

- 1** Realidade versus Sustentabilidade na Produção do Feijoeiro Comum, **21**
- 2** Conhecendo a Planta do Feijoeiro Comum, **35**
- 3** Aspectos Fenológicos do Feijoeiro Comum como Ferramenta para Tomada de Decisões Fitotécnicas, **45**
- 4** Novas Opções de Cultivares de Feijoeiro Comum Desenvolvidas pela Embrapa, **65**
- 5** Agregação de Valores com Feijões Especiais, **81**
- 6** Zoneamento Agroclimático para o Feijão (2ª Safra) nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia, **97**
- 7** Benefícios Essenciais e Exclusivos Gerados ao Solo pela Matéria Orgânica, **107**
- 8** Palhada de Cobertura do Solo no Sistema Plantio Direto, **117**
- 9** Manejo Adequado do Solo, **149**
- 10** Manejo da Calagem e da Adubação de Fundação, **173**
- 11** Práticas Indutoras do Crescimento Radicular das Principais Culturas Anuais, com Ênfase na Cultura do Feijoeiro, **185**
- 12** Qualidade na Implantação da Lavoura, **225**
- 13** Produção de Semente Sadia, **237**
- 14** Manejo das Plantas Daninhas, **249**
- 15** Manejo da Adubação Nitrogenada, **269**
- 16** Manejo da Irrigação, **279**
- 17** Manejo Integrado de Pragas do Feijoeiro, **289**

- 18** Manejo Integrado de Doenças do Feijoeiro Comum, **309**
- 19** Colheita "Com Qualidade" do Feijoeiro, **329**
- 20** Estudos de Casos com Vista à Redução do Custo de Produção do Feijoeiro, **347**
- 21** Importância dos Pólos de Validação, Transferência e Pesquisa e os Principais Resultados Obtidos, **365**
- 22** Qualidade Nutricional, Funcional e Tecnológica do Feijão , **383**
- 23** Evolução Histórica do Consumo de Feijão - Sugestões de Pratos Típicos e Exóticos, **425**

CAPÍTULO 1

Realidade versus Sustentabilidade na Produção do Feijoeiro Comum

Homero Aidar e João Kluthcouski

O conceito de sustentabilidade é formado por princípios que regem a produção e consumo de bens e serviços no presente, de modo a não comprometer as necessidades e escolhas das futuras gerações. Do ponto de vista de produção de alimentos vegetais, sustentabilidade pode ainda ser complementada com "...produzir em condições cada vez mais favoráveis". Na exploração agropecuária sustentada deve-se manter ou melhorar a produção, com **vantagens econômicas** para os agricultores, sem prejuízos ao meio ambiente e em benefício de toda a comunidade.

No tocante à produção de feijoeiro comum, vale destacar algumas peculiaridades. O ciclo vegetativo dessa leguminosa varia de 75 a 110 dias e, no período vegetativo, a planta deve ser abastecida de nutrientes e água e ter boa sanidade para que a transformação em grãos seja eficiente e atinja rendimentos de até 4 t ha⁻¹, com alto valor nutricional, especialmente em proteína.

Devido essa espécie possuir um sistema radicular delicado, com sua maior parte concentrada na camada de até 20 cm de profundidade, a cultura requer manejos de solo que resultem em boa macroporosidade e sem limitações químicas e físicas no perfil potencialmente explorado pelas raízes. Também, o feijoeiro é uma das únicas leguminosas ineficiente na fixação biológica de nitrogênio, muito devido ao frágil sistema radicular, que cessa seu crescimento no final do desenvolvimento vegetativo.

Ademais, além de exigente em temperatura mais amena, essa leguminosa é hospedeira de várias pragas e doenças, limitando, inclusive, a expansão de seu cultivo em determinadas épocas do ano. Assim, tem-se, na prática, o cultivo do feijoeiro sendo considerado de alto risco agrônômico e econômico.

Com a ampliação da área de cultivo da soja, expandindo, também, a abrangência e população da mosca branca, transmissora do vírus do Mosaico Dourado, uma grave doença que ataca o feijoeiro comum, seu cultivo acabou por ser concentrado em áreas e épocas específicas, no período de inverno, sob irrigação por aspersão. Em muitas microrregiões ainda se cultiva o feijoeiro no período das "águas" e na "seca". O cultivo intensivo da leguminosa nestes ambientes, com sementes de má qualidade, acabou por contaminar o solo com vários fungos patogênicos e, ainda, devido ao pouco uso de sementes saudáveis, têm ocorrido muitas doenças da parte aérea, tais como a antracnose, mancha angular, crestamento bacteriano, entre outras. Tudo isso fez com que os atuais sistemas de produção sejam altamente dependentes de agrotóxicos,

os quais na prática não têm sido usados adequadamente, onerando o custo de produção e, possivelmente, contaminando o ambiente e o homem. Na prática, no entanto, produzir a qualquer custo nem sempre é sinônimo de sustentabilidade, pois ainda se verifica grandes flutuações na produção e, principalmente, no preço pago aos produtores, já que a cadeia produtiva do feijoeiro ainda é muito desorganizada.

Problemas e soluções convencionais

Apesar da característica de susceptibilidade a pragas e doenças, que tornam o feijoeiro comum uma espécie semelhante às hortícolas, a ciência agrícola desenvolveu práticas e insumos capazes de fazer com que o rendimento dessa espécie seja tão bom ou até mais alto que a maioria das leguminosas cultivadas economicamente.

No tocante ao manejo de solo, existem as informações técnico-científicas e um número apreciável de equipamentos capazes de tornar o perfil do solo adequado para o bom desenvolvimento da espécie. Mais recentemente, a adaptação da espécie ao Sistema Plantio Direto (SPD) possibilitou, simultaneamente, economicidade e aumento e manutenção de altos rendimentos (NUNES et al., 2006).

No tocante a equipamentos usados na implantação da cultura, também foram criados aqueles que possibilitam arranjos espaciais adequados e o posicionamento desejado dos fertilizantes e das sementes.

Em relação à genética, foram lançadas de 1981 e 1997, pelas Comissões Técnicas de Feijão, 34 novas cultivares e, após a aprovação da Lei de Proteção de Cultivares, em 1997, foram lançadas outras 15, sendo todas estas com dominâncias de grãos preto e carioca. Vale ressaltar que esses novos genótipos, nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), têm mostrado rendimentos até mesmo superiores a 5 t ha^{-1} , com irrigação no período de inverno, até mais de $4,9 \text{ t ha}^{-1}$ no cultivo “das águas” e até cerca de 3 t ha^{-1} no cultivo “da seca”. Apesar do lançamento desses 49 novos genótipos, continuam predominando no mercado as cultivares Pérola e Carioca, para o tipo de grão carioca, e BRS Valente e Uirapuru, para o tipo de grão preto.

No tocante à adubação, foram criadas as ferramentas como análises de solo e foliar, requerimento pela cultura e exportação pelos grãos (OLIVEIRA et al., 1996) e, ainda, o histórico da área. Essas

ferramentas são essenciais e suficientes para se adequar os nutrientes para obtenção de boas colheitas.

No tocante aos efeitos bióticos nocivos, houve um expressivo avanço. As pragas mais importantes somam cerca de 28 espécies, porém, já existem no mercado mais de 40 produtos registrados para o seu controle. Em relação às doenças, contabilizam-se cerca de 23 as mais importantes e o mesmo número de produtos registrados para o seu controle. Ocorre também, com mais frequência, 32 espécies de plantas daninhas, as quais podem ser perfeitamente controladas com cerca de 11 produtos registrados (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2008).

Para o cultivo de inverno, sob irrigação, são perfeitamente conhecidos e difundidos o uso do tensiômetro e do tanque Classe A, os quais permitem determinar quando irrigar. Também foi disseminado o uso de curva de retenção para determinar com precisão o quanto se deve irrigar (SILVEIRA et al., 2001).

Afora isso, foram estudados e estão sendo divulgados estimulantes hormonais, produtos fitotônicos e aplicação foliar de nutrientes para melhor nutrição da planta, cujos resultados divulgados pela pesquisa são promissores (COBUCCI; WRUCK, 2005).

O que acontece, no entanto, é que muito foi feito, difundido e adotado no que diz respeito à práticas e insumos com alto dispêndio energético e, apesar da média nacional, por exemplo, do feijão irrigado no período de inverno estar ao redor de 2 t ha^{-1} , o custo de produção passa a ser o maior inibidor da produção sustentável do feijão em algumas regiões e, em alguns anos, tornando instável a oferta do produto aos consumidores.

Principais fatores que inibem a sustentabilidade do feijoeiro

Os principais limitantes da sustentabilidade no cultivo do feijoeiro começam com o manejo do solo. Até bem pouco tempo, predominavam manejos com implementos inadequados, tais como, grades e arado de disco, os quais, além da formação de camadas compactadas, comprometiam as principais características físicas e hídricas do solo, tais como agregados, capacidade de água disponível e massa específica do solo, entre outros. O SPD, de uma certa forma, surgiu para evitar que esses problemas ocorram e se pronunciem negativamente no comportamento do feijoeiro. Contudo, alguns impedimentos graves, em termos físicos, químicos e biológicos do solo, aparecem hoje como limitantes, a saber: físicos, principalmente no que diz respeito à

compactação/adensamento da superfície ou de camadas mais profundas do perfil, mais comumente explorados pelas raízes do feijoeiro; químicos, principalmente relacionados à má distribuição dos nutrientes no perfil do solo, bem como o desequilíbrio entre os mesmos; e biológicos, porque pode ocorrer favorecimento ao desenvolvimento de fungos patogênicos com origem no solo. A maioria desses problemas ocorre principalmente por três razões: cobertura inadequada do solo, ausência de níveis adequados de matéria orgânica e contaminação de novas áreas com patógenos oriundos de sementes contaminadas ou trazidos pelos implementos agrícolas.

A matéria orgânica é o principal e exclusivo insumo capaz de minorar toda essa gama de limitações. A matéria orgânica provoca mudanças nas características físicas, químicas e biológicas do solo (REEVES, 1995), aumentando a aeração e a retenção de umidade. Do ponto de vista físico, a matéria orgânica melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes. Quimicamente, a matéria orgânica é uma importante fonte de macro e micronutrientes essenciais às plantas, pois além de atuar indiretamente na disponibilidade dos mesmos, devido à elevação do pH, aumenta a capacidade de retenção dos nutrientes, evitando perdas. Biologicamente, a matéria orgânica aumenta a atividade dos micro-organismos do solo, por ser fonte de energia e de nutrientes .

No tocante à disponibilidade hídrica, o solo é considerado o maior reservatório de água que existe e seu armazenamento no solo é regulado pela matéria orgânica. Ademais, na prática, a matéria orgânica reduz o tamanho dos erros involuntariamente praticados pelos produtores, tais como desequilíbrio nutricional ou efeito fitotóxico de alguns agroquímicos no solo.

Infelizmente, é bastante complexo o processo que permite elevação e manutenção da matéria orgânica no solo. Rotações grão-grão ou as principais sucessões anuais em uso no Brasil, por exemplo, não têm modificado o *status* da matéria orgânica no solo, sendo preciso adotar outras espécies na rotação, a exemplo da rotação grão-forrageira (SOUZA et al., 1997).

O uso de sementes de má qualidade, principalmente no aspecto sanitário, talvez seja o maior agravante no cultivo do feijoeiro comum. Estima-se que em apenas 10% da área cultivada com feijão no Brasil utiliza-se sementes, sendo que este montante pode não se tratar de semente sadia. Com tal procedimento, milhares de hectares foram

contaminados e outros milhares estão sendo contaminados a cada safra com doenças como mofo branco, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, antracnose, entre outras. Como resultado, tem-se o uso cada vez mais desacerbado de produtos químicos para os seus controles, a começar pelo tratamento de sementes, contaminando o homem que o utiliza, o ambiente e os consumidores. Vale lembrar ainda, que no tratamento de sementes, por exemplo, alguns produtos utilizados interferem negativamente na fixação biológica de nitrogênio, sendo isso muito comum no cultivo da soja. Em resumo, é difícil acreditar que um insumo básico como a semente tenha chegado a um nível tão baixo de prioridade, quando se deseja produzir sustentavelmente.

No tocante à adubação, os fertilizantes minerais são compostos por sais, os quais podem reduzir a germinação da semente ou prejudicar na emergência das plântulas, reduzindo o potencial produtivo das mesmas por um efeito denominado de salinização. Isso ocorre com mais frequência com os fertilizantes potássicos e nitrogenados, quando dispostos junto ou muito próximo da semente no processo de semeadura.

Em relação às cultivares, tem-se optado pelo cultivo de grãos tipo carioca ou preto, notadamente, de consumo exclusivo da população brasileira. Isso acarreta flutuações drásticas de valores de produção e de preços pagos aos produtores ao longo dos anos, tornando inconsistente a oferta do produto à população a preços compatíveis com a renda do consumidor. Por outro lado, se tivesse havido a preocupação no melhoramento e lançamento de cultivares de feijões especiais tipo exportação, aceitos nos mercados internacionais, principalmente Europa, poder-se-ia reverter esse quadro.

No tocante ao estabelecimento da cultura, nem sempre são utilizados arranjos fitotécnicos que permitam à planta mostrar todo seu potencial produtivo. O produtor prefere, para sua comodidade, estabelecer, por exemplo, espaçamentos entre linhas que atendam variadas espécies para não ter que gastar algumas horas na mudança do equipamento de semeadura. A inadequação do arranjo espacial de plantas pode resultar em queda de rendimento, maior possibilidade de competição por plantas daninhas, maior incidência de doença foliares, entre outros.

A adubação, apesar das ferramentas existentes para o seu equacionamento, via de regra, obedece uma recomendação pré-estabelecida, na qual os fertilizantes minerais são utilizados sem se considerar a análise química do solo e o precedente cultural. Isto ocorre

principalmente com o nitrogênio (N) em solos mais ricos em matéria orgânica, como no caso do SPD. No SPD, ocorre uma grande imobilização de nitrogênio pelos micro-organismos do solo, podendo fazer com que a mineralização do nutriente ocorra numa fase fenológica muito avançada da cultura do feijão, cujo efeito poderá ser apenas no incremento do teor proteico do grão em detrimento da produtividade (KLUTHCOUSKI et al., 2006). Também, tem-se que considerar que em solos mantidos por SPD por mais de cinco anos é possível estimar um alto valor para o crédito de N, resultando numa menor necessidade de N mineral pela cultura. Por outro lado, vale lembrar que o excesso de nitrogênio pode desarranjar a planta fisiologicamente, ou seja, excesso de crescimento vegetativo em detrimento à produtividade.

Os controles de pragas, doenças e plantas daninhas, em muitos casos, também obedecem a calendários pré-estabelecidos, ou seja, antes de implantar a cultura já se prepara uma tabela contendo produtos e época de aplicação. Deve ser considerado que para esses efeitos bióticos ocorrem flutuações importantes, principalmente relacionados ao clima e que, se for considerado o Manejo Integrado de Pragas, pode-se reduzir sensivelmente a necessidade de aplicação de produtos químicos. Já têm sido registradas reduções superiores a 80% daquilo que usualmente é aplicado na cultura para o controle de pragas.

A irrigação, apesar do alto investimento em equipamentos, a exemplo do pivô central, nem sempre é feita utilizando as ferramentas e critérios descritos anteriormente. Assim, em muitos casos, utiliza-se a simples observação do solo para verificar a sua umidade, o que pode resultar em sub ou superaplicação de água.

Por fim, no processo de colheita podem ocorrer dois grandes prejuízos. O primeiro refere-se à qualidade do produto devido à desuniformidade de maturação ou utilização de dessecantes e, o segundo, devido ao equipamento de colheita, que pode resultar em perdas expressivas, de até mais de seis sacas por hectare.

Uma vez colhido, devido à extrema desorganização da cadeia produtiva, cerca de 65% da safra é comercializada através de intermediários, os quais usam e abusam dos produtores, bastando afirmar que entre 40 e 50% do preço pago pelos consumidores é debitado aos intermediários e/ou varejistas, os quais são praticamente isentos de risco no processo produtivo.

Em resumo, toda essa gama de informações mostra que estamos produzindo, em boa parte dos casos, em solo desprotegido,

utilizando sementes contaminadas, em sistemas com baixa reciclagem de nutrientes, resultando assim na obtenção de produtividades irregulares ao longo dos anos.

Com esses relatos não se pretende afirmar que os insumos não continuarão sendo importantes para a obtenção de boas colheitas de feijão, mas sim saber usá-los no momento e de forma correta, como será discutido a seguir.

Soluções de grande relevância, porém pouco perceptíveis

As soluções que fazem a grande diferença no aumento de rendimento, na estabilidade de produção, na redução dos custos e na proteção ambiental são, principalmente, aquelas relacionadas a uma maior dose de capricho no sistema de produção de feijão.

Por tecnologia capricho entende-se principalmente: ambiente supressivo de doenças e plantas daninhas; qualidade das propriedades do solo; quantidade e qualidade da matéria orgânica e da cobertura do solo; qualidade dos insumos; qualidade da semente, culminando principalmente num rápido desenvolvimento inicial das plantas. Algumas das tecnologias capricho são enumeradas como:

- Manejo convencional adequado do solo ou SPD;
- Dose, qualidade do insumo, época de aplicação e método adequados de correção da acidez do solo;
- Formação e manutenção da matéria orgânica do solo e da palhada de cobertura;
- Dessecação adequada das palhadas de cobertura;
- Época ideal de semeadura;
- Rotação adequada de culturas;
- Adequação da fertilização e posicionamento adequado do adubo;
- Semente com qualidade sanitária, vigor e pureza varietal;
- Posicionamento e pressão adequada da semente;
- Adequação no espaçamento e densidade;
- Regulagem adequada dos equipamentos;
- Velocidade adequada de semeadura;
- Manejo integrado de pragas, plantas daninhas e doenças, considerando momento de aplicação, dose e princípio ativo;
- Manejo adequado na aplicação de defensivos agrícolas;

- Momento e método adequados da adubação nitrogenada em cobertura, da aplicação foliar de micronutrientes;
- Momento adequado de colheita; entre outros.

Utilizando a tecnologia capricho podemos resolver eficientemente a maior parte dos problemas descritos anteriormente.

A compactação do solo pode ser resolvida por meios mecânicos, utilizando a escarificação profunda, ou pela rotação grãos-pastagem.

A qualidade da implantação da lavoura depende da adequação na regulação do equipamento e de sua operação na velocidade apropriada.

Sementes saudáveis podem ser disponibilizadas no mercado desde que sejam produzidas com tecnologia correta ou em ambientes propícios, tal qual nas várzeas tropicais. Pesquisas realizadas neste ambiente mostraram que sementes contaminadas com fungos patogênicos, a exemplo da antracnose, cultivadas com subirrigação, transformaram-se em sementes saudáveis (RAVA; COSTA, 2002). É importante considerar que o uso de sementes saudáveis pode aumentar em até 40% a produtividade e reduzir sensivelmente a necessidade de agrotóxicos.

A salinização por fertilizantes pode ser evitada pela regulação na profundidade da adubação, pelo distanciamento lateral do fertilizante em relação à semente ou, ainda, pela inserção de mecanismos na parte posterior do equipamento de semeadura.

Redução de doenças fúngicas do solo, e na infestação de plantas daninhas, aumento de matéria orgânica no solo, melhor enraizamento nas culturas anuais graníferas, melhoramento nas propriedades físicas do solo, potencialização na reciclagem de nutrientes, aumento da eficiência no uso do fósforo e maior rendimento de grãos podem ser obtidos pela rotação grãos e forrageira, a exemplo das braquiárias. De fato, o precedente ou a palhada de braquiária tem sido ímpar nesses aspectos e, principalmente, no aumento da matéria orgânica do solo e na proteção superficial via cobertura morta.

A aplicação antecipada do nitrogênio imediatamente antes da semeadura do feijoeiro, ou imediatamente após a sua emergência, no caso do SPD ou solos ricos em matéria orgânica, tem resultado em maior eficiência desse nutriente, com possibilidade de redução das

quantidades tradicionalmente recomendadas (KLUTHCOUSKI et al., 2006).

A qualidade de aplicação dos defensivos refere-se principalmente à época e mistura de diferentes produtos, podendo auferir efeito sinérgico na produtividade de grãos.

É conveniente salientar também, que no processo de dessecação no SPD, o uso do glifosato no sistema aplique-plante pode ser danoso às culturas comerciais.

Tem sido registrado também que, em sistemas nos quais se utiliza a rotação grãos-forrageira, a eficiência do fósforo aplicado passa a ser dobrada.

Com a cobertura morta de braquiária reduz-se a população e até mesmo o banco de sementes de plantas daninhas no solo, podendo-se com isso reduzir ou eliminar alguns herbicidas convencionais. Mais importante ainda, é considerar que o precedente braquiária somado ao efeito da proteção da superfície do solo como cobertura morta, pode reduzir em até 100% os danos causados pelo mofo branco.

Os feijões especiais já avaliados no ambiente tropical mostram-se bastante produtivos (THUNG et al., 2008), podendo tornar-se realidade se a pesquisa assim o quiser.

Equipamentos de colheita que possibilitam qualidade ao produto, poucos danos mecânicos e reduzida perda já estão largamente disponibilizados no mercado.

Pesquisas futuras

Ao se falar em pesquisas futuras, é extremamente importante mencionar o papel do produtor no melhoramento do sistema de produção. Como exemplo, cita-se a cultivar Carioca, lançada nos anos 70, e que naquela época atingia índices de produtividade em torno de 1 t ha⁻¹. Hoje, já há registros de produtividades superiores a 3 t ha⁻¹ com esse genótipo. Nesse sentido, a maior contribuição para essa mudança, sem dúvida, foi a junção de resultados de pesquisa e a adequação do ambiente produtivo pelo produtor.

É importante lembrar que os problemas com a cultura do feijoeiro tendem a aumentar, e o custo dos insumos tende a subir. Por essas razões, a pesquisa deve priorizar a redução nos custos de produção e, acima de tudo, a agregação de valores ao produto colhido. Além disso,

a fixação biológica de nitrogênio, a redução da necessidade de nitrogênio mineral, a redução no uso de agroquímicos causarão, com certeza, impactos positivos na produção e distribuição de feijão para todas as classes sociais. Para que isso ocorra, é importante internalizar entre os pesquisadores e produtores a necessidade de mudança. Com isso, será possível produzir feijão ou outros alimentos sustentavelmente, principalmente no que diz respeito à economicidade, satisfação do produtor e do consumidor, além de proteger o ambiente.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Sistema de Informações sobre agrotóxicos**. Disponível em:

<http://www4.anvisa.gov.br/AGROSIA/asp/frm_pesquisa_agrotoxico.asp>. Acesso em: 27 out. 2008.

COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. Efeito da aplicação de regulares vegetais na produtividade do feijoeiro. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. (Ed.).

Resultados obtidos na área pólo de feijão no período de 2002 a 2004. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 79-101. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. de A.

Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais.

Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 113, p. 1-24, mar. 2006. Encarte técnico.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. de B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 41, n. 6, p. 943-948, jun. 2006.

OLIVEIRA, I. P. de; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.;

STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 169-221.

RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. da. Produção de semente sadia. In:

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 241-248.

REEVES, D. W. Soil management under no-tillage soil physical aspects. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. p. 121-125.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F.; 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.

SOUSA, D. M. G. de; VILELA, L.; REIN, T. A.; LOBATO, E. Eficiência de adubação fosfatada em dois sistemas de cultivo em um Latossolo de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBSCS, 1997. p. 57-60.

THUNG, M.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; OLIVEIRA, P. de. Efeito do manejo de nitrogênio sobre o rendimento de cultivares de feijão irrigado por aspersão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Resumos...** Campinas: IAC, 2008. 1 CD-ROM. (IAC. Documentos, 85).

CAPÍTULO 2

Conhecendo a Planta do Feijoeiro Comum

Joaquim Geraldo Cáprio da Costa

O melhorista, para o desenvolvimento de novas cultivares, deve ter um conhecimento profundo da planta do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) no que diz respeito a sua morfologia, fisiologia, reação à estresses bióticos e abióticos, controle genético das características que estão sendo melhoradas e, relações planta e condições edafoclimáticas. Também, os consultores técnicos, extensionistas e agricultores devem ter um conhecimento, não tão aprofundado, porém, a nível de permitir com que a planta melhorada tenha condições de expressar o seu máximo de potencial genético, o que terá como resultado boa produtividade.

A produtividade média do feijoeiro comum está bem inferior ao potencial genético das cultivares obtidas pelos programas de melhoramento e recomendadas para cultivo. Vários são os fatores que podem impedir que as cultivares expressem todo o seu potencial de rendimento, como espaçamento e densidade de semeadura. Cada nova cultivar recomendada para cultivo possui as suas características morfológicas, que definem qual o melhor arranjo espacial no qual poderão expressar o seu máximo potencial de produtividade.

Por ocasião do lançamento de uma nova cultivar, são publicados folderes que indicam os melhores espaçamentos entre linhas e número de plantas por metro. Essas informações são originadas de experimentação, na qual são avaliados os melhores espaçamentos e número de plantas por metro para cada cultivar.

As cultivares de feijoeiro comum anteriormente cultivadas tinham um tipo de planta prostrado, com ramos próximos do solo, resultante do tamanho pequeno dos entrenós e do acamamento das plantas, resultante da massa de grãos produzidos. Esse tipo de planta apresenta problemas que resultam na má qualidade do grão. Quando a maturação fisiológica coincidir com a ocorrência de chuvas, o contato com o solo resulta no apodrecimento ou descoloração dos grãos, reduzindo o seu valor comercial. Também, a colheita mecanizada é dificultada e resulta na perda considerável de grãos. A menor aeração entre as plantas promove um ambiente favorável a doenças.

Objetivando minimizar esses problemas e em atendimento à demanda por parte dos agricultores por uma planta mais ereta, com um tipo de planta semelhante ao da soja, o programa de melhoramento genético do feijoeiro comum da Embrapa Arroz e Feijão tem obtido

cultivares mais eretas, com alta inserção das vagens e resistentes ao acamamento.

A planta de feijão

O embrião inicia sua formação a partir do momento da fertilização do óvulo e desenvolve-se durante a maturação da semente. O crescimento do embrião cessa quando o teor de umidade diminui a um nível que reduz a atividade metabólica. Nesta condição, a semente está fisiologicamente madura e encontra-se em estado de dormência. Com a semeadura e a absorção de água pela semente, tem início o processo de germinação, que é o crescimento do embrião. A radícula se alonga, rompe a testa (tegumento da semente) e emerge, originando o sistema radicular. O alongamento do hipocótilo (parte do caule entre o início da raiz e a inserção dos cotilédones) ocasiona a emergência dos cotilédones na superfície do solo.

A planta do feijoeiro comum possui dois tipos de folhas, duas primárias com um único folíolo, que estão no ápice do epicótilo (parte do caule entre o nó cotiledonar e as folhas primárias) e as demais folhas verdadeiras com três folíolos.

O caule é o eixo principal da planta possuindo os nós, que são os pontos de inserção das folhas e dos quais saem os ramos (ramificações). Do caule saem ramos primários, destes originam-se os ramos secundários e assim por diante (Fig. 1).

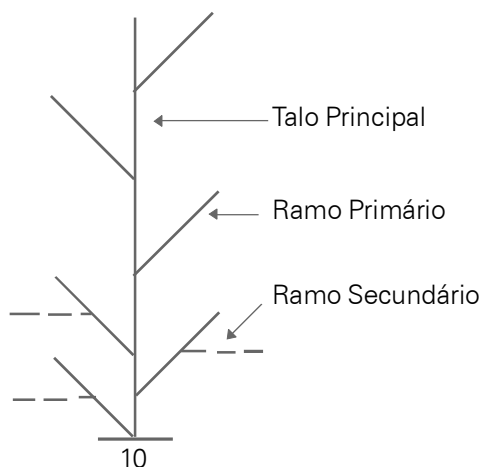


Fig 1. Ramificações.

Nos nós se encontram três gemas (triada), que podem ser de três tipos: vegetativo, floral e vegetativo, e completamente floral (Fig. 2, 3 e 4). Portanto, em cada nó existe uma folha trifoliolada e uma inflorescência que resulta num rácimo com vagens; esse conjunto é denominado de unidade de produção (Fig. 5). A produção de grãos no caule, nos ramos primários e nos ramos subsequentes é o resultado do número de unidades de produção, que estão localizadas nos nós. Assim, quanto maior o número de nós por planta, maior será a produção de grãos por planta. As plantas do feijoeiro comum são de dois hábitos: determinado, em que o caule termina por uma inflorescência; e indeterminado, em que na extremidade do caule existe gema vegetativa ou floral e vegetativa.

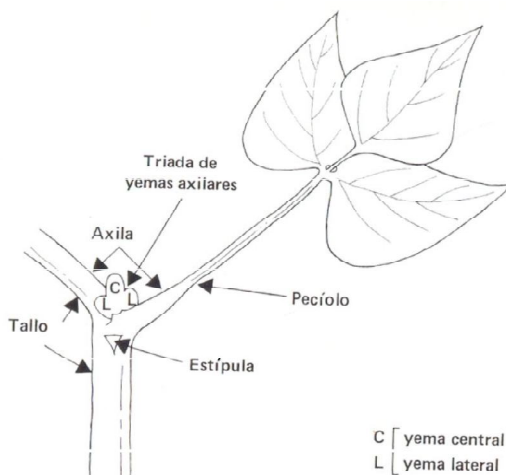


Fig. 2. Gemas florais.

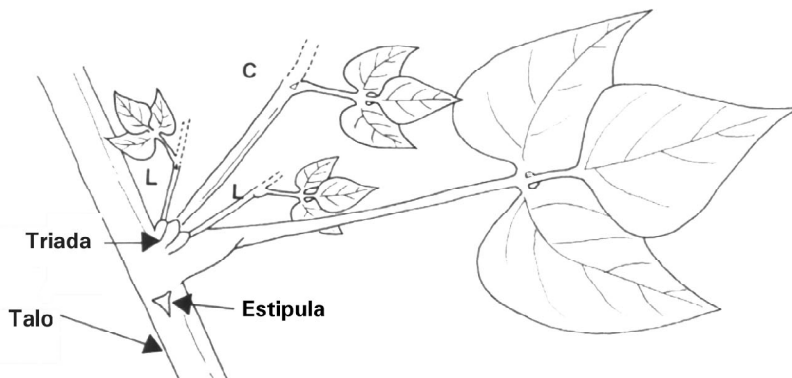


Fig. 3. Desenvolvimento completamente vegetativo.

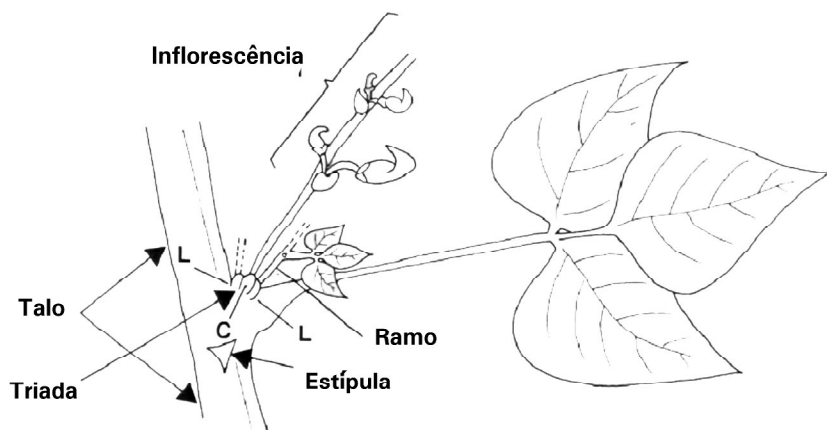


Fig. 4. Desenvolvimento floral e vegetativo.

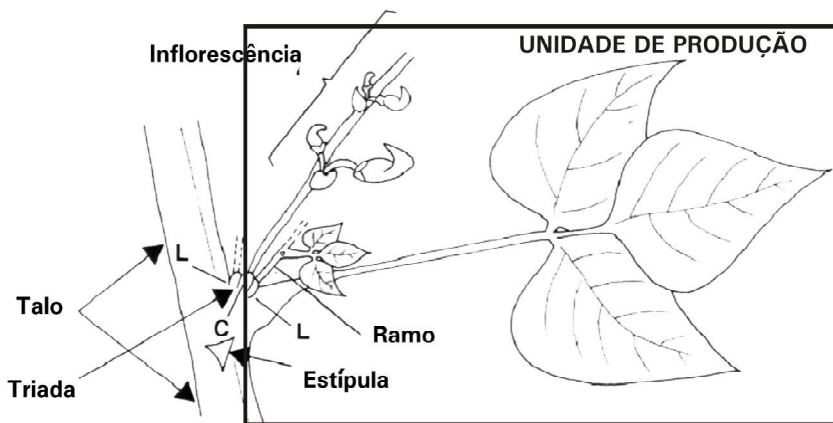


Fig. 5. Unidade de produção.

A translocação dos fotossintatos (assimilados) produzidos pelas folhas (fotossíntese) na planta do feijoeiro comum varia conforme o seu estágio de desenvolvimento. No florescimento, 78,7% dos assimilados nas folhas intermediárias permanecem na própria folha e nos tecidos circunvizinhos, em torno de 1,3% são translocados para a parte superior da planta e cerca de 20% seguem em direção aos órgãos inferiores. No estágio em que as vagens encontram-se completamente desenvolvidas (nove a treze dias após o florescimento), ou no início do crescimento intenso dos grãos, as folhas medianas retêm em torno de 28% dos assimilados que produzem, e aproximadamente 23% são translocados para os órgãos inferiores. A maior proporção, em torno de 45%, é translocada para os grãos. Os assimilados produzidos pelas folhas dos

nós superiores da planta são translocados quase que exclusivamente para as vagens na axila daquelas folhas, apenas traços dirigindo-se para outras partes da planta (PORTES, 1996).

A plasticidade

O grau de mudança das características individuais de uma planta, em diferentes ambientes, é a medida de plasticidade dessas características (BRADSHAW, 1965). A plasticidade pode ter duas manifestações: morfológica e fisiológica. Como, em suas origens, todas as mudanças são fisiológicas, toda a plasticidade também é fisiológica. Quando as mudanças fisiológicas têm um efeito final morfológico, é possível denominar de plasticidade morfológica. O autor adverte que a plasticidade não inclui variação de origem diretamente genética. Donald (1963) define plasticidade como a capacidade de sobrevivência das plantas cultivadas em um determinado ambiente.

Para Harper (1977), a presença de uma planta modifica o ambiente de suas vizinhas e pode alterar suas taxas de crescimento e forma. As plantas superiores sofrem um desequilíbrio fisiológico (estresse), devido à população de plantas, que tem reflexos na plasticidade, nas taxas de nascimento e morte das folhas, ramos e flores. Uma planta assume características particulares num ambiente específico.

O ambiente, para as plantas cultivadas, varia com a época do ano, a localidade e a população de plantas. Muitas dessas variações não podem ser controladas. A estabilidade final da produção pode ser devida à estabilidade inerente ao cultivo e/ou à plasticidade dos componentes da produtividade. A plasticidade dos componentes da produção, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa dos grãos do feijoeiro comum podem facilitar a manutenção de um nível estável da produtividade se, no desenvolvimento, a variação de um componente compensar a variação de outro (COSTA et al., 1983).

Em experimentos conduzidos na Embrapa Arroz e Feijão, foram obtidos resultados que mostram a diferença de resposta das cultivares quanto a fatores de rendimento em distintas densidades de semeadura. A massa de 100 grão da cultivar BRS Radiante, por exemplo, no espaçamento entre linhas de 40 cm, com 10 plantas por metro, 250 mil plantas ha^{-1} , foi de 44,3 g e com 18 plantas por metro, 450 mil plantas ha^{-1} , foi de 32,2 g. A cultivar BRS Radiante possui um tipo de grão que atende o mercado de exportação e tem na massa de 100 grãos (calibre) uma característica de grande importância na aceitação do produto. A

interação dessa característica com a população de plantas alerta para a necessidade do conhecimento de qual melhor arranjo de plantas, objetivando associar maior produtividade e massa de 100 grãos ideal para a exportação.

A cultivar BRS Requite, com 250 mil plantas ha^{-1} e idêntico arranjo do exemplo anterior, produziu 94,3 grãos por planta e, com 450 mil plantas ha^{-1} , reduziu para 61,3 grãos. A causa da redução do número de grãos por planta foi a redução do número de ramos primários e secundários decorrente do aumento da densidade de semeadura. Redução na ramificação resulta em menor número de nós, nos quais estão as unidades de produção, folha e o rácimo. Esses são exemplos de como a densidade populacional e o arranjo das plantas têm influência na produtividade das cultivares.

As novas cultivares, com arquitetura ereta, possuem pouca ramificação, menos nós, menos unidades de produção, portanto, menor produção por planta. Esse produto exige conhecimento do agricultor de qual o melhor arranjo espacial que permita às cultivares expressar o máximo de sua produtividade.

Acertiva interessante e que reflete a necessidade do conhecimento do melhor arranjo espacial das cultivares estava em uma faixa colocada no campo pelos organizadores do evento Giro no Campo, realizado na Fazenda São Teodoro, Cristalina - GO, na safra de inverno de 2008 (Fig. 6).



Fig. 6. Faixa exposta no campo por ocasião da realização do evento Giro no Campo, realizado na Fazenda São Teodoro, Cristalina - GO.

Referências

BRADSHAW, A. D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. **Advances in Genetics**, New York, v. 13, p. 115-155, 1965.

COSTA, J. G. C. da; KOHASHI-SHIBATA, J.; MIRANDA COLIN, S. Plasticidade no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 2, p. 159-167, fev. 1983.

DONALD, C. M. Competition among crop and pasture plants. **Advances in Agronomy**, New York, v. 15, p. 1-118, 1963.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. New York: Academic Press, 1977. 892 p.

PORTES, T. de A. Ecofisiologia. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Postassa e do Fosfato, 1996. p. 101-137.

CAPÍTULO 3

Aspectos Fenológicos do Feijoeiro Comum como Ferramenta para Tomada de Decisões Fitotécnicas

***Tomás de Aquino Portes, João Kluthcouski e
Priscila de Oliveira***

A fenologia é o ramo da Ecologia que estuda os eventos periódicos dos seres vivos, animais e vegetais, e suas relações com as condições do ambiente, tais como temperatura, luz, umidade, entre outras.

No caso de plantas, os eventos periódicos mais visíveis são a germinação, aparecimento das gemas de ramos primários, secundários, terciários; floração; altura da planta; frutificação; senescência e morte. Estes eventos periódicos só ocorrem porque a planta está em constante desenvolvimento. O desenvolvimento, um processo qualitativo, é a sequência de eventos ontogenéticos, envolvendo divisão, expansão e diferenciação celular e crescimento, resultando em mudanças na função e na morfologia de órgãos e da planta como um todo. A ontogenia estuda o desenvolvimento do ser, vegetal ou animal, a partir da célula ovo ou zigoto até a sua formação definitiva.

O desenvolvimento, que ocorre ao longo do ciclo biológico das plantas, divide-se em três fases (Fig. 1). A primeira, FASE VEGETATIVA, inicia-se com a germinação da semente indo até a planta adulta, com o aparecimento das primeiras estruturas reprodutivas, botões florais nas plantas de crescimento determinado e racimos florais nas plantas de hábito de crescimento indeterminado. A FASE REPRODUTIVA inicia-se com o aparecimento dos primeiros botões florais ou racimos florais, finalizando com a maturação de colheita. Nas plantas de crescimento determinado, todas as gemas diferenciam-se em inflorescência, cessando o desenvolvimento vegetativo. Nas de crescimento indeterminado, continuam o aparecimento de estruturas vegetativas, mesmo após o fim da vegetativa, continuando a produzir simultaneamente folhas, ramos, hastes, flores e vagens. Entre estas duas, há uma terceira fase, de transição. A FASE DE TRANSIÇÃO refere-se a mudanças de função das gemas, de vegetativas para reprodutivas. É de curta duração, ocorre devido à inexatidão na definição do momento preciso em que termina a fase vegetativa e inicia-se a reprodutiva. É um período de alta atividade metabólica. Depende do genótipo e dos processos que induzem a mudanças da fase vegetativa para reprodutiva, como luz (fotoperíodo), temperatura e disponibilidade de água, que induzem especialmente o balanço hormonal, resultando nas diversas alterações fenológicas.

O resultado das atividades do desenvolvimento, divisão e expansão celulares proporciona o crescimento. Crescimento se restringe ao aumento físico de volume, massa ou estatura. É um fenômeno quantitativo que pode ser registrado medindo-se certas variáveis, como: comprimento, largura, diâmetro, acumulação de massa seca, número de nós ou entrenós, área foliar produzida, entre outras.

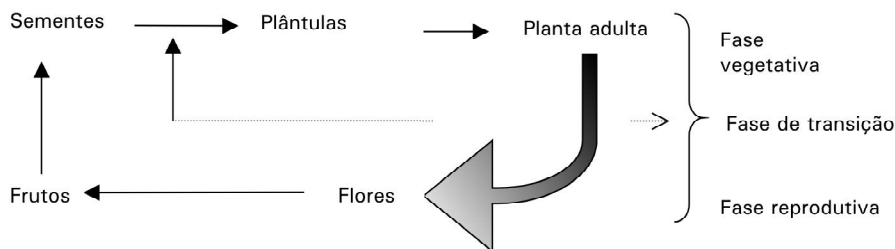


Fig. 1. Fases do desenvolvimento: vegetativa, reprodutiva e de transição.

Fenologia do Feijoeiro

Ao longo do ciclo biológico da planta de feijão, ocorrem alterações morfológicas resultando em eventos periódicos que podem ser bem caracterizados visualmente. A partir destes eventos foi criada uma escala de desenvolvimento da planta de feijão.

O Centro Interamericano de Agricultura Tropical (CIAT) lançou uma escala fenológica para feijão (Tabela 1), cujos critérios e símbolos também são semelhantes aos utilizados na escala de Fehr e Caviness (1977) para soja. Por estas semelhanças, pode-se dizer que a escala do CIAT, produzida por Fernandez et al. (1986), é uma adaptação da caracterização fenológica da soja à cultura do feijão, com algumas particularidades importantes a esta leguminosa. Por exemplo, para o gênero *Phaseolus*, a emissão dos botões florais (R5) é um estágio importante, pela sensibilidade que a cultura demonstra a qualquer estresse do ambiente durante este momento do ciclo.

Tabela 1. Estádios fenológicos da cultura do feijão.

Estádio	Evento
-	Semeadura
V ₀	Germinação
V ₁	Emergência
V ₂	Abertura das folhas primárias
V ₃	Abertura 1º trifólio
V ₄	Abertura 3º trifólio
R ₅	Pré-floração
R ₆	Florescimento pleno
R ₇	Formação dos legumes
R ₈	Enchimento dos legumes
R ₉	Maturidade fisiológica
-	Colheita

Fonte: baseado na descrição fenológica descrita por Fernandez et al. (1986).

Etapas do desenvolvimento da planta de feijão

Foram caracterizadas cinco etapas dentro da fase vegetativa e quatro dentro da fase reprodutiva. A nomenclatura significa V de vegetativa e R de reprodutiva e o número é a respectiva etapa.

Etapas da fase vegetativa

1. Etapa V0: Germinação – uma vez feita a semeadura e fornecidas as condições adequadas, as sementes iniciam o processo de germinação (Fig. 2). O início da germinação ocorre no momento em que há umidade suficiente para que ela ocorra. Em solo já úmido, a data do início da germinação coincide com a data do plantio. Em solo seco, o início da germinação ocorre por ocasião da primeira chuva ou irrigação.

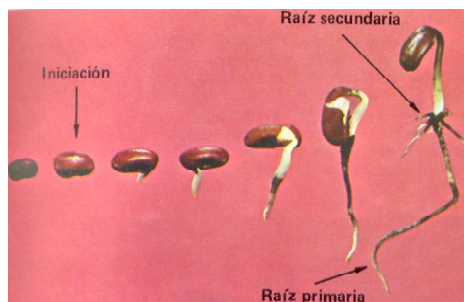


Fig. 2. Estádio V0 – germinação.

A semente de feijão é formada pelos cotilédones, onde ficam armazenadas as substâncias de reserva e o embrião.

Ao absorver água, desencadeiam-se uma série de reações bioquímicas na semente, envolvendo hormônio e enzimas hidrolíticas, culminando com a hidrólise das substâncias de reservas. As substâncias resultantes da hidrólise possuem moléculas pequenas, são solúveis, de modo que se deslocam dos cotilédones em direção ao embrião, onde vão nutri-lo. Através de um processo de divisão e expansão celular será formada a estrutura da nova planta. Os cotilédones vão suprir nutricionalmente a plântula até ela se tornar uma planta autônoma (autotrófica), não dependendo mais das reservas dos cotilédones.

Inicialmente, aparece a raiz primária pelo lado do hilo, em seguida, aparecem as raízes secundárias e terciárias. Simultaneamente, há o crescimento do hipocótilo. A germinação termina com o aparecimento do epicótilo.

2. Etapa V1: Emergência – Esta etapa inicia-se quando aproximadamente 50% das sementes semeadas apresentam os seus cotilédones ao nível do solo (Fig. 3). O hipocótilo continua se desenvolvendo até alcançar o tamanho máximo. Neste momento, os cotilédones ficam acima do nível do solo, começam a separar-se e tem início o desenvolvimento do epicótilo.



Fig. 3. Estádio V1 – emergência.

3. Etapa V2: Folhas primárias – Esta etapa inicia-se quando as folhas primárias se encontram totalmente abertas (Fig. 4). As folhas primárias, unifolioladas, estão localizadas no segundo nó da haste principal. Nesta fase, os cotilédones já perderam grande parte das suas reservas, se tornando enrugados. Inicia-se o aparecimento da primeira folha trifoliolada. Esta inicia o seu desenvolvimento até os folíolos soltarem-se completamente. Uma vez totalmente soltos os folíolos, termina a etapa V2.



Fig. 4. Estádio V2 – abertura das folhas primárias.

4. Etapa V3: Primeira folha trifoliolada – Esta etapa se inicia quando a planta apresenta a primeira folha trifoliolada completamente aberta, com os três folíolos dispostos em um mesmo plano (Fig. 5). Neste momento, a folha ainda não alcançou o seu tamanho máximo e o entrenó entre as folhas primárias e a primeira folha trifoliolada fica num nível abaixo do das folhas primárias. Com o

crescimento do entrenó e do pecíolo, a primeira folha trifoliolada sobrepõe as primárias. Neste momento, a segunda folha trifoliolada já está visível. Os cotilédones já perderam suas reservas e encontram-se secos, podendo já ter caído. Com a continuação do crescimento da haste principal, a segunda folha trifoliolada já apresenta os seus folíolos abertos e a terceira folha trifoliolada se abre.



Fig. 5. Estádio V3 – abertura do primeiro trifólio.

5. Etapa V4: Terceira folha trifoliolada – Com a abertura da terceira folha trifoliolada, inicia-se a etapa V4. Neste momento, a terceira folha trifoliolada se encontra em nível inferior em relação a primeira e segunda folhas (Fig. 6). Nesta etapa, já existem ramos laterais, que partem da haste principal, a partir de gemas de nós inferiores. O primeiro ramo começa seu desenvolvimento, em geral, a partir da etapa V3, quando a primeira folha trifoliolada se encontra aberta. Com o desenvolvimento do ramo lateral, haverá o aparecimento da primeira folha trifoliolada. Isto ocorre quando na haste principal já existem entre três e quatro folhas trifolioladas já abertas. Das etapas da fase vegetativa, esta é a mais extensa, durando em torno de 15 dias, dependendo do clima do local. Devido à grande amplitude desta etapa, ela pode ser subdividida em subetapas.



Fig. 6. Estádio V4 – abertura do terceiro trifólio.

Subetapa V.4.4: Quarta folha trifoliolada – Esta subetapa tem início quando a quarta folha trifoliolada da haste principal está aberta. Em cultivos comerciais, ocorre quando 50% das plantas se encontram nesta condição.

Subetapa V.4.5: Quinta folha trifoliolada – Esta subetapa inicia-se quando ocorre a abertura da quinta folha trifoliolada na haste principal. Em cultivos comerciais, este início ocorre quando 50% das plantas se encontram nesta situação. Da mesma forma, outras subetapas podem ser identificadas, até ocorrer a etapa R5.

Etapas da fase reprodutiva

A transição da fase vegetativa para a reprodutiva é caracterizada por mudanças na diferenciação celular de gemas apicais da parte aérea da planta, desencadeadas, normalmente, por ação hormonal, e como resultado, as gemas de vegetativas se transformam em reprodutivas. O padrão de aparecimento de gemas reprodutivas em feijão depende do hábito de crescimento. Em plantas de hábito de crescimento determinado, todas as gemas vegetativas da parte aérea diferenciam-se em gemas reprodutivas. Nestas plantas, o desenvolvimento vegetativo cessa totalmente a partir deste momento, isto é, as plantas só continuam produzindo flores e vagens. Em plantas de hábito de crescimento indeterminado, mesmo após o início da produção de flores, elas continuam vegetando, produzindo nós, ramos e folhas. Isto é, simultaneamente vegeta e produz estruturas reprodutivas. As características morfológicas que apresentam a partir desta fase permitem caracterizá-las nas seguintes etapas:

1. Etapa R5: Pré-floração – Esta etapa inicia-se, nas plantas de crescimento determinado, com o aparecimento do primeiro botão floral na gema apical e, nas de crescimento indeterminado, com o aparecimento do primeiro racimo floral nas gemas axilares (Fig. 7). Em cultivos comerciais, considera-se o início desta etapa quando 50% das plantas se encontram nesta situação. O final da pré-floração ocorre com a abertura da primeira flor.
2. Etapa R6: Floração – Com a abertura da primeira flor na planta, tem início a etapa de floração (Fig. 8). O padrão de floração é diferente nas plantas de hábito determinado e indeterminado. Nas plantas de hábito determinado, a floração começa no último nó da haste ou dos ramos e continua no sentido descendente. Nas plantas de crescimento indeterminado, as flores começam a abrir

na parte baixa da planta e seguem no sentido ascendente. Em cultivos comerciais, a data da floração tem início quando 50% das plantas se encontram como descrito, isto é, com uma flor aberta. Esta etapa termina quando a flor aberta apresenta vagem de aproximadamente 2,5 cm de comprimento. Neste momento, a corola, que está murcha, solta-se e se desprende.



Fig. 7. Estádio R5 – pré-floração.

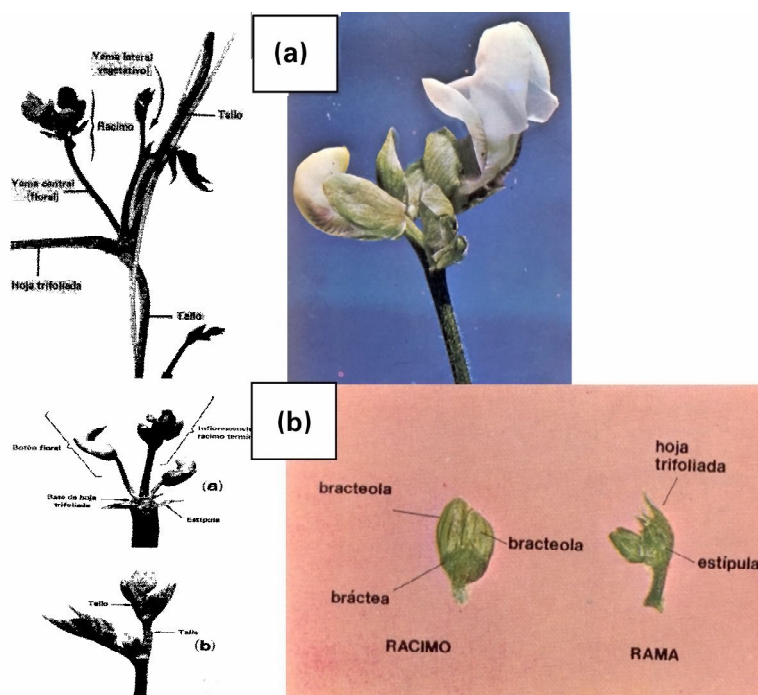


Fig. 8. (a) Estádio R6 – florescimento pleno, (b) diferenças entre um racimo e um ramo incipiente.

3. Etapa R7: Formação de vagens (legumes) – Esta etapa se inicia quando a primeira vagem da primeira flor aberta tem um comprimento de aproximadamente 2,5 cm, com a corola colgada ou desprendida (Fig. 9). Em plantios comerciais, esta data ocorre quando, em média, 50% das plantas se encontram nessa condição.



Fig. 9. Estádio R7 – formação dos legumes.

4. Etapa R8: Enchimento das vagens (legumes) – Uma vez alcançado o comprimento máximo da primeira vagem, inicia-se o enchimento dos grãos, ou enchimento das vagens (Fig. 10). O que ocorre, na verdade, é que até o alongamento máximo da vagem, as reservas nutritivas provenientes da fotossíntese e nutrientes do solo se acumulam na casca (pericarpo) das vagens para posteriormente serem transferidas para os grãos, que alcançam massa máxima 30 a 35 dias depois do início da floração. É nesta realocação que ocorre o enchimento dos grãos. Nesta fase, ocorrem muitas alterações na coloração tanto dos grãos como das vagens. Ao final desta etapa, os grãos perdem a cor verde e começam a adquirir a coloração característica da variedade. O mesmo acontece para as vagens e folhas baixeras, que começam a amarelar. O final desta etapa, ocorre quando os grãos e vagens iniciam o processo de alteração na coloração.
5. Etapa R9: Maturação fisiológica (Fig. 11) - Esta etapa caracteriza-se pelo descoloramento das vagens, que se encontram secas. Fisiologicamente, a maturação ocorre quando a semente encontra-se totalmente formada, ou seja, já recebeu toda a carga de assimilados necessária para sua constituição e, assim, se desliga do fruto. A partir desse momento, a semente passa apenas a perder

água, até um momento ótimo para a colheita. Dessa forma, a ausência de água é desejada para a evolução normal da etapa fenológica.

Em cultivos comerciais, o início de uma etapa ocorre quando 50% das plantas se encontram na condição descrita para tal etapa.



Fig. 10. Estádio R8 – enchimento dos legumes.



Fig. 11. Estádio R9 – maturação fisiológica.

Práticas Culturais x Estádios Fenológicos

A seguir, são descritas as práticas necessárias para a obtenção de boas produtividades de feijão e o momento de aplicá-las, de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta.

V₀ – Germinação

Deste estágio até V1 há possibilidade de ocorrência da lagarta elasmó, *Elasmopalpus lignosellus* em solos arenosos, em períodos de veranico, ou solo de várzea tropical irrigado por subirrigação.

Possibilidade de ocorrência de lagarta rosca, *Spodoptera eridania*, lagarta do cartucho do milho, em área com cobertura vegetal/plantio pós-colheita do milho.

V₁ – Emergência

Deste estágio até R5, todos são determinantes para a produtividade. Nesse período, estresses tais como, hídrico, de luminosidade, de temperatura, ataque de pragas e doenças, desfolhamentos, danos fisiológicos, inadequação no espaçamento e na densidade de plantas interferem negativamente no potencial produtivo da cultura.

Nesse estágio, também é fundamental fazer o controle de insetos mastigadores, tal qual a vaquinha, bem como de lagartas do solo, principalmente pelo manejo adequado da irrigação, no caso de cultivo de inverno.

Adubação nitrogenada em cobertura, imediatamente após a emergência das plantas, excetuando-se os solos arenosos.

Deste estágio até V4 há possibilidade de alta incidência de vaquinhas, migrante das culturas de soja em maturação. Épocas de plantio: safrinha e inverno.

Alta possibilidade de incidência de mosca branca proveniente de soja em maturação/colheita (soja precoce) (safrinha). Mosca branca como praga.

Alta possibilidade de incidência de mosca branca proveniente de soja em maturação/colheita (soja tardia) ou do próprio plantio do feijão (safra de inverno). Mosca branca como vetora de virose.

V₂ - Abertura das folhas primárias

Nesse estágio, realiza-se a aplicação de herbicidas com menor poder de fitotoxicidade, tais como Flex e graminicidas em geral.

De V2 a V4, a deficiência hídrica reduz o tamanho e o desenvolvimento da planta.

V₃ - Abertura 1º trifólio

Aplicação de *Trichoderma* para o controle do mofo branco e *Fusarium*.

Nesse estágio, a amplitude térmica ideal, entre dia e noite, deve ser de aproximadamente 11 °C.

Deste estágio até R7 há possibilidade de ocorrência da lagarta enroladeira das folhas.

V₄ - Abertura 3º trifólio

Aplicação de herbicidas com maior fitotoxicidade.

Aplicação de fungicidas preventivos para doenças foliares.

Aplicação de indutores de resistência tal qual os fosfitos.

Período crítico de competição de plantas daninhas.

Aducação nitrogenada em solos arenosos.

Deste estágio até R6 há possibilidade de ocorrência do ácaro branco.

R₅ - Pré-floração

Aplicação de fitohormônios.

Segunda aplicação preventiva de fungicidas.

De R5 a R8, é a fase mais sensível à deficiência hídrica e à aeração do solo (encharcamento). Também são os estádios em que o requerimento de água é maior.

Nesse estágio, o feijão deve fechar as entrelinhas.

Início do controle do mofo branco.

Deste estágio até R8, todos são determinantes para a qualidade e massa dos grãos.

Complemento de nitrogênio via água de irrigação.

De R5 a R6, a deficiência hídrica reduz o vingamento das flores e prolonga o ciclo do feijoeiro.

Deste estágio até R8 há possibilidade de ocorrência da lagarta das vagens e dos percevejos.

R₆ - Florescimento pleno

Controle do mofo branco.

R₇ - Formação dos legumes

Terceira aplicação de fungicidas.

Terceira aplicação de indutores de resistência.

Neste estágio, a deficiência hídrica causa abortamento dos óvulos, produzindo vagens chochas.

R₈ - Enchimento dos legumes

Controle de lagartas e percevejos.

Neste estágio, a deficiência hídrica causa abortamento de vagens jovens e produção de vagens chochas nas pontas, tendo em vista que o enchimento ocorre da base para as pontas. Ela também reduz o ciclo da cultura.

R₉ - Maturidade fisiológica

Dessecação para colheita.

Nesse estágio, a deficiência hídrica reduz a massa dos grãos.

Hábitos de Crescimento do Feijoeiro

A planta de feijão é constituída de uma haste principal, da qual partem ramos laterais que emergem das axilas das folhas da haste principal. Existem ramos primários, que se originam diretamente da haste principal; secundários, que se originam do primários; e assim por diante, dependendo da morfologia da planta em função do hábito ou do tipo de crescimento.

Na haste principal e nos ramos estão os nós dos quais emanam folhas, ramos e estruturas florais. O nó cotiledonar é o primeiro da haste principal. Mas, para efeito prático, o nó das folhas primárias é considerado o primeiro.

As cultivares de feijão são classificadas, segundo seu hábito de crescimento, em tipo determinado e indeterminado. Nas de hábito determinado, as gemas apicais da haste principal e dos ramos laterais diferenciam-se, quase simultaneamente, em inflorescências ao entrarem na fase reprodutiva. Portanto, a partir do momento em que todas as gemas diferenciam-se em racimos, as plantas não produzem

mais folhas e nem flores. O aparecimento das flores dá-se do ápice para a base da planta. O período de floração é curto e a maturação uniforme.

Nas de hábito indeterminado, os racimos não se originam das gemas apicais, mas sim de gemas situadas nas axilas das folhas. Portanto, as plantas continuam a produzir folhas e flores por um período mais longo do que as de tipo determinado. O aparecimento das flores (abertura) dá-se da base para o ápice da planta. Tomadas as características de crescimento determinado e indeterminado e outras, como números de nós e comprimento da haste principal, número e comprimento dos ramos laterais, habilidade para trepar ou não em tutores e tendência ou não de prostrar, as cultivares de feijão podem ser agrupadas em tipos I, II, III, IV (CIAT, 1976; VILHORDO et al., 1980).

Hábito de crescimento Tipo I

São todas as cultivares de crescimento determinado. As inflorescências originam-se das gemas apicais da haste principal e dos ramos laterais. As plantas dessas cultivares atingem cerca de 60 cm de altura e apresentam um período curto de floração, em torno de 14 dias. A maturação é em geral uniforme. Normalmente, o ciclo de vida dessas variedades situa-se entre 60 e 80 dias; algumas, porém, podem ir além desta faixa.

Dentre as cultivares do tipo I, encontram-se Goiano Precoce, Cranberry, BRS Radiante, Novo Jalo e BRS Embaixador.

Hábito de crescimento Tipo II

São cultivares arbustivas, de crescimento indeterminado. As inflorescências originam-se de gemas axilares. Mesmo na fase reprodutiva a gema apical continua a desenvolver-se, formando uma guia que não ultrapassa alguns poucos centímetros. A altura total das plantas alcança aproximadamente 70 cm. Os ramos laterais são poucos e curtos. Apresentam um período de floração na faixa de 15 a 20 dias. A maturação das vagens é bastante uniforme. O ciclo de vida das plantas, em geral, situa-se na faixa de 80 a 90 dias. São exemplos de cultivares tipo II: BRS Supremo, BRS Pitanga, Valente, Uirapuru, BRS Expedito, BRS Campeiro, Jalo Precoce, BRS Horizonte, Princesa, BRS Agreste, BRS Cometa, BRS Safira, BRS Vereda, BRS Marfim, BRS MG Pioneiro, BRS Xamego, Diamante Negro, Jalo EEP 558, BRS Executivo e BRS Cometa.

Hábito de crescimento Tipo III

São cultivares de crescimento indeterminado, mas com tendência a prostrar ou a subir em tutores. Possuem ramos laterais bem desenvolvidos e numerosos.

A haste principal pode alcançar até 120 cm de comprimento. As inflorescências originam-se de gemas das axilas das folhas e dos ramos. O período de floração geralmente situa-se na faixa de 20 a 25 dias. Em geral, a maturação das vagens não é uniforme, pois enquanto as inferiores já encontram-se amadurecidas, as superiores ainda estão verdes. Como a maior parte das vagens está disposta na parte inferior da planta, a colheita deve ser feita visando aproveitar estas vagens inferiores, em detrimento das superiores. O ciclo de vida situa-se entre 85 e 90 dias. Alguns exemplos de cultivares deste tipo: Pérola, BRS Timbó, BRS Grafite, Carioca, BRS Pontal, BRS Requite, Rudá e BRSMG Majestoso.

Hábito de crescimento Tipo IV

São cultivares de crescimento indeterminado, prostradas ou trepadoras na presença de tutores. Possuem poucos ramos laterais. A haste principal cresce exageradamente, atingindo mais de 2,0 m. As inflorescências formam-se de gemas das axilas das folhas e dos ramos. O período de floração vai além de 25 dias e o ciclo de vida da maioria situa-se entre 100 e 110 dias. A maturação das vagens não é uniforme, portanto, quase sempre há perdas, pois entre as vagens maduras estão muitas vagens verdes, ainda não formadas. As cultivares do tipo IV são melhor adaptadas aos cultivos consorciados, onde encontram suportes para trepar. Como exemplos de cultivares tipo IV, citam-se: Costa Rica 1031, Compuesto Chimaltenango 2, Compuesto Chimaltenango 3, Salta Corrego, Oaxaca.

Os tipos I, II, III e IV são ainda classificados em subtipos IA, IB, IIA, IIB, IIIA, IIIB, IVA e IVB, de acordo com certas características das plantas. Destes, os subtipos mais importantes são o IVA e o IVB. São de subtipo IVA as variedades com maior concentração de vagens na parte inferior da copa ou ao longo de toda a planta, e de subtipo IVB as variedades que concentram maior número de vagens na parte superior da copa das plantas. São mais interessantes as variedades que apresentam maior concentração de vagens na parte superior da planta, pois isto evita o seu contato com o solo.

Principais aplicações da fenologia

As aplicações agronômicas da fenologia de plantas são amplas, das quais pode-se destacar:

- Subdivisão do ciclo. Para muitos propósitos é necessária a segmentação do ciclo vital das plantas, segundo critérios bem definidos. A localização no tempo das principais fases e subperíodos permitem confrontar a ocorrência de eventos importantes com as respectivas condições de ambiente, em diferentes períodos e locais. Com isto, torna-se possível avaliar o desempenho das culturas, ou mesmo o impacto de qualquer fenômeno adverso do meio, tendo-se bem caracterizadas as condições de planta e ambiente.
- Determinação de exigências ecoclimáticas. A caracterização das necessidades e sensibilidades das espécies também necessita de uma descrição detalhada das etapas fenológicas. Em diversas aplicações práticas é necessário que as principais exigências de cada espécie, como as hídricas, fotoperiódicas, de calor ou frio, sejam associadas a cada etapa importante do seu ciclo. Por definição, a cada fase fenológica as plantas modificam suas exigências ecofisiológicas, e isto exige a sua observação segundo critérios claros, objetivos e de fácil reprodução em outras situações.
- Determinação de períodos críticos. Ao longo do ciclo das plantas, há momentos em que são mais intensas as influências do meio, como também o impacto de qualquer fator estressante. Para as principais culturas, são bem conhecidos os chamados *períodos críticos*, durante os quais um estresse do meio provoca prejuízos maiores e, às vezes, irreversíveis. Esses períodos também devem ser muito bem caracterizados, no sentido de evitar ou, pelo menos, minimizar os danos às plantas e à produção. Esta é uma maneira particular de caracterizar exigências ecoclimáticas das culturas, que permite ao técnico ou produtor evitar grandes prejuízos às lavouras por eventos altamente danosos, como secas, geadas, vendavais e granizo. Em levantamentos para fins de laudos técnicos, em sistemas de seguros ou qualquer outra forma de ressarcimento, a descrição detalhada de eventos importantes, incluindo estádios fenológicos, é indispensável.
- Classificação das cultivares segundo sua precocidade. Desde o seu lançamento no mercado, cada cultivar recebe uma classificação segundo seu grupo de maturação. Dependendo dos

critérios utilizados para cada espécie, elas são classificadas como de ciclo precoce, médio e tardio. O detalhamento desta classificação varia segundo a espécie e o tipo de aplicação que é dada a ela. Saber se uma cultivar é de ciclo curto (precoce) ou longo (tardia) é fundamental para inúmeras práticas de planejamento e manejo. Por exemplo, sabendo-se a duração do ciclo e a época de ocorrência de períodos críticos é possível planejar as lavouras de maneira a diluir prejuízos por estresses climáticos e distribuir melhor atividades como colheita e tratamentos culturais.

- Zoneamentos agrícolas. A elaboração e o uso adequado dos zoneamentos das culturas, sobretudo os zoneamentos agroclimáticos, também necessitam da caracterização fenológica das espécies e suas cultivares. A escolha de melhores locais e épocas de semeadura/plantio de cada cultura é feita observando-se os zoneamentos, que são oficializados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Estes zoneamentos são elaborados de forma a combinar as exigências das espécies com as disponibilidades climáticas das diferentes regiões. Ao considerar as exigências das culturas, também são consideradas as diferenças entre as cultivares, segundo o seu grupo de precocidade.
- Manejo de culturas. Além de aspectos ligados ao planejamento das culturas, como a escolha de cultivares, épocas e locais, diversas práticas de manejo exigem observar detalhadamente a condição fenológica das plantas. Para o manejo adequado da irrigação é necessário que se conheça com precisão as necessidades hídricas das plantas, as quais variam de acordo com o seu estágio de desenvolvimento. Com isto, é possível aplicar a dose de rega correta, no momento mais adequado, evitando prejuízos às plantas e com o uso mais eficiente da água.
- As recomendações para manejo de pragas e moléstias de diversas culturas também são acompanhadas de uma detalhada caracterização fenológica das plantas. Isto permite o emprego de práticas de controle no momento certo e com o uso mais racional possível de defensivos. O mesmo ocorre com o manejo de alguns fertilizantes, principalmente a adubação nitrogenada de cobertura. Um melhor retorno das aplicações e o menor desperdício de fertilizantes são possíveis, se forem observados os estágios recomendados.

Referências

CIAT. Condiciones de campo para realizar las evaluaciones del germoplasma de frijol. Cali, 1976. 11 p.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University, 1977. 12 p. (Special report, 80).

FERNANDEZ DE C., F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo de la planta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali: CIAT, 1986. 34 p.

VILHORDO, B. W.; MÜLLER, L.; EWALD, L. F.; LEÃO, M. L. Hábito de crescimento em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 79-98, 1980.

CAPÍTULO 4

Novas Opções de Cultivares de Feijoeiro Comum Desenvolvidas pela Embrapa

***Maria José Del Peloso, Leonardo Cunha Melo, Helton Santos
Pereira, Luís Cláudio de Faria, Joaquim Geraldo Cáprio Costa
e José Luiz Cabrera Díaz***

A demanda constante por cultivares mais produtivas, com melhor qualidade de grãos, plantas eretas com alta inserção de vagens e com resistência aos principais fatores restritivos da produção, tem orientado os programas de melhoramento do feijoeiro comum da Embrapa Arroz e Feijão e parceiros. Nos últimos 21 anos, este programa lançou 35 novas cultivares de diversos tipos comerciais de grão, com média de 1,7 cultivar por ano. Trabalho do IFPRI/Embrapa (ALVES et al., 2002) indicou a relação custo x benefício desse esforço: para cada dólar investido no desenvolvimento de cultivares, houve um retorno de 10 dólares. Nesse período, conseguiu-se evoluir no melhoramento de algumas características, com destaque para o porte da planta, resistência a algumas das principais doenças, aliado ao tipo de grão comercial direcionado para o mercado interno. O desenvolvimento do modelo de agricultura empresarial na cultura do feijoeiro comum manteve as demandas anteriores e acrescentou outras características para o desenvolvimento de novas cultivares. Os agricultores continuam demandando cultivares mais produtivas e estáveis, com resistência às principais doenças, que possuam arquitetura de planta ereta e com melhor qualidade tecnológica do grão. A precocidade tornou-se uma característica cada vez mais valorizada, pois permite rápido retorno do capital investido e maior flexibilidade no manejo dos sistemas de produção, economia de água e energia elétrica nos sistemas irrigados da safra de "outono-inverno", aliados à vantagem de escape de pragas e doenças e de períodos de déficits hídricos, cada vez mais frequentes.

A possibilidade de cobrança pela utilização de água para irrigação associada ao fator déficit hídrico que ocorre em regiões produtoras importantes, indicam a tolerância à seca como uma característica imprescindível nas futuras cultivares de feijoeiro comum, como também, a tolerância à alta temperatura, devido ao avanço das regiões produtoras para as regiões do Centro-Norte do Brasil, principalmente nos Estados de Tocantins e Mato Grosso. A associação dessas duas características também trará novas possibilidades de produção de feijoeiro comum na região Nordeste, onde seca e alta temperatura associadas são importantes fatores restritivos da produção. Atualmente, já há uma demanda de ampliação da produção visando o mercado externo, evidenciando a necessidade de se direcionar esforços no sentido de desenvolver tipos especiais de grão com calibre maior, para inserir a produção brasileira no mercado internacional, aumentando a renda dos produtores pelo valor agregado de preço diferenciado do produto e pela comercialização em moeda forte.

Apesar dos esforços atuais no desenvolvimento de cultivares que aliem alta produtividade e maior estabilidade, com grãos que

agreguem valores de qualidade tecnológica, protéica e funcional, permanecem ainda desafios como a busca por resistência ao mosaico dourado, a qual permitirá retornar aproximadamente 180 mil hectares ao sistema produtivo. Além dessa doença, a expectativa é, também, a obtenção de resistência estável aos patógenos causadores das enfermidades já presentes no sistema produtivo, assim como das novas doenças que vêm se tornando importantes, como murcha-de-Curtobacterium, nematóide das galhas, mofo branco, podridões radiculares e ferrugem asiática.

As avaliações das linhagens desenvolvidas pelo programa estão sistematizadas por uma estratégia concebida dentro de uma rede nacional organizada, incluindo os estados responsáveis por mais de 90% da produção nacional. Essa rede visa a seleção de linhagens superiores para produtividade, estabilidade e outros atributos agronômicos desejáveis, colocando à disposição dos produtores novas cultivares que atendam às exigências da cadeia produtiva.

A concepção do programa de melhoramento de feijoeiro comum da Embrapa Arroz e Feijão, ao promover a ampliação da base genética mediante cruzamentos inter-raciais e com ancestrais silvestres, além do uso de metodologia de populações via seleção recorrente, procura desenvolver genótipos com base genética mais ampla, que proporcione maior estabilidade, permitindo maximizar os ganhos de seleção.

A utilização de cultivares melhoradas pode contribuir decisivamente para o agronegócio do feijão, como a maior oferta de alimentos, aumento da produtividade da cultura, estabilidade da produção, redução de riscos, redução dos custos de produção, aumento da renda no meio rural, geração de novos empregos, redução do êxodo rural, segurança alimentar, redução das importações, aumento de exportação, menor uso de agroquímicos, preservação do meio ambiente, além de possibilitar a agregação e a transferência de outras tecnologias, consequentemente viabilizando a sua adoção. Uma vez obtidas as novas cultivares possuidoras das características exigidas pelos produtores e consumidores, elas devem ser difundidas, agregando-se técnicas que contribuam para que expressem todo o seu potencial produtivo. O sistema de produção mais adequado para cada uma das cultivares via ajustes fitotécnicos, os seus pontos fortes e os seus pontos fracos devem ser demonstrados para que os clientes as cultivem de modo mais racional.

Cultivares de feijoeiro comum desenvolvidas pela Embrapa a partir do ano 2000

Cultivares melhoradas de feijoeiro comum representam uma das importantes contribuições da pesquisa agrícola para a sociedade brasileira. A contribuição do melhoramento genético do feijoeiro comum está inserida nos 41% de aumento na produtividade nos últimos 10 anos, quando houve também decréscimo de 21% na área plantada e acréscimo de 12% na produção (IBGE, 2006).

A seguir, está apresentada uma breve descrição de cada uma das cultivares. As Tabelas 1 e 2 mostram algumas características morfo-agronômicas e reações às principais doenças das cultivares desenvolvidas pela Embrapa a partir do ano 2000. Já as informações relacionadas aos estados e épocas de semeadura indicados para cada uma dessas cultivares estão nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 1. Cultivares de feijoeiro comum desenvolvidas pela Embrapa a partir do ano 2000 e suas principais características morfoagronômicas.

<i>Cultivar</i>	<i>Ciclo⁴</i>	<i>Grupo Comercial</i>	<i>Massa de 100 grãos (g)</i>	<i>Arquitetura da planta</i>	<i>Ano de lançamento</i>	<i>Produtividade máxima em ensaios de VCU⁵</i>	<i>Adaptação a colheita mecânica⁶</i>
BRS Radiante ¹	P	Manteigão/Rajado	44	Ereto	2001	3544	N
BRS Valente ¹	N	Preto	22	Ereto	2001	4639	A
BRS Vereda ¹	T	Rosinha	26	Semiprostrado	2002	4202	N
BRS Timbó ¹	N	Roxinho	19	Semiereto	2002	3450	N
BRS Marfim ¹	N	Mulatinho	27	Semiereto	2002	3335	N
BRSMG Talismã ²	SP	Carioca	26	Prostrado	2002	3882	N
BRS Grafite ¹	T	Preto	25	Ereto	2003	4744	A
BRS Pontal ¹	N	Carioca	26	Prostrado	2003	4494	N
BRS Requite ¹	N	Carioca	24	Semiprostrado	2003	4609	N
BRS Campeiro ¹	SP	Preto	25	Ereto	2003	4917	A
BRS Horizonte ¹	SP	Carioca	28	Ereto	2004	3909	A
BRS 7762 Supremo ¹	N	Preto	24	Ereto	2004	4292	A
BRS Pitanga ¹	N	Roxinho	20	Semiereto	2004	3508	A
BRS Expedito ³	N	Preto	25	Ereto	2005	3832	A
BRS 9435 Cometa ¹	SP	Carioca	25	Ereto	2005	3700	A
BRSMG Pioneiro ²	N	Carioca	20	Semiprostrado	2005	3522	N
BRSMG Majestoso ²	N	Carioca	27	Semiprostrado	2006	3823	N
BRS Estilo ¹	N	Carioca	26	Ereto	2007	5038	A
BRS Esplendor ¹	N	Preto	22	Ereto	2007	4167	A

¹Cultivar desenvolvida pela Embrapa Arroz e Feijão;

²Cultivar desenvolvida pelo convênio entre Embrapa, EPAMIG, UFLA e UFV;

³Cultivar desenvolvida pela Embrapa Clima Temperado;

⁴P-precoce (< 75 dias); SP-semi-precoce (75 - 85 dias); N-normal (85 - 90 dias); T-tardio (> 90 dias);

⁵Produtividade em kg/ha;

⁶A-adaptada; N-não adaptada.

Tabela 2. Reação das cultivares de feijoeiro comum desenvolvidas pela Embrapa a partir do ano 2000 às principais doenças.

Cultivar	Antracnose ¹	Crestamento Bac- teriano comum ²	Ferrugem ³	Mancha angular ⁴	Mosaico comum ⁵	Mosaico dourado ⁶
BRS Radiante	MR	S	MR	MS	R	S
BRS Valente	MS	S	MS	S	R	S
BRS Vereda	MR	S	R	MR	R	S
BRS Timbó	MR	S	R	MR	R	S
BRS Marfim	MR	S	MR	MR	R	S
BRSMG Talismã	MS	S	SI	S	R	S
BRS Grafite	MS	S	MR	S	R	S
BRS Pontal	R	MR	MR	S	R	S
BRS Requite	MR	S	S	S	R	S
BRS Campeiro	MS	S	MS	S	R	S
BRS Horizonte	MR	S	MR	S	R	S
BRS 7762 Supremo	MR	S	MR	S	R	S
BRS Pitanga	MR	S	MR	MS	R	S
BRS Expedito	MS	S	MS	S	R	S
BRS 9435 Cometa	MR	MS	MR	S	R	S
BRSMG Pioneiro	MR	S	R	S	R	S
BRSMG Majestoso	MR	S	SI	MS	R	S
BRS Estilo	MR	MS	MS	S	R	S
BRS Esplendor	MR	MS	MS	S	R	S

R-resistente; MR-moderadamente resistente; MS-moderadamente suscetível; S-suscetível; SI-sem informação.

¹*Colletotrichum lindemuthianum*;²*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*;³*Uromyces appendiculatus*;⁴*Phaeoisariopsis griseola*;⁵Vírus do mosaico comum do feijoeiro;⁶Vírus do mosaico dourado do feijoeiro.**Tabela 3.** Cultivares de feijoeiro comum indicadas para os estados das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Norte do Brasil, por época de semeadura.

Cultivar	Estado							
	MS	MT	GO/DF	SP	MG	RJ	ES	TO
BRS Radiante	2 ^a		1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	1 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a		1 ^a	3 ^a
BRS Valente	2 ^a	2 ^a , 3 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	3 ^a
BRS Vereda	2 ^a		1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	1 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a			
BRS Timbó	2 ^a	3 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	1 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a			3 ^a
BRS Marfim			1 ^a , 2 ^a , 3 ^a					
BRSMG Talismã					1 ^a , 2 ^a , 3 ^a			
BRS Grafite			3 ^a	1 ^a	3 ^a	3 ^a		3 ^a
BRS Pontal	2 ^a	3 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	1 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a			3 ^a
BRS Requite	2 ^a	3 ^a	2 ^a , 3 ^a	1 ^a	2 ^a , 3 ^a			3 ^a
BRS Campeiro				1 ^a				
BRS Horizonte			1 ^a , 3 ^a	1 ^a				3 ^a
BRS 7762 Supremo			1 ^a , 3 ^a	1 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a			3 ^a
BRS Pitanga			1 ^a , 2 ^a , 3 ^a	1 ^a				
BRS 9435 Cometa	2 ^a	3 ^a	1 ^a , 3 ^a	1 ^a				3 ^a
BRSMG Majestoso					1 ^a , 2 ^a , 3 ^a			
BRS Estilo			1 ^a , 3 ^a	1 ^a				3 ^a
BRS Esplendor			1 ^a , 3 ^a	1 ^a				3 ^a

1^a: semeadura na época das "águas";2^a: semeadura na época da "seca";3^a: semeadura na época de "outono-inverno".

Tabela 4. Cultivares de feijoeiro comum indicadas para os estados das regiões Sul e Nordeste do Brasil, por época de semeadura.

Cultivar	Estado									
	RS	PR	SC	SE	BA	AL	CE	PB	RN	PE
BRS Radiante		1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a				
BRS Valente	1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a				
BRS Vereda		1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a							
BRS Marfim				1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a
BRSMG Talismã		1 ^a , 2 ^a								
BRS Grafite		1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a				
BRS Pontal		1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a				
BRS Requinte		1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a				
BRS Campeiro	1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a							
BRS Horizonte		1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a				
BRS 7762 Supremo		1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a				
BRS Expedito	1 ^a , 2 ^a									
BRS 9435 Cometa		1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a						
BRSMG Pioneiro	1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a							
BRS Estilo		1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a						
BRS Esplendor		1 ^a , 2 ^a	1 ^a , 2 ^a	1 ^a						

1^a: semeadura na época das "águas";

2^a: semeadura na época da "seca";

3^a: semeadura na época de "outono-inverno".

Cultivares com grãos tipo preto

BRS Valente

Cultivar de tipo comercial de grão preto, indicada para as regiões Sul (RS, PR e SC), Centro-Oeste (GO, DF, MT e MS), Nordeste (SE, BA e AL), Sudeste (MG, SP, ES e RJ) e Norte (TO). Apresenta boas qualidades culinárias, porte ereto, ciclo de 90 dias e massa de 100 grãos de 22 gramas. Possui reação resistente ao mosaico comum, reação moderadamente suscetível à antracnose e ferrugem, e reação suscetível à mancha angular, crestamento bacteriano comum e ao mosaico dourado. Em relação à qualidade tecnológica do grão, tem tempo de cozimento de 28 minutos e 19,3% de proteína (DEL PELOSO et al., 2003).

BRS Grafite

Cultivar de tipo comercial de grão preto, indicada para os estados de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina, Sergipe, Bahia, Alagoas e Tocantins. Apresenta boas qualidades culinárias, porte ereto, ciclo tardio (maior que 90 dias) e massa de 100 grãos de 25 gramas. Possui moderada suscetibilidade

à antracnose. É resistente ao mosaico comum e moderadamente resistente à ferrugem, apresenta suscetibilidade ao crestamento bacteriano comum, mancha angular e ao mosaico dourado. Esse lançamento vem atender a uma demanda por cultivares de tipo preto para a região de cerrado e Rio de Janeiro (um dos maiores consumidores de feijão preto no Brasil) com alto potencial produtivo (6% de superioridade média em relação às cultivares Diamante Negro e FT Nobre) (RAVA et al., 2004).

BRS Campeiro

Primeira cultivar de feijoeiro comum com tipo comercial de grão preto obtida via mutação induzida por radiação gama, indicada para as safras das águas e seca nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e das águas em São Paulo. Apresenta boas qualidades culinárias, porte ereto, ciclo semi-precoce (75-85 dias) e massa de 100 grãos de 25 gramas. Possui moderada suscetibilidade à antracnose e ferrugem. É resistente ao mosaico comum, sendo suscetível ao crestamento bacteriano comum, mancha angular e mosaico dourado. Esse lançamento atende a uma demanda por cultivares de tipo preto para a região Sul, com alto potencial produtivo (32% de superioridade média em relação às cultivares Diamante Negro e FT Nobre) e com estabilidade de produção (CARNEIRO et al., 2004).

BRS 7762 Supremo

Cultivar de tipo comercial de grão preto, indicada para as safras das águas e outono/inverno no Estado de Goiás e Distrito Federal, para as safras das águas e seca nos estados do Paraná e Santa Catarina, outono/inverno no Mato Grosso e no Tocantins e águas em São Paulo, Sergipe, Bahia e Alagoas. Apresenta boas qualidades culinárias, porte ereto, ciclo normal (85 a 90 dias) e massa de 100 grãos de 24 gramas. Possui moderada resistência à antracnose e à ferrugem. É resistente ao mosaico comum e apresenta suscetibilidade ao crestamento bacteriano comum, mancha angular e ao mosaico dourado. Esse lançamento vem atender a uma demanda por cultivares de tipo de grão preto, com alto potencial produtivo, com porte ereto (vagens que não tocam o solo, guias curtas e ramificações fechadas) e tolerantes ao acamamento, que permite a colheita mecanizada com baixo índice de perdas, melhor qualidade do grão e menor incidência de doenças em razão da melhor aeração na lavoura e ao não contato das vagens com o solo, principalmente quando a colheita coincide com o período de chuvas (COSTA et al., 2006).

BRS Expedito

Cultivar de tipo comercial de grão preto, com alto potencial de rendimento, indicada para as safras das águas e seca no Estado do Rio Grande do Sul. Apresenta boas qualidades culinárias, porte ereto, resistência ao acamamento, ciclo normal (88 dias) e massa de 100 grãos de 25 gramas. Destaca-se pelo seu teor elevado de proteínas (29%) em relação às demais do grupo preto. Possui reação de moderada suscetibilidade à antracnose e ferrugem. É suscetível à mancha angular, crestamento bacteriano e mosaico dourado. Esse lançamento vem atender a uma demanda por cultivares de tipo de grão preto com porte ereto (permite a colheita mecanizada) (ANTUNES et al., 2007).

BRS Esplendor

Cultivar de tipo comercial de grão preto, indicada para as regiões Sul (Paraná e Santa Catarina), Centro-Oeste (Goiás e Distrito Federal) e Nordeste (Sergipe), além do Estado de São Paulo, na região Sudeste, e Tocantins, na região Norte. Apresenta boas qualidades culinárias, porte ereto, ciclo normal e massa de 100 grãos de 22 gramas. Possui reação resistente ao mosaico comum, moderada resistência à antracnose, moderada suscetibilidade à ferrugem e crestamento bacteriano comum e suscetibilidade à mancha angular e ao mosaico dourado. Esse lançamento vem atender a uma demanda por cultivares de tipo de grão preto com porte ereto e com alto potencial produtivo (4,5% de superioridade média em relação às cultivares BRS Valente e Uirapuru).

Cultivares com grãos tipo carioca

BRSMG Talismã

Cultivar do grupo comercial carioca, indicada para os estados de Minas Gerais e Paraná. Possui as seguintes características: ciclo de 75 a 85 dias, hábito de crescimento indeterminado, porte prostrado e massa média de 100 grãos de 26,5 gramas. Apresenta como vantagens resistência ao mosaico comum, moderada suscetibilidade à antracnose, boas qualidades culinárias e alto potencial produtivo. É suscetível ao crestamento bacteriano comum, à mancha angular e ao mosaico dourado. A BRSMG Talismã, na média de 17 ambientes (de 1998 e 2001), em MG, nas safras das "águas", "seca" e "inverno", produziu 10% a mais que as cultivares Carioca e Pérola (ABREU et al., 2004).

BRS Pontal

Cultivar de tipo comercial de grão carioca, indicada para os estados de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Tocantins, Paraná, Santa Catarina, Bahia, Sergipe e Alagoas. Apresenta boas qualidades culinárias, porte prostrado, ciclo normal (87-90 dias) e massa de 100 grãos de 26 gramas. É resistente à antracnose e ao mosaico comum, apresenta reação de moderada resistência à ferrugem e ao crestamento bacteriano comum, sendo suscetível à mancha angular e ao mosaico dourado. Esse lançamento vem atender a uma demanda por cultivares de tipo carioca com maior resistência à antracnose, alto potencial produtivo (15% de superioridade média em relação às cultivares Pérola e lapar 81) e padrão de grão comercial tipo 'Pérola' (DEL PELOSO et al., 2004c).

BRS Requite

Cultivar de tipo comercial de grão carioca, que apresenta reduzido escurecimento do tegumento do grão durante o armazenamento, associado a boas qualidades culinárias com tempo de cocção reduzido (25 minutos). Apresenta porte semiprostrado, ciclo normal (87-90 dias) e massa de 100 grãos de 24 gramas. Possui reação de moderada resistência à antracnose. É resistente ao mosaico comum e apresenta reação de suscetibilidade à ferrugem, mancha angular, crestamento bacteriano comum e mosaico dourado. Esse lançamento vem atender a uma demanda por cultivares de tipo carioca com maior resistência à antracnose, alto potencial produtivo (8,4% de superioridade média em relação às cultivares Pérola e lapar 81) e padrão de grão comercial tipo 'Pérola', com a vantagem de manter a coloração clara do grão por um período de tempo prolongado (FARIA et al., 2003a).

BRS Horizonte

Cultivar de tipo comercial de grão carioca, que apresenta boas qualidades culinárias, porte ereto, ciclo semiprecoce (75 a 85 dias) e massa de 100 grãos de 28 gramas. Possui reação de moderada resistência à antracnose e à ferrugem. É resistente ao mosaico comum e é suscetível ao crestamento bacteriano comum, mancha angular e mosaico dourado. Esse lançamento vem atender a uma demanda por cultivares de tipo carioca com porte ereto, que possibilita a colheita mecanizada e padrão de grão comercial (MELO et al., 2005).

BRS 9435 Cometa

Cultivar de tipo comercial de grão carioca, indicada para as regiões Sul (PR e SC), Centro-Oeste (GO, DF, MT e MS) e Nordeste (SE, BA e AL), além do Estado de São Paulo, na região Sudeste, e do Tocantins, na região Norte. Apresenta arquitetura de planta ereta, ciclo semiprecoce (média de 78 dias) e massa de 100 grãos de 22 gramas. É resistente ao mosaico comum, moderadamente resistente à antracnose e à ferrugem, moderadamente suscetível ao crestamento bacteriano comum, e suscetível à mancha angular e mosaico dourado. Esse lançamento vem atender a uma demanda por cultivares de tipo de grão carioca com precocidade e arquitetura de planta ereta, que possibilita a colheita mecanizada, proporcionando maior flexibilidade de cultivo aos produtores de feijão (DEL PELOSO et al., 2006).

BRSMG Pioneiro

Cultivar de tipo comercial de grão carioca, indicada para os plantios de safra e safrinha nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Apresenta porte semiprostrado, ciclo normal e massa de 100 grãos de 20 gramas. Possui reação resistente ao mosaico comum e à ferrugem, moderada resistência à antracnose e suscetibilidade à mancha angular, crestamento bacteriano comum e mosaico dourado. Na fase final de avaliação foi 13% superior em produtividade de grãos, quando comparada com a média das testemunhas Carioca e Pérola (MOREIRA et al., 2005).

BRSMG Majestoso

Cultivar de tipo comercial de grão carioca, indicada para o Estado de Minas Gerais. Apresenta arquitetura de planta semiprostrada, ciclo com média de 87 dias da emergência à maturação fisiológica e massa de 100 grãos de 30 gramas. Possui reação resistente ao mosaico comum, moderada resistência à antracnose, reação de moderada suscetibilidade à mancha angular, intermediária à ferrugem e reação de suscetibilidade ao crestamento bacteriano e mosaico dourado. Esse lançamento vem atender a uma demanda por cultivares de tipo de grão carioca com alta produtividade e excelente qualidade do grão, com resistência à antracnose, proporcionando maior flexibilidade de cultivo aos produtores de feijão de Minas Gerais (ABREU et al., 2006).

BRS Estilo

Cultivar de tipo comercial de grão carioca, indicada para as regiões Sul (PR e SC), Centro-Oeste (GO e DF) e Nordeste (SE), além

do Estado de São Paulo, na região Sudeste, e Tocantins, na região Norte. Apresenta porte ereto, ciclo normal e massa de 100 grãos de 26 gramas. Possui reação resistente ao mosaico comum, moderada resistência à antracnose, moderada suscetibilidade à ferrugem e crestamento bacteriano comum e suscetibilidade à mancha angular e ao mosaico dourado. Na fase final de avaliação foi 6,3% superior em produtividade de grãos, quando comparada com a média das testemunhas Pérola e Iapar 81. Além de possuir grãos tipo carioca, que são os preferidos pelos consumidores, apresenta como principais vantagens o porte ereto, a moderada resistência à antracnose e o elevado potencial de rendimento, sendo uma excelente opção para os produtores de feijão carioca de praticamente todas as regiões produtoras do país.

Cultivares com outros tipos de grãos

BRS Radiante

Cultivar de tipo comercial de grão rajado, indicada para as regiões Sul (PR e SC), Centro-Oeste (GO, DF, e MS) e Nordeste (SE, BA e AL), além dos estados de São Paulo e Minas Gerais, na região Sudeste, e do Tocantins, na região Norte. Apresenta boas qualidades culinárias, porte ereto, ciclo precoce (menor que 75 dias) e massa de 100 grãos de 44 gramas. Possui reação resistente ao mosaico comum, moderadamente resistente à antracnose e ferrugem, moderadamente suscetível à mancha angular e suscetível ao crestamento bacteriano e mosaico dourado. Em relação à qualidade tecnológica do grão, tem tempo de cozimento de 38,1 minutos e 19,4% de proteína (FARIA et al., 2003b).

BRS Vereda

Cultivar de feijoeiro comum de grão comercial rosinha, de alta produtividade, porte semiprostrado, resistente à ferrugem e ao mosaico comum, moderadamente resistente à antracnose e à mancha angular e suscetível ao crestamento bacteriano e ao mosaico dourado. Apresenta excelente qualidade tecnológica e industrial do grão, além de proporcionar redução de 30% no custo de produção, quando comparada com cultivares do mesmo grupo comercial, devido à menor aplicação de fungicidas. Essa cultivar é indicada para o plantio nos Estados de GO/DF, MS, MG, SP, PR e SC, para vários sistemas de produção. Seu tipo de grão rosinha lhe confere um valor

agregado na comercialização, maior que os tipos tradicionais carioca e preto (FARIA et al., 2004).

BRS Marfim

Cultivar de feijoeiro comum de tipo comercial mulatinho, indicada para os estados de GO/DF, BA, SE, AL, RN, PB, CE e PE. Apresenta porte semiereto, resistência ao mosaico comum, reação de moderada resistência à antracnose, ferrugem e mancha angular e suscetibilidade ao crestamento bacteriano e ao mosaico dourado. Essa cultivar, quando comparada a outras do mesmo grupo comercial, é de 10 a 20% mais produtiva e apresenta maior massa de 100 grãos. O tipo de grão dessa cultivar atende à tradicional demanda de consumo do Nordeste brasileiro (DEL PELOSO et al., 2004a).

BRS Timbó

Cultivar de grão comercial roxo de alta produtividade, porte semiereto, resistente ao acamamento. É indicada para os estados de GO/DF, MS, MT, SP, MG e TO. Possui resistência ao mosaico comum e à ferrugem e moderada resistência à antracnose, apresentando ainda resistência moderada à mancha angular e suscetibilidade ao crestamento bacteriano comum e ao mosaico dourado. Espera-se, com as características dessa cultivar, uma retomada do cultivo de grão comercial roxo, em função da maior resistência às principais doenças, gerando, inclusive, uma redução de custo de produção pela menor quantidade de fungicidas aplicada (DEL PELOSO et al., 2004b).

BRS Pitanga

Cultivar de tipo comercial de grão roxinho, indicada para as safras da seca e outono/inverno no Estado de Goiás e Distrito Federal e para as águas em São Paulo. Apresenta uniformidade de coloração dos grãos e boas qualidades culinárias. Possui porte semiereto, ciclo normal (85 a 90 dias) e massa de 100 grãos de 20 gramas. Possui moderada resistência à antracnose e ferrugem. É resistente ao mosaico comum e suscetível à mancha angular, crestamento bacteriano comum e mosaico dourado. Esse lançamento vem atender a uma demanda por cultivares de tipo roxinho com maior resistência à antracnose, porte semiereto e padrão de grão comercial com coloração de grãos mais uniforme (RAVA et al., 2005).

Referências

ABREU, A. de F. B.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. de S.; GONÇALVES, F. M. A.; SANTOS, J. B. dos; DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. C. de; CARNEIRO, G. E. de S.; PEREIRA FILHO, I. A. BRSMG Talismã: common bean cultivar with carioca grain type. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 47, p. 319-320, Mar. 2004.

ABREU, A. de F. B.; RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; CARNEIRO, J. E. de S.; DEL PELOSO, M. J.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; FARIA, L. C. de; MELO, L. C.; BARROS, E. G. de; MOREIRA, M. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARTINS, M.; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. da. **BRSMG Majestoso**: mais uma opção de cultivar de grão carioca para o Estado de Minas Gerais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico 134).

ALVES, E. R. de A.; MAGALHÃES, M. C.; GUEDES, P. P. (Ed.). **Calculando e atribuindo os benefícios da pesquisa de melhoramento de variedades**: o caso da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 248 p.

ANTUNES, I. F. ; SILVEIRA, E. P. ; SILVA, H. T. BRS Expedito - nova cultivar de feijão de grãos pretos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 1, p. 135-136, jan. 2007.

CARNEIRO, J. E. de S.; FARIA, L. C. de; PEREIRA, P. A. A.; DEL PELOSO, M. J.; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. da; CARNEIRO, G. E. de S.; SOARES, D. M.; CABRERA DIAZ, J. L.; MELO, L. C.; MESQUITA, A. N. de; FARIA, J. C. de; SILVA, H. T. da; SARTORATO, A.; BASSINELLO, P. Z.; ZIMMERMANN, F. J. P. BRS Campeiro: new black bean cultivar for the South of Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 4, n. 2, p. 258-260, June 2004.

COSTA, J. G. C. da; FARIA, L. C. de; RAVA, C. A.; DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C.; CABRERA DIAZ, J. L.; FARIA, J. C. de; SILVA, H. T. da; SARTORATO, A.; BASSINELLO, P. Z.; ZIMMERMANN, F. J. P. BRS 7762 Supremo - a black common bean cultivar with erect plant type. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 6, n. 2, p. 182-184, June 2006.

DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J. G. C. da; RAVA, C. A.; CARNEIRO, G. E. de S.; SOARES, D. M.; FARIA, L. C. de; CABRERA DIAZ, J. L.; ANTUNES, I. F.; SILVEIRA, E. P.; MESQUITA, A. N.; SARTORATO, A.; FARIA, J. C. de. 'BRS Valente' - black common bean. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 4, p. 311-314, Dec. 2003.

DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. C. de; COSTA, J. G. C. da; RAVA, C. A.; CARNEIRO, G. E. de S.; SOARES, D. M.; CABRERA DIAZ, J. L.; SILVA, H. T. da; SARTORATO, A.; FARIA, J. C. de; ZIMMERMANN, F. J. P. BRS Marfim: new common bean cultivar from mulatinho commercial grain type. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 47, p. 321-322, Mar. 2004a.

DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. C. de; COSTA, J. G. C. da; RAVA, C. A.; CARNEIRO, G. E. de S.; SOARES, D. M.; CABRERA DIAZ, J. L.; SILVA, H. T. da; SARTORATO, A.; FARIA, J. C. de; ZIMMERMANN, F. J. P. 'BRS Timbó': new common bean cultivar of the "roxinho" commercial grain type. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 4, n. 2, p. 261-263, June 2004b.

DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C.; FARIA, L. C. de; COSTA, J. G. C. da; RAVA, C. A.; CARNEIRO, G. E. de S.; SOARES, D. M.; CABRERA DIAZ, J. L.; ABREU, A. de F. B.; FARIA, J. C. de; SARTORATO, A.; SILVA, H. T. da; BASSINELLO, P. Z.; ZIMMERMANN, F. J. P. BRS Pontal: new common bean cultivar with carioca grain type. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 47, Mar. p.323-324, 2004c.

DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. C. de; MELO, L. C.; COSTA, J. G. C. da; RAVA, C. A.; CABRERA DIAZ, J. L.; FARIA, J. C. de; SILVA, H. T. da; SARTORATO, A.; BASSINELLO, P. Z.; TROVO, J. B. de F. **BRS Cometa**: cultivar de feijoeiro comum do tipo comercial carioca de porte ereto. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico 131).

FARIA, L. C. de; COSTA, J. G. C. da; RAVA, C. A.; DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C.; CARNEIRO, G. E. de S.; SOARES, D. M.; CABRERA DÍAZ, J. L.; ABREU, A. de F. B.; FARIA, J. C. de; SARTORATO, A.; SILVA, H. T. da; BASSINELLO, P. Z.; ZIMMERMANN, F. J. P. **BRS Requite**: nova cultivar de feijoeiro comum de tipo de grão carioca com retardamento do escurecimento do grão. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003a. 3 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 65).

FARIA, L. C. de; DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J. G. C. da; RAVA, C. A.; CARNEIRO, G. E. de S.; SOARES, D. M.; CABRERA DIAZ, J. L.; SARTORATO, A.; FARIA, J. C. de. 'BRS Radiante' - sugar common bean. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 4, p. 307-309, Dec. 2003b.

FARIA, L. C. de; DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J. G. C. da; RAVA, C. A.; CARNEIRO, G. E. de S.; SOARES, D. M.; CABRERA DIAZ, J. L.; SILVA, H. T. da; SARTORATO, A.; FARIA, J. C. de; ZIMMERMANN, F. J. P. 'BRS Vereda': new common bean cultivar of the "rosinha" commercial grain type. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 4, n. 2, p. 264-266, June 2004.

IBGE. **Produção agrícola** - 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

MELO, L. C.; FARIA, L. C. de; RAVA, C. A.; DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J. G. C. da; CABRERA DIAZ, J. L.; FARIA, J. C. de; SILVA, H. T. da; SARTORATO, A.; BASSINELLO, P. Z.; ZIMMERMANN, F. J. P. 'BRS Horizonte': new bean variety of the Carioca grain type. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 5, n. 4, p. 473-474, Dec. 2005.

MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. de; CARNEIRO, J. E. de S.; FALEIRO, F. G.; FARIA, L. C. de; CARNEIRO, G. E. de S.; DEL PELOSO, M. J.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; ABREU, A. de F. B.; RAMALHO, M. A. P.; MELO, L. C.; SANTOS, J. B. dos; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. da; SARTORATO, A.; FARIA, J. C. de. **BRSMG Pioneiro**: nova cultivar de feijoeiro comum tipo carioca com alelos de resistência a antracnose e ferrugem, indicada para o Sul do Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 3 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico 113).

RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. da; PEREIRA, P. A. A.; FARIA, L. C. de; DEL PELOSO, M. J.; CARNEIRO, G. E. de S.; SOARES, D. M.; CABRERA DIAZ, J. L.; MELO, L. C.; ABREU, A. de F. B.; FARIA, J. C. de; SILVA, H. T. da; SARTORATO, A.; ZIMMERMANN, F. J. P. BRS Grafite: black bean cultivar recommended for the West Central and Southeast Brazil. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 47, p. 327-328, Mar. 2004.

RAVA, C. A.; FARIA, L. C. de; COSTA, J. G. C. da; DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C.; CABRERA DIAZ, J. L.; FARIA, J. C. de; SILVA, H. T. da; SARTORATO, A.; BASSINELLO, P. Z.; ZIMMERMANN, F. J. P. BRS Pitanga: new dry bean variety of the small purple group. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 5, n. 4, p. 475-476, Dec. 2005.

CAPÍTULO 5

Agregação de Valores com Feijões Especiais

Michael Thung, Dino Magalhães Soares e Homero Aidar

Considerando todos os gêneros e espécies de feijão englobados nas estatísticas da FAO (2007), a produção mundial de feijão situou-se em torno de 18,7 milhões de toneladas, ocupando uma área de 26,9 milhões de hectares. Os países em desenvolvimento respondem por 89,2% da produção mundial e, entre os continentes, a Ásia é o maior produtor mundial, com 45,7%, seguida das Américas (36,7%), África (13,9%), Europa (3,4%) e Oceania (0,2%). Cerca de 66% da produção mundial foi oriunda de apenas sete países, sendo o Brasil o maior produtor, respondendo por 16,3% da produção mundial.

As Américas respondem por 43,2% do consumo mundial de feijão, seguidas da Ásia (34,5%), África (18,5%), Europa (3,7%) e Oceania (0,1%). Os países em desenvolvimento são responsáveis por 86,7% do consumo mundial. No Brasil, o consumo *per capita* de feijão, na década de 70, era de 18,5 kg⁻¹ hab⁻¹ ano⁻¹; já em 2002, baixou para 16,3 kg⁻¹ hab⁻¹ ano⁻¹. O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie mais cultivada entre as demais do gênero *Phaseolus*.

O cultivo dessa leguminosa é difundido em todo o território nacional, no sistema solteiro ou consorciado com outras culturas. Essa grande dispersão da produção tem dificultado a organização da cadeia produtiva, especialmente nas regiões onde predominam propriedades menores, quando estas não estão devidamente organizadas entre si.

No tocante aos tipos de grão produzidos, os do tipo carioca, seguidos dos de cor preta, dominam as áreas de cultivo e o mercado. Por outro lado, esses feijões são aceitos basicamente no mercado nacional, com chances mínimas de transação internacional. Esse fato faz com que tanto a produção quanto o preço pago aos produtores oscilem consideravelmente ao longo do mesmo ano e entre anos (Fig. 1). Além disso, parte considerável da pequena parcela de feijões especiais consumidos no Brasil é importada, principalmente da Argentina e Estados Unidos.

Com os adventos da vaca louca e da gripe aviária houve uma tendência de crescimento mundial da demanda, na alimentação humana, de outras fontes de proteína, incluindo-se o feijão.

O cultivo de feijões especiais, predominantes nas transações internacionais, é uma boa opção para os pequenos e grandes produtores, uma vez que agrega valor ao produto, pelas suas características e, atualmente, têm mercado garantido. Isso possibilita nos inserir no mercado internacional.

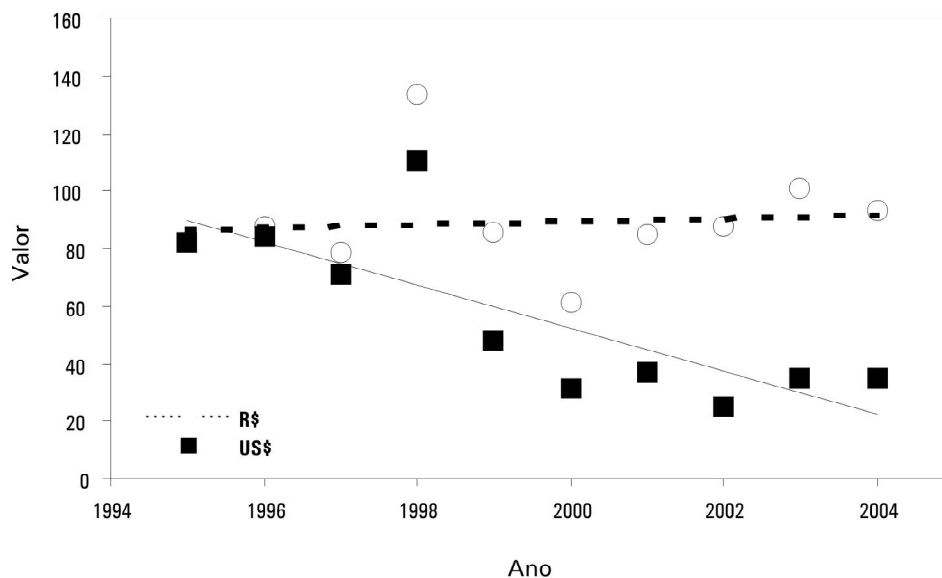


Fig. 1. Variação do preço da saca de 60 kg de feijão de 1994 a 2004, em reais (R\$) e dólares (US \$).
Fonte: adaptado de Indicadores da Agropecuária (1994-2004).

Para produzir esses feijões, entretanto, há necessidade de aplicação de uma tecnologia diferenciada, porque são mais exigentes e menos eficientes fisiologicamente, nas condições tropicais, devido à ineficiência de translocação de carboidratos, mantendo o caule principal verde por longo tempo, em razão da falta de sincronização no processo de maturação fisiológica.

O alvo dessa produção, ou seja, os importadores, é um mercado padronizado e muito exigente, e que, por isso, paga um preço bem superior em relação àqueles pagos aos feijões tradicionais.

Principais tipos de feijões especiais

As principais características dos tipos de feijões especiais, mais transacionados internacionalmente, encontram-se nas Tabelas 1 e 2. Observa-se a grande variabilidade de cores, tamanho e formato dos grãos e, ainda, da maneira como são consumidos.

Tabela 1. Classes comerciais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) mais importantes no mercado mundial.

<i>Cor principal</i>	<i>Internacional</i>	<i>Classe comercial</i>	
		<i>América Latina</i>	<i>Outros continentes</i>
Branco	Navy		
	Small White	Panaminto(Per), Blanquito, Arroz	
	Great Northern		Dermanson (Tur)
	White Marrow	Caballero-Cristal Blanco (Chl)	
	Yellow Eye		Soldier
	White Kidney		Selanik
	Canellini	Alubia (Arg)	Horos, Lingot
	Fabada		Fabada (Esp)
Creme	Pinto	UI 114, Bill Z (USA)	
	Cranberry	Cargamanto (Col)	Borlotto (Ita)
			Barbunya (Tur)
		Frutilla (Chl) - Cacahuete (Mex). Mulatinho, Bico de Ouro, Carioca	Speckled Sugar
Amarelo	Peruano	Peruano (Mex), Canario (Per)	
		Manteca (Arg) <i>Ph. lunatus</i>	
		Mantequilla (Equ)	
		Azufrado (Mex)	
		Enxofre, Jalinho, Jalo	
Marrom	Brown	Chumbinho (Bra)	
Rosado	Red Kidney		
	Light Red Kidney		
	Pink	Rosinha (Bra)	
		Sabanero, Uribe (Col)	
		Flor de Mayo (Mex)	
Vermelho	Dark Red Kidney		
	Red Mexican		
	Red Pinto	Calima, Nima	Rose Coco
	Red Marrow	Bola Roja , Bola Vermelho	
	Small red	Vermelho 2157	
Roxo		Roxão	
		Roxo	

Tabela 2. Características físicas e uso comercial dos feijões produzidos nos Estados Unidos da América.

<i>Classe comercial</i>	<i>Massa de 100 sementes (g)¹</i>	<i>Nome da cultivar</i>	<i>Caract. físicas</i>	<i>Uso comercial</i>
Branco				
1. Navy	17-20	C-20 Seafarer Fleetwood Sanilac	Semente branca hilo ovalado/ elipsóide	-Enlatado c/molho tomate -Cozido p/doce - Feijão c. porco -Sopa condensado -Empacotado seco
2. Small White	15-16	Califórnia Aurora	Semente branca Alargado até achatado	-Enlatado (doces) -Empacotado seco
3. Great Northern	38-40	Beryl Harris	Alargada até achatada	-Enlatado em caldo -Empacotado seco
Feijão com cor sólida				
1. Kidney (Ligth Red) (Dark Red)	48-56	Montcalm Isabela Sacramento Charlevoix	Vermelho claro a escuro com hilo branco com forma de rim	-Enlatado em caldo -Salada de feijão acidificado - Carne com chili -Empacotado seco -Cozido ou congelado
2. Black	16-19	Black T.Soup T-39 Black Magic	Semente preta, hilo ovalado/ elipsóide	-Enlatado como pasta -Enlatado como sopa -Enlatado em caldo
3. Small Red Beans	32-36	Rufus	Alargado até achatado, cor marrom a vermelho escuro com hilo branco	-Arroz c/feijão -Enlatado refrigerado -Empacotado seco
4. Pink	32-36	Viva	Alargado até achatado, rosada, hilo branco	-Enlatado ou refrigerado
Feijão c/mais de uma cor				
1. Pinto	36-42	Oletha	Café jaspeado com fundo bege, escurece durante armazenamento, Alargado até achatado	-Enlatado em caldo -Refrigerado -Empacotado seco
2. Cranberry	45-50	Michigan-Improved Taylor	Café jaspeado com fundo bege, elipsoidal	-Enlatado em caldo ou em molho -Empacotado seco

¹Pequeno: 16-24; Médio: 25-40; Grande: >40.

Demanda brasileira por feijões especiais

O Brasil importa, anualmente, até 18 mil toneladas de feijão branco ao preço de US\$ 0,75 kg⁻¹ ou R\$ 1,50 kg⁻¹; equivalente a US\$ 13.500.000,00 ou cerca de R\$ 27.000.000,00. Além deste, o Brasil importa, ainda, cerca de 100 mil toneladas de feijão preto, principalmente da Argentina e tipo carioca da Bolívia.

O preço desses feijões especiais pago pelos consumidores nos supermercados e feiras varia entre R\$ 4,00 e R\$ 5,00 kg⁻¹, correspondendo a R\$ 240,00 a R\$ 300,00 por saca de 60 kg.

No Brasil, predomina a produção dos feijões tipo carioca e preto. Já a de grãos, representados pelo Jalo, Iraí, Rajado, Bagajó, Cavalo, Manteigão (VIEIRA, 1960), Branco mediano (CHAGAS et al., 1994), com alguma similaridade àqueles do mercado internacional, ainda é pequena.

Os feijões pretos são produzidos em regiões tradicionais como o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, e apresentam baixa qualidade comercial, sendo pouco demandados por grande empacotadores por apresentarem grãos pequenos e desuniformes, resultantes de grande mistura varietal. Os pequenos agricultores dessas regiões, de modo geral, utilizam cultivares tradicionais cuja qualidade não atende ao requerimento dos consumidores e, além disso, no processo de comercialização, os intermediários juntam várias cultivares para preenchimento de carga e transporte aos pontos de processamento e empacotamento. Por isso mesmo, essa mescla de feijões pretos não apresenta padronização de qualidade organoléptica.

Ademais, a falta de oferta de feijões especiais no mercado interno para o consumo da população brasileira é que tem induzido à preferência quase absoluta pelo tipo carioca. À medida que esses feijões forem melhor disponibilizados a preço mais acessível, sem dúvida, poderá haver mudança na preferência do consumidor, graças à inigualável qualidade organoléptica que apresentam. Essa possível mudança, com certeza, tornará o feijão brasileiro uma *commodity*, evitando assim, as grandes flutuações na produção e no preço pago aos produtores.

Mercado mundial de feijões especiais

Os países Mediterrâneos e do Oriente Médio são importadores do tipo branco com grãos medianos a grandes (VOYSEST; DESSERT, 1991). A Espanha importa feijões do tipo branco especial, com grão grande, do tipo Alubia, de arcervo Andino (SINGH et al., 1991). A Itália, além do tipo

branco especial, importa os do tipo rajado, a exemplo do Cranberry ou Borlotto. A Colômbia, República Dominicana e Haiti importam os tipo cavalo (Calima), de cor rajada com fundo marrom. O Panamá, Belize, Jamaica e Porto Rico importam o tipo “em forma de rim”, de cor rosada, como o Light Red Kidney. Finalmente, Cuba importa o tipo “em forma de rim” com cor marrom, como o Dark Red Kidney. Na Tabela 3, encontram-se os países que mais importam feijão.

Tabela 3. Países maiores importadores de feijão.

País	Quantidade (1000 t)		Valor em US \$ (1000)	
	2004	2005	2004	2005
Índia	281,43	304,11	864,84	1353,27
Estados Unidos	154,24	147,41	955,73	1068,39
Reinos Unidos	109,73	114,53	619,88	742,40
Itália	103,01	92,43	722,28	657,65
Brasil	79,20	100,70	260,53	431,33
México	62,19	79,03	415,86	562,18
Espanha	57,95	47,80	430,61	384,39
África do Sul	50,32	53,03	199,42	198,90
Mundial	2.440,66	2.522,05	1.208,54	1.361,44

Fonte: FAO (2007).

Conforme a FAO (2007), as produções anuais desses feijões no período de 2001 a 2005 variaram de 21,5 a 24,2 milhões de toneladas, das quais de 2,2 a 2,9 milhões foram transacionados. O valor da exportação de feijão no mundo está em torno de US\$ 1,2 bilhão (Tabela 4). Trata-se de volume de produção equiparado à produção anual brasileira e um quarto desse valor é creditado à China. A Argentina representa apenas um quarto de volume de feijão produzido e exportado pela China.

Tabela 4. Mercado mundial de feijões especiais – período de 2001-2005.

Discriminação	Ano				
	2001	2002	2003	2004	2005
Produção (x 1000 t)	21,52	23,41	24,18	22,16	22,88
Exportação (x1000 t)	2,27	2,59	2,94	2,51	2,48
Valor de exportação (x 1000 US\$)	1.027,11	1.137,16	1.189,02	1.140,48	1.278,68

Fonte: FAO (2007).

Os países tradicionais reconhecidos como grandes exportadores de feijão são China, Estados Unidos, Canadá, Myanmar e, em menor

escala, a Argentina. A China é o país com maior volume de exportação, cerca 800.000 toneladas anualmente, sendo quase três vezes maior que as exportações dos Estados Unidos ou Canadá. O Brasil exporta feijão para alguns países em menor escala (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Quantidade de feijão (1000 t) comercializada pelos grandes países exportadores – período de 2001-2005.

País	Ano				
	2001	2002	2003	2004	2005
China	641,49	785,15	975,78	718,15	799,69
Estados Unidos	365,89	361,24	355,34	315,62	294,13
Canadá	264,13	274,68	316,78	318,49	273,83
Myanmar	206,87	235,24	33,79	294,71	306,25
Argentina	265,26	245,45	216,88	168,05	198,97
Brasil	2,32	16,20	2,69	2,00	2,29
Total mundo	2.277,16	2.598,09	2.942,82	2.516,05	2.485,17

Fonte: FAO (2007).

Tabela 6. Exportações e importações de feijões pelo Brasil, entre 1998 e 2003, em toneladas.

Item/destino/origem	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Exportações						
Feijões secos, em grão ¹	6.165	2.538	4.702	2.319	16.199	2.685
África do Sul	542	1.075	729	1	-	814
Angola	85	445	2.331	1.440	8.866	603
Japão	55	157	554	565	135	471
Estados Unidos	2	106	32	86	1.909	340
Importações						
Feijões secos, em grão ¹	210.949	92.808	78.782	130.209	82.303	103.277
Argentina	155.875	54.489	69.730	115.773	65.777	89.908
Bolívia	7.438	6.283	8.117	10.239	15.763	12.801
Peru	1.245	771	394	496	481	230
Hong Kong	160	-	41	63	63	147

Fonte: Brasil (2007).

Recomendações técnicas para o cultivo de feijões especiais

• Solo

A maioria dos solos no Brasil são inférteis, portanto, precisam de adubação adequada para produzir feijões com produtividade

economicamente viável (THUNG, 1991; THUNG; OLIVEIRA, 1998). A adubação nos feijões especiais é mais exigente, porque os grãos tem que atingir tamanho grande em curto tempo .

Deve-se dar preferência a solos arenosos ou solos com cobertura de palhada, para que no momento da colheita os grãos de feijão não sejam, evitando assim a perda do valor comercial. A correção do solo com calagem deve ser feita sempre que necessário, atendendo às exigências da cultura e conforme a recomendação para o local, seguindo a análise de solo.

Caso a área destinada ao cultivo seja um solo vermelho ou escuro, uma prática viável é fazer a semeadura direta sobre a cobertura morta, preferencialmente a cobertura de gramíneas, ex. braquiária. Mas para isso, é necessário que a cobertura seja preparada com antecedência, normalmente nos meses de setembro/outubro, para que no ano seguinte seja feita a dessecação e a semeadura na época de outono/inverno ou meses de abril a maio. Se a semeadura for feita no sistema de manejo convencional, em solos com aquelas características, o produtor corre o risco de perder a qualidade comercial em virtude de sua impregnação de terra.

• Semeadura e adubação

No caso de semeadura em local com cobertura vegetal, a dessecação com glifosate deve ser feita com antecedência mínima de uma semana.

As sementes devem ser tratadas com fungicida e inseticida recomendados para a cultura.

Quanto à adubação, deve haver um suprimento adequado de nutrientes para atingir não só boas produtividades mas, sobretudo, o tamanho de grãos dentro dos padrões comerciais. Além disso, exige alta demanda de adubação mineral, por se tratar de planta de hábito de crescimento determinado, do tipo I – arbustiva e sem guia, ou hábito indeterminado, tipo II – arbustivo e guia curto, com curto ciclo vegetativo, em geral, menor que 85 dias na safra de inverno (WHITE; GONZALEZ, 1990).

O nitrogênio é o principal nutriente para a produção de feijões especiais, pois determina o tamanho do grão, que é o principal critério observado pelos empacotadores/exportadores. A disponibilidade desse nutriente deve ser adequada desde o início do crescimento,

possibilitando às plantas um desenvolvimento rápido em curto período de tempo, culminando numa planta bem estruturada para a futura translocação de carboidratos, durante o enchimento das vagens.

A dose mínima de N na operação de semeadura deve ser em torno de 30 kg ha⁻¹, além dos 48 kg ha⁻¹ de N, antecipado, que devem ser aplicados imediatamente antes da semeadura, incorporados em sulcos distanciados em 40-50 cm, aplicado paralelamente ou transversalmente ao sulcos de semeadura. Em solos de boa fertilidade química, deve-se, ainda, aplicar 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Deve-se dar, também, a devida atenção para os micronutrientes essenciais, conforme a análise de solo.

A adubação nitrogenada em cobertura pode ser feita utilizando uréia ou sulfato de amônio, na dosagem de 100 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente. Esta deve ser realizada antes de 10 dias após a emergência do feijão.

Caso não seja possível aplicar adubação de cobertura, pode-se aplicar estas doses junto à aplicação antecipada, somando até 90 - 96 kg N por ha.

• Espaçamento

O espaçamento entre sulcos deve ser de 30-40 cm (Tabela 7) e com uma distribuição das sementes de modo a se obter uma população de 250 a 300 mil plantas ha⁻¹ (ARF et al., 1996). Deve-se ter o cuidado para que as sementes fiquem a uma profundidade de 3-4 cm (THUNG et al., 1984).

Tabela 7. Efeito do espaçamento e da densidade de semeadura sobre o rendimento de cultivares de feijão. Safra 2006.

Cultivar	Tipo	Espaçamento (cm)			
		30	40	50	60
BRS Grafite	II	3.200	3.664	2.981	2.602
BRS Pontal ¹	II/III	3.860	3.969	4.019	3.477
SUG 33 ¹	II	3.234	3.475	3.016	3.021
DRK 18	I	3.608	3.089	3.244	2.697
WAF 75	I	2.669	2.226	2.001	1.900

¹Planta de hábito determinado.

Fonte: informação obtida de Corival Cândido da Silva, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

Além da perda de produtividade, espaçamentos maiores podem causar maiores problemas no controle das plantas daninhas, mesmo com a aplicação de herbicidas pós-emergentes.

Quando a semeadura for realizada mecanicamente, o equipamento deve ser cuidadosamente regulado, para fazer uma distribuição uniforme das sementes e evitar quebra das mesmas, proporcionando, assim, um número adequado de plantas na lavoura equidistantemente distribuídas. A velocidade da semeadora deve ser constante e abaixo de $4,5 \text{ km h}^{-1}$. Cada falha na lavoura representa uma perda significativa no rendimento. Grafite em pó deve ser misturado às sementes para facilitar o deslocamento do compartimento das sementes para o mecanismo dosador e, posteriormente, para o solo.

• **Uso de sementes**

Em função da falta de resistência às doenças e pragas tropicais, uma vez que trata-se de feijões de acervo Andino introduzidos e não melhorados para as nossas condições, o material de propagação para a produção de grãos para a comercialização deve ser oriundo de multiplicação feita, de preferência, em várzeas subirrigadas do vale do Javaés-TO, que produzem um material naturalmente sadio. Sua re-multiplicação em terras altas somente deverá ser feita se, na lavoura, não houve a incidência de doenças transmissíveis pela semente. Seu controle sanitário, com defensivos, caso haja ocorrência, também não garante a eliminação dos patógenos da semente.

• **Plantadora**

Devido ao grande tamanho da semente, qualquer erro na semeadura pode causar grande redução na população final de plantas. O primeiro passo é adequar o diâmetro dos furos do disco dosador de sementes, de modo que não ocorram danos mecânicos às mesmas. Também, durante a época de chuva, as sementes incham após a absorção da umidade do ar, aumentando o seu tamanho, necessitando assim, de adequação nos furos do disco. Se houver disponibilidade, usar plantadoras pneumáticas.

• **Controle de doenças e pragas**

As cultivares de feijão especial são suscetíveis às doenças pela falta de melhoramento genético às condições tropicais, portanto, deve-se ficar atento para se processar o controle, caso elas ocorram. As

aplicações de fungicidas e de inseticidas devem ser feitas de forma eficiente, com uniformidade de fluxo do produto.

No caso de doenças como a ferrugem, o produto deve atingir também a parte dorsal das folhas.

Doenças como a antracnose, o crestamento bacteriano comum, a mancha angular, o oídio e o mofo branco podem atacar a lavoura e provocar manchas nos grãos em feijões brancos, depreciando-os.

• Controle de pragas

Pragas como vaquinhas, cigarrinha verde, mosca branca e lagarta das vagens podem prejudicar a lavoura e danificar os grãos, portanto, devem ser controladas rigorosamente.

A maioria dos insetos fica na parte dorsal das folhas, e a aplicação sem turbulência do produto não possibilitará que ele atinja o inseto, se o modo de ação for por contato.

• Colheita

Os feijões brancos, pelas próprias características genéticas, são mal translocadores de carboidratos, e, portanto, o seu caule permanece verde mesmo as vagens estando secas. Assim, um cuidado especial que se deve ter com esses feijões é evitar que se sujem de terra. Portanto, qualquer que seja o método de colheita, deve-se ficar atento a isso. No caso de trilha mecanizada, a trilhadora deve ser adequada para ser utilizada em grãos grandes, ou seja, cuja massa de 100 grãos varie de 40 a 50 gramas. A rotação do cilindro deve ser a mais baixa possível e a distância entre o cilindro ou rotor e o côncavo deve ser maior do que quando utilizado para grãos pequenos. A quebra das sementes ocorre normalmente no processo de trilha, em que a planta com vagens entra no côncavo e é batida pelo rotor ou cilindro, sendo que o impacto sofrido pelas sementes de feijão depende da velocidade do cilindro. Assim, deve-se diminuir a velocidade do cilindro para a mais baixa possível, desde que ainda apresente eficiência na trilha.

Nos elevadores de semente dentro da trilhadora, deve-se verificar a distância entre a rosca sem fim e as paredes laterais. É importante, também, verificar com frequência, na saída da palhada, se não estão saindo vagens sem serem trilhadas.

Outro aspecto importante a ser verificado no momento da colheita, mais especificamente no arranquio das plantas, quando tratar-se de colheita semimecanizada, é que essa operação deve ser realizada quando as vagens estiverem quase secas, sem possibilidade de abrirem durante o processo. Após o arranquio, as plantas devem ser colocadas com as raízes para cima, para completarem a secagem. Se for realizar o enleiramento, visando o recolhimento e a trilha mecanizada, deve-se ter o cuidado para dosar a espessura da leira de modo a ficar adequada para se obter maior eficiência da máquina. Sempre que possível, as leiras devem ficar sobre uma camada de cobertura morta para evitar excesso de poeira dentro do cilindro. Entre o arranquio e o enleiramento deve haver um intervalo de quatro a sete dias, sendo que o indicador para essa tomada de decisão é quando o caule principal estiver seco e sua coloração passar de verde para bege. Se a trilha for realizada quando o caule principal ainda estiver verde, a sua umidade pode manchar os grãos, além da trilha ser dificultada. É importante ainda ressaltar que a poeira pode aderir aos grãos de feijão, os quais não serão limpos adequadamente durante o beneficiamento e isto constitui um fator decisivo para a obtenção de bons preços no mercado.

• Beneficiamento

Durante o processo de beneficiamento, o que pode ser feito utilizando-se a mesa de gravidade é a separação dos grãos quebrados e manchados, deixando o produto final com qualidade adequada para a comercialização. Deve-se utilizar embalagem nova, de qualquer tipo de material, desde que não manche aos grãos, principalmente os brancos. Nesses grãos brancos, a sujeira ou poeira pode produzir manchas na superfície do grão, reduzindo o seu valor comercial. Os grãos devem ser armazenados com umidade abaixo de 14%. Uma parte do refugo, constituído pelos grãos inteiros, mas manchados por poeira ou sumo de caule verde, pode ser utilizada como semente para a próxima safra, observando que esse grão não pode ser denominado como semente para evitar problemas fiscais.

• Comercialização

Os feijões especiais agregam vantagens ao momento da comercialização, primeiro porque não há necessidade de pressa para vendê-los, ainda que, por enquanto, o mercado desse tipo de grão seja limitado. Nessa condição, esse tipo torna-se não sujeito à flutuação de preço imposta pelos intermediários. Em segundo lugar, a vantagem é

que a maioria dos grãos especiais pode ser armazenada por muito mais tempo, sem sofrer o processo de escurecimento, como acontece com o grão carioca.

É importante contudo, contatar previamente os empacotadores, para assegurar a compra do produto após a colheita.

Referências

ARF, O.; SÁ, M. E. de; OKITA, C. S.; TIBA, M. A.; GUERREIRO NETO, G. G.; OGASSAWARA, F. Y. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 9, p. 629-634, set. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura mundial**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 22 nov. 2007.

CHAGAS, J. M.; ARAÚJO, G. A. de A.; VIEIRA, C. Ouro branco, cultivar de feijão branco para Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 4, n. 234, p. 217-221, 1994.

FAO. **Faostat**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 12 set. 2007.

INDICADORES DA AGROPECUÁRIA. Brasília, DF: CONAB, 1994-2004.

SINGH, S. P.; GEPTS, P.; DEBOUCK, D. G. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). **Economic Botany**, Bronx, v. 45, n. 3, p. 379-396, 1991.

THUNG, M. Bean agronomy in monoculture. In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYSEST, V. O. (Ed.). **Common beans: research for crop improvement**. Wallingford: CAB: CIAT, 1991. p. 737-834.

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. 172 p.

THUNG, M.; ORTEGA, J.; RODRIGUEZ, R. Respuesta al fósforo aplicado a dos profundidades y su efecto en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Suelos Ecuatoriales**, Bogotá, v. 14, n. 1, p. 1-9, 1984.

VIEIRA, C. Manteigão fosco-11, variedade de feijão para a Zona da Mata, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 11, n. 62, p. 98-102, 1960.

VOYSEST, O. V.; DESSERT, M. Bean cultivars: classes and commercial seed types. In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYSEST, V. O. (Ed.).

Common beans: research for crop improvement. Wallingford: CAB: CIAT, 1991. p. 119-162.

WHITE, J. W.; GONZALEZ, A. Characterization of the negative association between seed yield and seed size among genotypes of common bean. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 23, n. 3/4, p. 159-175, June 1990.

CAPÍTULO 6

*Zoneamento Agroclimático para o
Feijão (2ª Safra) nos Estados de
Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do
Sul, Minas Gerais e Bahia*

Silvando Carlos da Silva e Janainna Rodrigues Ribeiro

No planejamento da agricultura, mais que em qualquer outro setor da economia, devem-se considerar as características climáticas de uma localidade. Isto porque o desempenho do setor agrícola é afetado diretamente pela diminuição da oferta de produtos, se as condições do tempo forem adversas. Portanto, a informação meteorológica é um componente dos mais importantes para quem vai trabalhar economicamente com plantas e animais. É imprescindível para o produtor saber a importância da temperatura do ar, da radiação solar e, principalmente, da água no desenvolvimento vegetal.

Na agricultura moderna, os incrementos nos rendimentos e redução dos custos e dos riscos de insucesso dependem cada vez mais do uso criterioso dos recursos financeiros. Neste processo, o agricultor deve tomar decisões em função dos fatores de produção disponíveis e dos níveis de risco envolvendo sua atividade, visando uma maior rentabilidade. Dentre todos os fatores envolvidos na produção agrícola, o clima apresenta-se como um dos únicos praticamente incontrolável. Vários são os exemplos de quebras de safras devido à ocorrência de adversidades climáticas, causando enormes prejuízos à agricultura e à sociedade brasileira. Diante disto, para que qualquer empreendimento agrícola seja revestido de sucesso, as respostas interativas entre clima-planta precisam ser adequadamente quantificadas e monitoradas. Para tanto, é de suma importância conhecer os elementos climáticos - definidos como grandezas que quantificam o clima, ao longo dos anos, como por exemplo, a radiação solar, a temperatura do ar, a precipitação pluvial, o fotoperíodo, dentre outras - os quais exercem grande influência na produção agrícola.

Entre os elementos climáticos que mais influenciam na produção de feijão, podemos salientar a temperatura, a radiação solar e a precipitação pluvial. Em relação ao fotoperíodo, a planta de feijão pode ser considerada fotoneutra.

Elementos climáticos e o feijoeiro

Temperatura do ar

A temperatura do ar pode ser considerada o elemento climático que mais exerce influência sobre a porcentagem de vingamento de vagens e, de maneira geral, faz referência ao efeito prejudicial das altas temperaturas sobre o florescimento e a frutificação do feijoeiro.

Com relação à germinação do feijoeiro, valores de temperatura em torno de 28°C são considerados ótimos.

É sabido que o rendimento de grãos do feijoeiro é bastante afetado quando a temperatura do ar, na floração, apresenta valores acima de 35°C. Da mesma forma, temperaturas do ar abaixo de 12°C podem provocar abortamento de flores, concorrendo para um decréscimo no rendimento do feijoeiro. Além disto, áreas que apresentem umidade relativa e temperatura do ar acima de 70% e 35°C, respectivamente, são mais suscetíveis à ocorrência de várias doenças.

Para que o feijoeiro possa atingir seu rendimento potencial, torna-se necessário que a temperatura do ar apresente valores mínimo, ótimo e máximo como sendo 12°C, 21°C e 29°C, respectivamente. Por outro lado, regiões que apresentam valores de temperaturas do ar noturnas altas provocam maiores prejuízos ao rendimento do feijoeiro.

Áreas da região Centro-Oeste, norte de São Paulo, sul de Minas Gerais e algumas localidades do Nordeste Brasileiro apresentam as melhores condições climáticas para produção de sementes de feijão, de alta qualidade. As condições do Sul do Brasil, nas temperaturas mais amenas e alta umidade relativa do ar, exigem dos produtores de sementes a adoção de um eficiente esquema de manejo e tratamento fitossanitário para a obtenção de um produto sadio (BRAGANTINI, 1996).

Radiação solar

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

A utilização da radiação solar pelas plantas depende da capacidade de interceptação e de utilização da luz, ou seja, capacidade fotossintética. Desta forma, estudos agrometeorológicos sobre radiação solar em uma comunidade vegetal devem considerar não apenas o processo fotossintético, mas também a estrutura do dossel.

A taxa fotossintética de uma cultura depende não somente da distribuição de radiação solar nas diferentes camadas de folhas como também do total absorvido em cada camada. O total de radiação solar que é interceptado, e eventualmente absorvido por uma camada de folhas, está diretamente relacionado com o ângulo foliar, declinação solar, distribuição espectral da radiação, e estruturação das folhas no dossel.

A cultura do feijoeiro, quando exposta a baixa quantidade de radiação solar, apresenta decréscimo no índice de área foliar, concorrendo para uma menor área de interceptação de energia, interferindo em todo seu metabolismo fisiológico (PORTES, 1996). Por outro lado, em condições de alta radiação solar, os índices foliares serão maiores. Porém, isto não significa que haverá um aumento no rendimento da cultura, pois maior produção de grãos está diretamente relacionada à eficiência fotossintética da cultivar.

A radiação solar influencia consideravelmente as taxas de fotossíntese das plantas. O valor de saturação de radiação solar varia com a idade e o tipo da planta. De uma forma geral, pode-se citar que regiões que apresentam valores de radiação solar em torno de $150\text{-}250\text{W m}^{-2}$ podem ser consideradas como ideais para o desenvolvimento do feijoeiro. Acima de 400W m^{-2} a taxa de fotossíntese é praticamente constante.

Precipitação pluvial

A água é o componente principal na caracterização do habitat dos seres vivos. A quantidade e/ou distribuição das chuvas é um dos elementos climáticos que contribuem na definição de vida de uma área ou região.

Os processos hidrológicos são aleatórios, ou seja, não é possível saber que evolução terão os valores de precipitação pluvial ao longo do tempo e espaço. Este fato, conseqüentemente, gera dificuldades no planejamento das atividades agrícolas. Portanto, acredita-se que a utilização de séries longas de dados e alta densidade de pontos possibilitará um melhor entendimento sobre a distribuição espacial da precipitação pluvial de uma região.

A cultura do feijoeiro, quando submetida a estresse hídrico, apresenta redução na área foliar e aumento da resistência estomática (STONE; SARTORATO, 1994). Quando a diminuição de água ocorre no período de floração, poderá haver redução na altura da planta, no tamanho das vagens, no número de vagens e de sementes por vagem. Com isto, conseqüentemente, ocorrerá um decréscimo no rendimento da cultura (SILVA; XAVIER, 1999).

Por outro lado, o excesso de água também poderá trazer prejuízos a cultura do feijoeiro, principalmente, se ocorrer chuvas na época da colheita (MEIRELES et al., 1997). Diante destes fatos, torna-se necessário definir áreas, regiões e períodos de semeadura mais apropriados ao cultivo do feijoeiro em função da quantidade e, principalmente, da distribuição de chuvas. Portanto, isto poderá ser materializado com a realização de um zoneamento agroclimático (SILVA et al., 1999).

Pode ser visto na Fig. 1, de forma espacial, o risco climático a que a cultura do feijoeiro está exposta, considerando-se ciclo da cultivar, capacidade de armazenamento de água no solo e período de semeadura, nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia. Este estudo foi baseado na determinação do balanço hídrico considerando-se precipitação pluvial, evapotranspiração potencial e real, capacidade de armazenamento de água no solo, coeficiente de cultura e 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 a sua máxima produtividade. Com este parâmetro é possível definir, em termos de estresse hídrico, se uma localidade, em um dado período, apresenta condições favoráveis ou não ao cultivo do feijoeiro.

Na Fig. 1, observa-se que, com o aumento da capacidade de armazenamento de água no solo, ocorre um acréscimo de áreas com condição de baixo risco climático ao cultivo do feijão. Portanto, é essencial um preparo de solo mais adequado, para aumentar sua capacidade de armazenamento de água, para posteriormente suprir as necessidades hídricas da cultura por um período de seca mais longo.

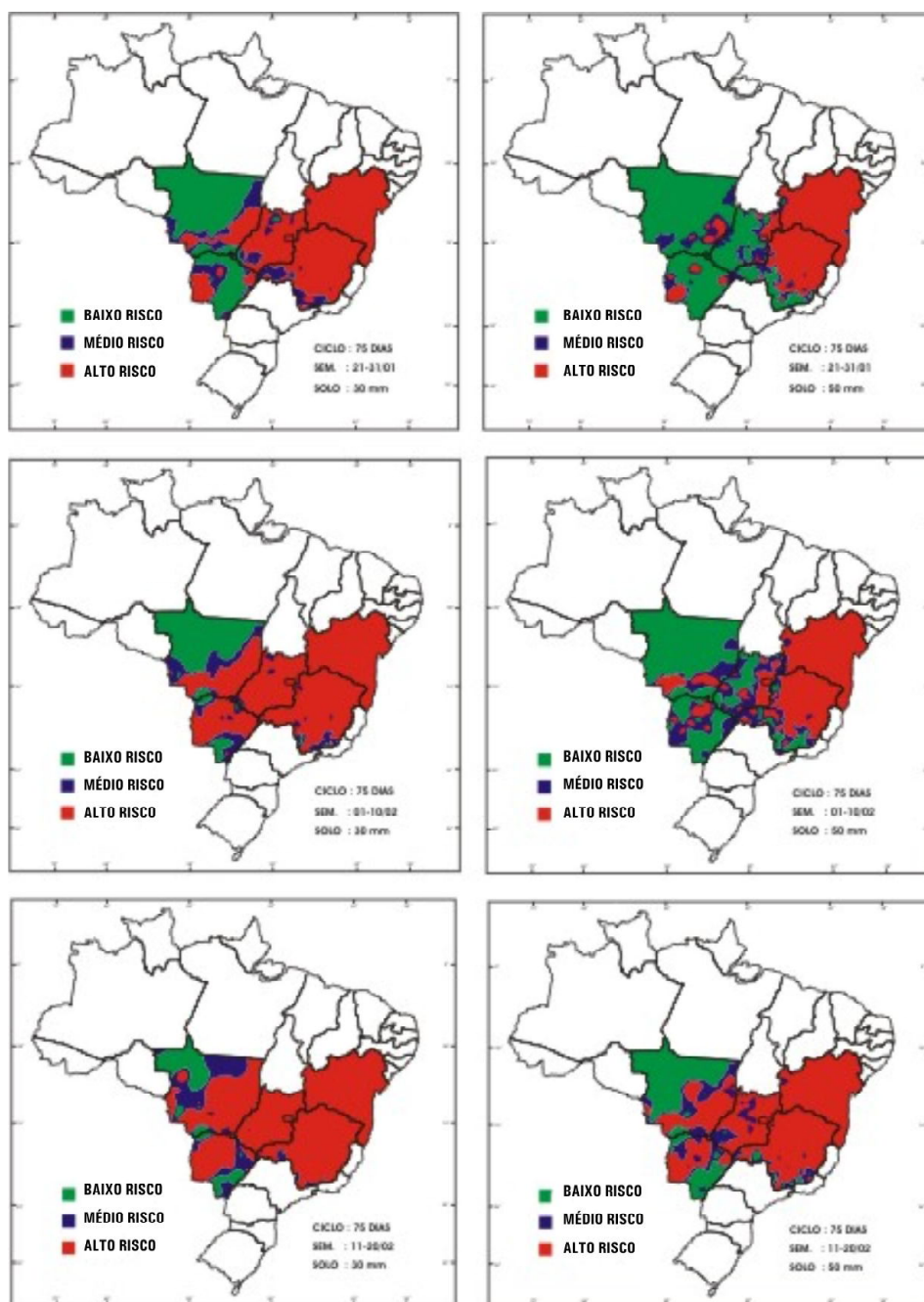


Fig. 1. Espacialização de riscos climáticos para semeadura do feijoeiro com 75 dias de ciclo, nos períodos de 21 a 31/01; 01 a 10/02 e 11 a 20/02, considerando-se solos com capacidade de armazenamento de água de 30 e 50 mm.

De uma forma geral, os dados mostram que para semeaduras realizadas após 20 de fevereiro, nestes estados, a cultura do feijão está exposta a uma condição de alto risco climático, exceto em algumas localidades dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Feijão no Sistema Plantio Direto – Zoneamento

É sabido que o Sistema Plantio Direto, comparando-se com o convencional, armazena um volume maior de água no solo, promovendo melhor adequação de água para a planta.

Atualmente, os estudos de zoneamentos agroclimáticos realizados baseiam-se na determinação de balanço hídrico da cultura. Dentro deste procedimento, o parâmetro que está relacionado com o consumo de água pela planta é o coeficiente de cultura (K_c).

O coeficiente de cultura é a relação entre a evapotranspiração máxima (ET_m) e a evapotranspiração de referência (ET_o). ET_m é a perda de água para a atmosfera por evaporação e transpiração de uma cultura, em condições ótimas de população de plantas, fertilidade e disponibilidade de água no solo, com determinada bordadura e condições atmosféricas típicas, em qualquer estágio de desenvolvimento. ET_o é a evaporação ocorrente em uma superfície vegetada com grama batatais, bem provida de água, em fase de desenvolvimento ativo e com bordadura adequada.

No Estado de Goiás, utilizando-se o coeficiente de cultura em Sistema Plantio Direto, pode-se observar, na Fig. 2, ocorrência de uma situação completamente distinta comparando-se os dois sistemas de cultivo. O cartograma mostra que semeadura realizada no período de 11 a 20 de fevereiro, considerando-se sistema convencional, em toda área do Estado de Goiás há alto risco climático para o feijoeiro. Entretanto, quando utiliza-se Sistema Plantio Direto, praticamente toda área do estado apresenta condição de baixo risco climático. A justificativa para isto é que os valores de ET_r/ET_m , que definem o risco climático no plantio direto, apresentaram um aumento bastante considerável. Com este fato, o feijoeiro estará exposto a um menor risco climático, independentemente do período da semeadura, comparando-se com o sistema convencional.

Ressalta-se que esta condição poderá ocorrer para os demais estados da região Centro-Oeste do Brasil.

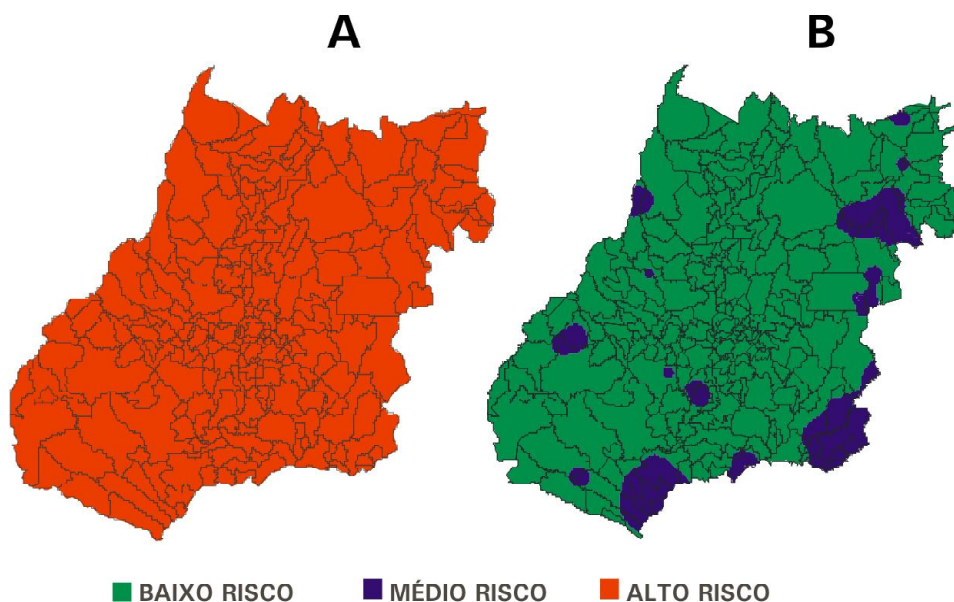


Fig. 2. Espacialização de riscos climáticos para semeadura do feijoeiro com 90 dias de ciclo, no período de 11 a 20/02, considerando-se solos com capacidade de armazenamento de água de 30mm, em Sistema Convencional (A) e Plantio Direto (B).

Referências

BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMERMANN, M. J. de O (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1996. p. 639-667.

MEIRELES, E. J. L.; SILVA, S. C. da; ASSAD, E. D.; XAVIER, L. de S. Caracterização do risco climático na cultura do feijoeiro no Estado de Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: ESALQ, 1997. p. 351-353.

PORTES, T. de A. Ecofisiologia. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMERMANN, M. J. de O (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1996. p. 101-137.

SILVA, S. C. da; XAVIER, L. de S. Identificação do risco climático para o feijoeiro no Estado de Minas Gerais. In. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. v. 1, p. 446-449. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99).

SILVA, S. C. da; MEIRELES, E. J. L.; XAVIER, L. de S.; ALVES, S. de F.; BARSI, R. de O. **Zoneamento agroclimático para o cultivo do feijão da "seca" em Goiás.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 52 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 94).

STONE, L. F.; SARTORATO, A. **O cultivo do feijão:** recomendações técnicas. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 83 p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 48).

CAPÍTULO 7

Benefícios Essenciais e Exclusivos Gerados ao Solo pela Matéria Orgânica

João Kluthcouski e Dino Magalhães Soares

A matéria orgânica reduz a intensidade do efeito dos erros praticados pelos agricultores. A prática da agricultura, de um modo geral, tem sido uma atividade predatória em termos de conservação do solo. As terras agrícolas vêm sofrendo um processo de degradação de sua capacidade produtiva, tanto pelo inadequado uso do solo, devido à mecanização intensa e desordenada, como pelos sistemas agrícolas embasados na monocultura ou sucessões contínuas de culturas (MONDARDO, 1984). Nas regiões tropicais e subtropicais, a degradação do solo é ainda mais intensa. Afora os processos erosivos do solo, a mineralização da matéria orgânica chega a ser cerca de cinco vezes mais rápida do que aquela observada em regiões temperadas (SANCHEZ; LOGAN, 1992), o que, via de regra, sobrepõe-se às possibilidades de reposição nos sistemas convencionais de manejo dos solos e das culturas (DERPSCH, 1997).

Os solos dos Cerrados, notadamente os Latossolos, são de modo geral, de textura argilosa, bem estruturados, com alta estabilidade de agregados, principalmente microagregados, quando não antropizados. Estes solos são altamente intemperizados, com CTC dependente da matéria orgânica e composição mineralógica diferente das regiões temperadas (GOEDERT, 1980). Apesar disso, são solos profundos, bem drenados, porém com baixa capacidade de armazenamento de água, comportando-se como solos arenosos (LOPES, 1983). Essas considerações levam a concluir que a água retida no solo é suficiente para manter as culturas em franco desenvolvimento pelo período máximo de oito dias (CARMO, 1997).

Devido a essas características, sistemas de produção fundamentados no mínimo revolvimento do solo e na manutenção de níveis adequados de matéria orgânica assumem caráter relevante (FANCELLI; FAVARIN, 1989). A ação dos implementos agrícolas, principalmente do arado e grades de disco na mobilização do solo, muitas vezes em condições inadequadas de umidade em seu perfil, fraciona e desarranja os agregados do solo e acelera a oxidação da matéria orgânica, tornando os agregados menores e menos estáveis (DENARDIN; KOCHHANN, 1993). Características como muita chuva no verão e período seco no inverno são indesejáveis. O excesso de chuvas provoca erosão e a ausência de palha na superfície facilita a erosão eólica e os efeitos negativos da radiação solar (GASSEN; GASSEN, 1996).

No novo conceito de sistema agrícola produtivo, a fertilidade do solo assume uma abrangência maior do que a habitual, expressada apenas nos parâmetros de acidez, disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica. Os parâmetros físicos - armazenamento e conservação de água; armazenamento e difusão do calor; e permeabilidade ao ar, à água e às raízes - passam a ter relevância na avaliação da fertilidade do solo (DENARDIN; KOCHHANN, 1993). Nesse contexto, o emprego efetivo do Sistema Plantio Direto, "em função de suas prerrogativas básicas, mostra-se muito mais importante e eficiente para as regiões tropicais e subtropicais exploradas com agricultura" (FANCELLI; FAVARIN, 1989).

Por tudo isso, nas condições tropicais, as culturas não produzem satisfatoriamente em solos adensados e compactados, estes não oferecerem condições exigidas para a absorção de água e nutrientes em presença de temperatura elevada (PRIMAVESI, 1990).

A matéria orgânica do solo é importante na disponibilidade de nutrientes, agregação do solo e no fluxo de gases de efeito estufa entre a superfície terrestre e a atmosfera, além de representar o principal compartimento de carbono na biosfera, atuando como fonte e dreno para carbono e nutrientes, retenção de água, regulação da temperatura do solo, entre outros. Em resumo, a matéria orgânica, com uma CTC aparente de $280 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, é fundamental para:

- Através da sua decomposição, liberar gradualmente nutrientes para as plantas;
- Através da sua riqueza em carbono e nitrogênio, fornecer energia para os micro-organismos do solo;
- Através de substâncias húmicas, propiciar um solo bem estruturado com uma distribuição adequada de partículas sólidas, resultando no aparecimento de poros onde água e ar podem ser armazenados para plantas e raízes;
- Através de substâncias húmicas (ácidos húmicos) e não-húmicos (componentes alifáticos hidrofóbicos), de minhocas e de hifas de fungos, propiciar a formação e estabilidade de agregados (pequenos torrões), que condicionam a infiltração e drenagem de água no solo e a aeração, criando um habitat para a bióta do solo (fungos, bactérias e actinomicetos);
- Através das substâncias húmicas (principalmente ácidos fúlvicos), aumentar a CTC propiciando maior capacidade de retenção de nutrientes (ex. cálcio, magnésio e potássio), evitando que estes sejam

- lixiviados e, ao mesmo tempo, podendo abastecer a planta através da água do solo;
- Através de túneis construídos por térmitas do solo, minhocas e raízes mortas das plantas, possibilitar maior drenagem de água e movimentação de calcário em profundidade;
 - Através dos processos de decomposição e mineralização, produzir CO_2 , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{4-} e SO_4^{4-} da matéria macrorrgânica, contendo grande quantidade de N e S e, através de ácidos húmicos, ácido oxálico e málico, ter comprovada participação na disponibilização de P para as plantas;
 - Através de substâncias húmicas (ex. ácido fúlvico) e não-húmicas (ex. ácido cítrico), possibilitar a diminuição da toxicidade de metais, como o alumínio, para as plantas;
 - Através da combinação com moléculas orgânicas, afetar a bioatividade, persistência e biodegradação de defensivos;
 - Através de bactérias que se associam com raízes de plantas cultivadas (ex. soja), abastecer as plantas com nitrogênio, diminuindo custos de adubação nitrogenada para o agricultor;
 - Através de fungos micorrízicos e da rizosfera que se associam com as raízes de plantas, melhorar a eficiência das culturas em absorver o fósforo presente no solo;
 - Através dos micro-organismos, poder transformar diversos pesticidas em substâncias simples, que, ao atingirem águas subterrâneas ou rios e lagos, não causem danos à saúde pública;
 - Através das substâncias húmicas, promover a quelação com complexos estáveis de Mn, Zn e outros micronutrientes;
 - Através de todos os seus componentes, contribuir para a não ocorrência da mudança climática global ou “efeito estufa”.

O SPD é uma das alternativas para, pelo menos, manter a matéria orgânica do solo e, segundo Muzilli (1981), as razões para a adoção deste sistema são, em ordem decrescente de prioridade: controle da erosão; ganho de tempo para a semeadura; economia de combustível; melhor estabelecimento da cultura; maior retenção de água no solo; economia de mão-de-obra e economia em máquinas e implementos. Gentil (1995) concluiu que se toda a área utilizada para a produção de grãos no Brasil fosse conduzida no SPD, a necessidade de tratores seria 58% menor e haveria redução no consumo de combustível e peças da ordem de 74% e 63%, respectivamente. Ainda de acordo com esse autor, os investimentos

em mecanização para o plantio direto são 47% inferiores àqueles necessários nos sistemas convencionais.

A manutenção da palhada na superfície do terreno no SPD, dentre muitos benefícios, é fonte de energia para os micro-organismos e para a mesofauna do solo, ativando suas ações. Nas condições tropicais, a atividade biológica é ainda mais intensa, com enorme diversidade de espécies de organismos. Segundo Gassen e Gassen (1996), estima-se que a mesofauna movimente até 20% do solo em ambientes naturais, enquanto as raízes são responsáveis por cerca de 80% da movimentação biológica do solo. No processo de abertura das galerias pela fauna, ocorre, geralmente, a deposição de resíduos orgânicos nas câmaras, que, após decompostas e mineralizadas, melhoram as propriedades do solo. Neste contexto, o SPD com manutenção da cobertura sobre a superfície do solo traz benefícios incontestáveis.

Nos trópicos, então, é necessário criar alternativas que possibilitem o incremento gradual da matéria orgânica do solo. Infelizmente, a rotação ou sucessão grãos-grãos não tem sido promissora nesse contexto. Silveira e Stone (2001) observaram que, num período de seis anos, diferentes manejos do solo (aiveca, grade aradora, SPD) combinados com diferentes sucessões de culturas (arroz, feijão, milho, soja, trigo, calopogônio) não modificaram o *status* da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho-Escuro (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de matéria orgânica, nas camadas de solo de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade, determinados após as culturas de inverno, em quatro sistemas de preparo do solo, nos anos de 1993 a 1998.

Sistemas de preparo do solo	1992 (valor inicial)	1993	1994 g kg ⁻¹	1995	1996	1998
0 - 10 cm						
Arado/Grade	14,6	15,0	15,3	15,5	15,8	16,0
Plantio Direto	14,6	15,8	16,0	16,3	16,6	15,6
10 - 20 cm						
Arado/Grade	14,8	15,1	14,8	14,6	15,1	14,8
Plantio Direto	14,8	15,7	15,3	15,9	15,8	13,8
20 - 30 cm						
Arado/Grade	13,8	13,0	13,9	14,0	14,2	13,7
Plantio Direto	13,8	15,4	14,6	14,8	14,1	12,4

Fonte: adaptado de Silveira e Stone (2001).

Por outro lado, a inclusão de forrageiras tropicais em sucessão (Tabela 2) ou rotação (Figura 1) com culturas anuais graníferas tem sido promissora nesse atributo.

Tabela 2. Modificação da matéria orgânica do solo devido à sucessão braquiária-feijão e milho-feijão, Unaí, MG.

Profundidade (cm)	Cultura antecessora	Matéria orgânica (g kg ⁻¹)
0 – 5	Braquiária	29
	Feijão	22
5 – 10	Braquiária	23
	Feijão	18
10 – 15	Braquiária	19
	Feijão	15
15 – 20	Braquiária	15
	Feijão	12

Fonte: Stone et al. (2005).

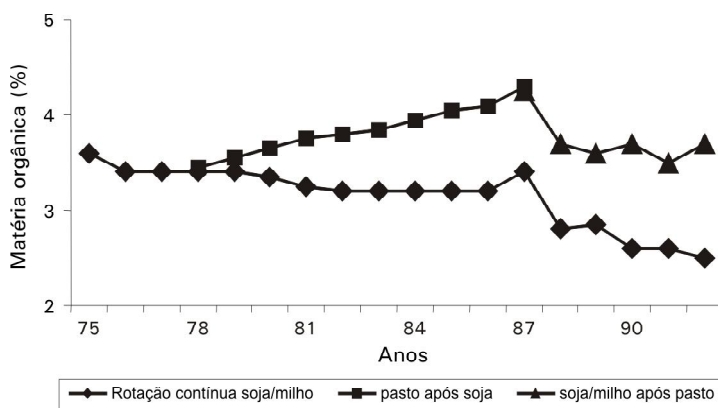


Fig. 1. Dinâmica da matéria orgânica na camada 0-20 cm de profundidade, em função de dois sistemas de rotação de culturas em um Latossolo dos Cerrados.

Fonte: Sousa et al. (1997).

Nesse contexto, observa-se na Tabela 3 que em solos pobres em matéria orgânica e com manejo convencional do solo, como é o caso de Brejinho de Nazaré-TO, dificilmente consegue-se rendimentos de feijão superiores a 3 t ha⁻¹. Por outro lado, verifica-se que a produtividade do feijoeiro, cultivar Pérola, é quase sempre superior a 3 t ha⁻¹ em solos com matéria orgânica superior a 24 g kg⁻¹, no perfil 0-20 cm de profundidade, como é observado em Cristalina e em Santo

Antônio de Goiás-GO. Neste último caso, mesmo com nível de matéria orgânica do solo em torno de 19 g kg^{-1} , porém com precedente braquiária durante dois anos consecutivos, as produtividades de várias cultivares de feijão ultrapassam $3,3 \text{ t ha}^{-1}$. Em solo de alta fertilidade, com matéria orgânica superior a 30 g kg^{-1} e com o precedente cultural palhada de braquiária, o rendimento do feijoeiro, cultivar Pérola, alcançou mais de 5 t ha^{-1} como observado em Santa Helena de Goiás-GO.

Tabela 3. Produtividade do feijoeiro, cv. Pérola, em função do teor de matéria orgânica do solo.

Local	Textura do solo	Fertilidade do solo	Palhada de cobertura	Manejo do solo	Matéria orgânica (g kg^{-1})	Produtividade (kg ha^{-1})
Brejinho de Nazaré, TO	Arenoso	Média	—	Convencional	7	1.719
Cristalina, GO	Argilo-arenoso	Média-alta	Braquiária	SPD	30	3.391
Santo Antônio de Goiás, GO	Argilo-arenoso	Média	—	Convencional	20	3.805
Santa Helena de Goiás, GO	Argiloso	Alta	Braquiária	SPD	33	4.462

Fonte: adaptado de Kluthcouski et al. (2006).

Referências

CARMO, D. A. S. Algumas considerações sobre agricultura irrigada na região dos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 7., 1989, Brasília, DF. **Estratégias de utilização**: anais. 2. ed. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 87–97.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Requisitos para a implantação e manutenção do sistema plantio direto. In: PLANTIO direto no Brasil. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 19–27.

DERPSCH, R. Importância de la siembra directa para obtener la sustentabilidad de la producción agrícola. In: CONGRESSO NACIONAL DE AAPRESID, 5., 1997, Mar del Plata. **Conferências**. [S.l.: s.n.], 1997. p. 153–176.

FANCELLI, A. L.; FAVARIN, J. L. Realidade e perspectivas para o sistema de plantio direto no Estado de São Paulo. In: FANCELLI, A. L. (Coord.). **Plantio direto no Estado de São Paulo**. Assis: FEALQ: ESALQ, 1989. p. 15–34.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto**: o caminho do futuro. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 p.

GENTIL, L. V. Aspectos econômicos do plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. p. 9–12.

GOEDERT, W. J. Uso e manejo dos recursos naturais do cerrado: solo e clima. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5., 1979, Brasília, DF. **Cerrado: uso e manejo.** Brasília, DF: Editerra, 1980. p. 475–498.

KLUTHCOUSKI, K.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. de A. Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n. 113, p. 1-24, mar. 2006. Encarte técnico.

LOPES, A. S. **Solos sob “cerrado”**: características, propriedades e manejo. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 162 p.

MONDARDO, A. Manejo e conservação do solo. In: TORRADO, P. V.; ALOISI, R. R. (Coord.). **Plantio direto no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 53–78.

MUZILLI, O. Cultura da soja: princípios e perspectivas de expansão. In: IAPAR. **Plantio direto no Estado do Paraná.** Londrina, 1981. p. 11-14. (IAPAR. Circular, 23).

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 549 p.

SANCHEZ, P. A.; LOGAN, T. J. Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics. In: LAL, R.; SANCHEZ, P. A. (Ed.). **Myths and science of soil of the tropics.** Madison: SSSA: ASA, 1992. p. 35–46. (SSSA. Special publication, 29).

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistema de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 387-394, 2001.

SOUSA, D. M. G.; VILELA, L.; REIN, T. A.; LOBATO, E. Eficiência de adubação fosfatada em dois sistemas de cultivo em um Latossolo de cerrado In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. p. 57-60.

STONE, L. F.; BALBINO, L. C.; COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. Efeito do ambiente antecessor em alguns atributos do solo e na produtividade do feijoeiro. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. (Ed.). **Resultados obtidos na área pólo de feijão no período de 2002 a 2004**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 53-59. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).

CAPÍTULO 08

Palhada de Cobertura do Solo no Sistema Plantio Direto

Priscila de Oliveira e João Kluthcouski

O Sistema Plantio Direto - SPD foi um salto qualitativo sem precedente no Brasil tropical. Sabe-se, contudo, que o bom desempenho do SPD depende da boa cobertura do solo, para que, simultaneamente, enriqueça o solo em matéria orgânica e melhore suas propriedades produtivas. A palhada de cobertura atua como reguladora da temperatura e da água do solo, no enriquecimento de matéria orgânica, como barreira física a algumas plantas daninhas e doenças fúngicas com origem no solo, na prevenção das diversas modalidades de erosão, entre outros.

A formação e a manutenção de cobertura morta nos trópicos, todavia, foram alguns dos principais obstáculos encontrados para o estabelecimento do SPD. Altas temperaturas associadas à adequada umidade promovem a rápida decomposição dos resíduos vegetais, mesmo quando mantidos na superfície do solo.

Ademais, os restos culturais produzidos pelas diversas culturas anuais exploradas no bioma Cerrados, como a soja, milho, sorgo, arroz e feijão, dificilmente atingem quantidade e longevidade suficientes para assegurar proteção plena à superfície do solo e, por conseguinte, garantir a máxima eficiência do SPD. Estudos revelam que para o solo estar bem protegido são necessárias cerca de 7 t ha^{-1} de resíduos (SARAIVA; TORRES, 1993). Mesmo na Região Sul do Brasil, Gassen e Gassen (1996), quando avaliaram as 16 espécies mais utilizadas para cobertura do solo/adubo verde, a maioria gramíneas e leguminosas, encontraram que apenas a aveia-preta e a mucuna-preta produziram 7 t e 8 t ha^{-1} de matéria seca, respectivamente. A média das demais espécies foi $4,1 \text{ t ha}^{-1}$.

Quanto à longevidade, para os Cerrados do Médio Norte do Mato Grosso, Seguy et al. (1992) relataram que, no período de 90 dias após a primeira chuva, as palhadas de milho, arroz e soja foram reduzidas em 63%, 65% e 86%, respectivamente, de sua massa inicial e, nessa mesma ordem e período, resultaram em cobertura do solo de 30%, 38% e 7%. Na Região Sul do Brasil, Roman e Velloso (1993) verificaram que os resíduos de aveia-preta, aveia-branca, colza, chícharo, ervilhaca e trigo, remanescentes após 170 dias, foram de 43%, 36%, 8%, 25%, 9% e 64%, respectivamente.

A experiência tem mostrado que, nos Cerrados, a introdução do milheto para a formação de cobertura morta, principalmente na agricultura dependente exclusivamente de chuvas, foi fator preponderante para a adoção e evolução do SPD. Trata-se de cultura de verão que, em semeaduras de outubro e novembro, pode produzir até 15 t ha^{-1} de matéria seca, podendo limitar-se a cerca de 5 t ha^{-1} na safrinha (SALTON; KICHEL, 1998). Essa alternativa, no entanto, além de representar custo adicional referente à sua implantação, realizada geralmente no início ou final do período chuvoso,

apresenta o inconveniente da rápida decomposição da palhada. Corroborando com isso, Pelá et al. (1999) relataram que cerca de 44% da palhada de milheto se decompôs em 73 dias, pouco menos que as palhadas das leguminosas mucuna-branca, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria paulinea* e guandu indiano, cuja taxa de decomposição ficou entre 49% e 53%, nesse mesmo período.

Nesse contexto, as braquiárias/*Panicum*, após darem imensa contribuição à pecuária dos Cerrados, a partir dos anos 60, vêm agora prestar ímpares benefícios às lavouras. Além de propiciar maior volume de biomassa e a aração biológica do solo, essas gramíneas forrageiras tropicais funcionam como restauradoras da matéria orgânica do solo, inibidoras de plantas daninhas e fungos do solo, e, ainda, conservadoras da água, dentre outros benefícios.

As braquiárias são amplamente adaptadas e disseminadas nos Cerrados, e ocupam 85% da área com pastagem (ROOS, 2000). Ao estudarem cinco diferentes fontes de resíduos para cobertura morta, em Latossolo Roxo de alta fertilidade, na região do Brasil Central, Aidar et al. (2000) observaram que, dentre as principais culturas anuais, no que se refere à quantidade, apenas os restos culturais do milho foram suficientes para a formação de cobertura morta para a proteção adequada da superfície do solo. Nesse mesmo estudo, verificou-se que a palhada de braquiária, associada a restos culturais do milho, ultrapassou 17 t ha⁻¹ de matéria seca, mantendo-se suficiente para a proteção plena da superfície do solo por mais de 107 dias (Tabela 1). Como se tratou de cultivo de inverno do feijoeiro sobre diversas fontes de palhada, no período de maio a setembro, a redução da biomassa variou de 60%, na palhada de soja, a 30%, na palhada de arroz, no período estudado.

Tabela 1. Produção de matéria seca de diferentes fontes de palhada, remanescente na superfície do solo, em área cultivada com feijão, no período de 107 dias.

Fonte de resíduo	Matéria seca (t ha ⁻¹)		
	Antes da semeadura ¹	Após a colheita ²	Redução (%)
Soja	4,06 c ³	1,62 c ³	60
Milho	14,49 bc	6,30 ab	57
Arroz	6,02 c	4,22 bc	30
Milho + <i>B. brizantha</i> ⁴	16,02 ab	8,81 a	46
Milho + <i>B. ruziziensis</i> ⁴	17,58 a	9,27 a	47
CV (%)	28	25	-

¹ Semeadura do feijão feita em 23/5/1999.

² Colheita feita em 5/9/1999.

³ Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não são significativamente diferentes, no nível de 5%, pelo teste de Tukey.

⁴ Obtido em cultivo consorciado, Kluthcouski et al. (2000).

Fonte: Aidar et al. (2000).

Oliveira (2001) também observou maior produção de matéria seca e persistência da palhada de braquiária, obtida em consórcio com milho, seguido do sorgo, braquiária solteira, plantas daninhas, arroz e soja, avaliadas por ocasião da floração do feijoeiro.

Como elemento de cobertura, as braquiárias, como muitas outras gramíneas forrageiras, caracterizam-se por apresentar crescimento radicular ativo e contínuo, alta capacidade de produção da biomassa, reciclagem de nutrientes e preservação do solo com relação à matéria orgânica, nutrientes, agregação, estrutura, permeabilidade, infiltração, entre outros (Tabelas 2, 3 e 4 e Figs. 1, 2 e 3).

Tabela 2. Efeito da braquiária sobre alguns atributos químicos do solo, doze meses após sua implantação, Unaí, MG.

Horizontes (cm)	Ambientes	Atributos químicos do solo							
		pH água	Ca ²⁺ mmol _c dm ⁻³	Mg ²⁺ dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K ⁺ mg dm ⁻³	Zn ²⁺ mg dm ⁻³	Mn ²⁺ g dm ⁻³	MO g dm ⁻³
0 – 5	Braquiária	6,3	67	22	33	137	10,7	29	29
	Feijão	6,5	63	15	27	78	8,5	19	22
5 – 10	Braquiária	6,2	58	12	15	86	8,7	24	23
	Feijão	6,3	49	12	10	45	7,5	15	18
10 – 15	Braquiária	6,3	51	12	4	81	3,0	16	19
	Feijão	5,8	27	7	0,9	34	1,2	4	15
15 – 20	Braquiária	6,3	34	8	0,6	65	0,7	7	15
	Feijão	5,4	18	6	0,6	25	0,7	2	12

Fonte: Stone et al. (2005).

Tabela 3. Recuperação de fósforo nas condições de sucessão grãos-grãos e grãos após pastagem*.

Fósforo aplicado (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	Fósforo recuperado	
	Anuais ¹	Anuais e capim ²
	%	
100	44	85
200	40	82
400	35	70
800	40	62

¹ A área foi cultivada por dez anos com soja, seguida de um plantio com milho e quatro ciclos da sequência milho-soja, e plantio de milho, milho e soja.

² A área foi cultivada por dois anos com soja, seguida de nove anos com braquiária mais dois anos com soja e dois ciclos da sequência milho-soja, e cinco anos com braquiária.

Fonte: informação obtida de Djalma Martinhão de Souza, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, em 2005.

Tabela 4. Efeito da braquiária sobre alguns atributos físicos do solo, doze meses após sua implantação, Unaí, MG.

Profund. (cm)	Ambientes	Atributos físicos do solo				
		Densidade (mg m^{-3})	Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	Agregados > 2mm (%)	DMP ¹ (mm)
0 – 5	Braquiária	1,01	0,602	0,134	44,4	2,58
	Feijão	1,19	0,535	0,084	31,5	1,98
5 – 10	Braquiária	1,08	0,579	0,136	44,9	2,61
	Feijão	1,18	0,527	0,061	32,3	1,97
10 – 15	Braquiária	1,04	0,584	0,175	47,2	2,72
	Feijão	1,16	0,537	0,148	36,4	2,17
15 – 20	Braquiária	1,13	0,557	0,131	50,1	2,83
	Feijão	1,15	0,541	0,124	48,5	2,70

¹DMP: diâmetro médio ponderado.

Fonte: Stone et al. (2005).

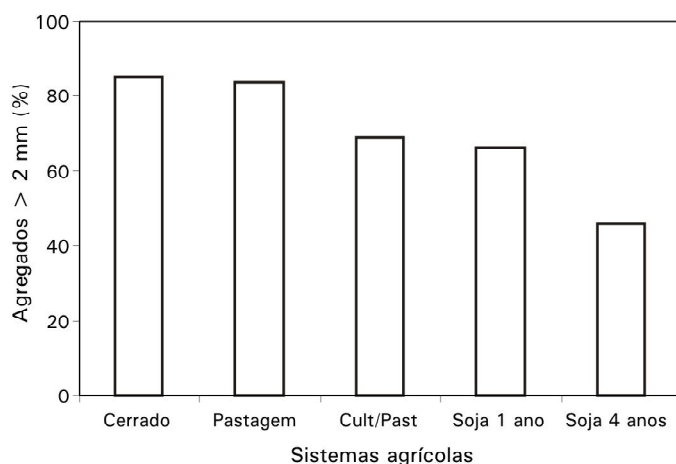


Fig. 1. Efeito de diferentes sistemas agrícolas na porcentagem de agregados com diâmetro maior que 2 mm. Fonte: adaptado de Ayarza et al. (1993).

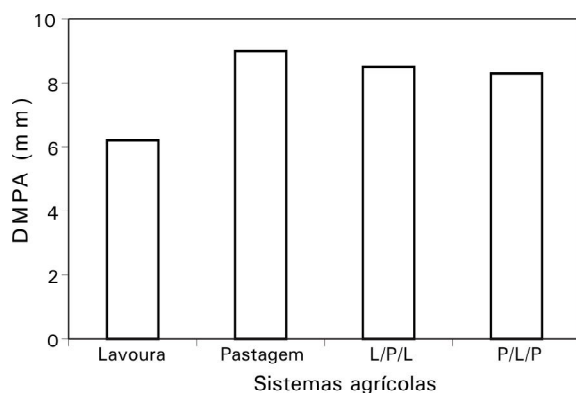


Fig. 2. Diâmetro médio ponderado de agregados (DMPA) estáveis em água, após 5 anos de diferentes sistemas agrícolas: lavoura (L) (soja/aveia em Sistema Plantio Direto), pastagem (P) (pastagem contínua de braquiária), L/P/L (rotação soja/aveia/soja/braquiária/soja/aveia/soja) e P/L/P (rotação braquiária/soja/aveia/soja/braquiária).

Fonte: adaptado de Salton et al. (1999).

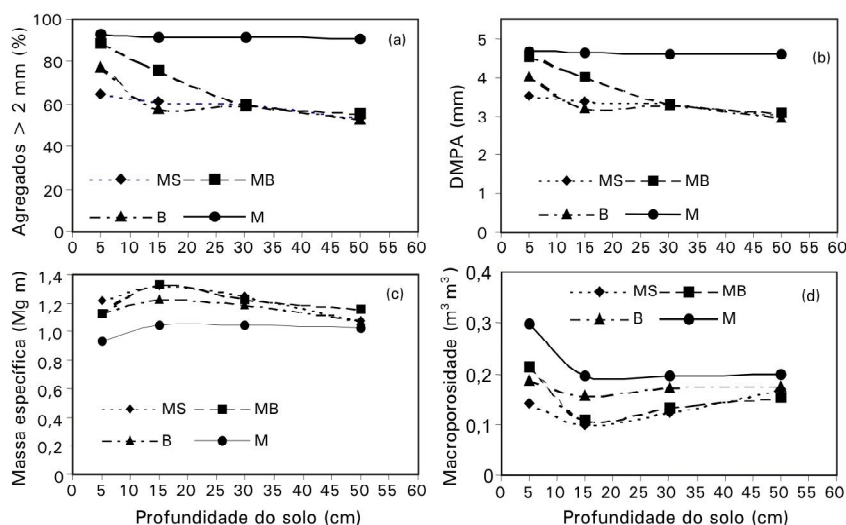


Fig. 3. Propriedades físicas do solo afetadas por diferentes ecossistemas (MS = milho solteiro, MB = milho consorciado com *Brachiaria*, B = *Brachiaria* solteira e M = mata nativa).

Fonte: Balbino et al. (2003).

Para o manejo dessas gramíneas, os herbicidas são os mesmos utilizados para outras espécies, ou seja, glifosate ou sulfosate, cuja dose varia conforme a espécie. Em geral, as gramíneas forrageiras tropicais levam mais tempo para a total desidratação, cerca de 20 dias; assim, requer maior antecipação da dessecação em relação à semeadura.

A palhada de braquiária, além de causar impedimento físico à germinação de muitas plantas daninhas, durante a decomposição pode produzir substâncias alelopáticas a essas. Nesse contexto, a cobertura morta proveniente do consórcio de milho com braquiária reduziu a emergência, dentre outras, de caruru (*Amaranthus deflexus*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), e conseqüentemente, a necessidade de aplicação de herbicidas (COBUCCI; PORTELA, 2003).

No que se refere à ocorrência de fungos com origem no solo, Costa e Rava (2003) verificaram que, em apenas uma safra, a braquiária possibilitou a redução de 60% do inóculo de *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* (Tabela 5). Em outros estudos desse mesmo autor, conduzidos em área de produtores, além de ter sido confirmada a supressividade à *Fusarium solani*, verificou-se que a braquiária poderia induzir supressividade também à *Rhizoctonia solani* (Tabela 6).

Tabela 5. Influência da palhada sobre a severidade de podridões radiculares e a população de *Fusarium solani* f. sp. *Phaseoli*.

Tratamento	Índice de doença	População <i>Fusarium</i> (PPG ¹)
Arroz	0,68 b ²	1.834 b
Milho	0,77 a	2.835 a
Milheto	0,50 c	1.325 c
Braquiária	0,32 d	435 d
Controle	0,54 c	1.024 cd

¹ Propágulos por grama de solo

² Valores seguidos pela mesma letra não se diferenciam estatisticamente, no nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Fonte: Costa (2002).

Tabela 6. Efeito de *Brachiaria plantaginea* na população de fungos do solo, patógenos do feijoeiro, em Silvânia, GO, 1998.

Tratamento	Atividade biológica no solo	População <i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	% de matéria orgânica colonizada com <i>Rhizoctonia solani</i>
Controle ¹	0,35	20.000	16
<i>B. plantaginea</i> ²	0,50	6.000	4

¹ Controle: plantio de feijão sobre feijão.

² Plantio de capim marmelada, logo após a colheita do feijão.

Fonte: Costa (2002).

Quanto ao mofo-branco do feijoeiro, o uso de palhadas densas de braquiária tem se apresentado como uma das principais ferramentas no controle da doença. Isso se deve principalmente aos diversos resultados errôneos obtidos com o controle químico da doença. Em trabalhos conduzidos por Costa (2002), em nove áreas sob SPD, contendo diferentes densidades de inóculo do fungo no solo, foi demonstrado que a eficiência de controle do mofo-branco correlaciona-se negativamente com o número de escleródios presentes no solo. O controle adequado da doença só foi obtido nas áreas que continham menos de 19 escleródios por m² de solo. Em solos com mais de 27 escleródios por m², os fungicidas foram ineficientes no controle da doença.

A palhada de *Brachiaria brizantha* revelou-se adequada por permitir níveis eficientes de controle da doença (Tabela 7). Em todos esses estudos, as palhadas foram eficientes em permitir a redução do potencial de inóculo aflorando à superfície do solo e, por conseguinte, em permitir a redução no número de pulverizações com fungicidas de duas a três vezes para uma única aplicação, com eficiência de controle similar. Por ter demonstrado boa resistência às intempéries climáticas e apresentado decomposição mais lenta,

mesmo sob o efeito de aplicações nitrogenadas de cobertura via água de irrigação, a braquiária destacou-se como cobertura ideal, servindo de barreira física à disseminação do agente causal do mofo-branco.

Tabela 7. Influência da palhada de *Brachiaria brizantha* no controle do mofo-branco do feijoeiro, em Brasília, DF, 1999.

Tratamento	Severidade da doença
<i>Brachiaria brizantha</i> + fungicida (uma aplicação)	2,0 b ¹
<i>Brachiaria brizantha</i>	1,8 b
Fungicida (duas aplicações)	3,2 b
Controle	7,0 a

¹ Valores seguidos pela mesma letra não se diferenciam estatisticamente, no nível de 5%, pelo teste de Tukey.
Fonte: Costa (2002).

Sobre a produtividade do feijoeiro e diferentes palhadas de cobertura, Aidar et al. (2000) obtiveram melhores rendimentos de feijão, cultivar Pérola, em um Latossolo Roxo eutrófico, em palhadas de *B. brizantha*, arroz e *B. ruziziensis*, produzidas em consórcio com milho, pelo Sistema Santa Fé (Tabela 8). Em área com infestação relativamente alta de mofo-branco no solo, as palhadas de braquiária foram as que melhor contiveram a progressão da doença no feijoeiro.

Tabela 8. Efeito de diferentes fontes de resíduo para cobertura morta sobre o rendimento do feijoeiro e alguns de seus componentes e incidência de mofo-branco, em Santa Helena de Goiás, GO.

Fonte de resíduo	População final (1.000 pl ha ⁻¹)	Vagens planta ⁻¹	Sementes vagem ⁻¹	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Incidência mofo-branco ¹
Soja	315,8 a ²	12,89	5,72	3.606	5
Milho	247,2 a	13,56	6,26	3.577	5
Arroz	294,1 a	11,10	5,49	3.787	3
Milho + <i>B. brizantha</i>	215,5 ab	15,90	5,97	3.641	1
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	209,4 b	11,26	5,43	3.899	1
CV(%)	11	30	11	10	-

¹ Escore de 1 a 9, sendo 1 = sem sintomas e 9 = 100% de plantas infestadas.

² Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, no nível de 5%, pelo teste de Tukey. Estandes inicial e final foram prejudicados pelo mal desempenho da semeadora, em presença de grande volume de palhada na superfície do solo, como foram os casos do milho e braquiárias.

Fonte: Aidar et al. (2000).

Nas mesmas condições de solo, Kluthcouski et al. (2001) também verificaram melhores rendimentos de feijão, cultivar Pérola, em palhadas de *B. brizantha* (Tabela 9). A palhada de soja, como era esperado, revelou-se, na maioria dos casos, como o pior tratamento de cobertura do solo.

Tabela 9. Efeito de diferentes coberturas mortas, derivadas de restos culturais das culturas prece-dentes, sobre o número de vagens e rendimento do feijoeiro, cultivar Pérola, em Santa Helena de Goiás, GO.

Fonte de resíduo	População Final (plantas m ⁻²)	Vagem planta ⁻¹	Rendimento (kg ha ⁻¹)
Soja + <i>B. brizantha</i>	24,4 b	16,5 a	3.215 a
Milho + <i>B. brizantha</i>	28,4 a	16,7 a	3.150 ab
<i>B. brizantha</i>	26,0 ab	16,2 ab	2.839 abc
Milho	28,4 a	10,2 ab	2.555 bcd
Sorgo + <i>B. brizantha</i>	29,4 a	9,9 ab	2.394 cd
Soja	22,6 b	11,6 ab	2.278 cd
Sorgo	27,8 a	9,4 b	2.092 d
Arroz	28,4 a	14,5 ab	2.035 d
CV(%)	6,9	29,3	12,7
DMS 5%	1,72	7,09	604,1

Fonte: Kluthcouski et al. (2001).

Ao comparar o efeito da palhada de cobertura, em áreas distintas, porém com as mesmas características de solo, a palhada de braquiária, em relação à do milho, proporcionou um ganho no rendimento de feijão superior a 1 t ha⁻¹ (Tabela 10).

Tabela 10. Efeitos da antecipação do nitrogênio e da palhada de cobertura do solo sobre o rendimento da cultivar de feijão, cultivar Pérola, em Santa Helena de Goiás, GO.

Palhada de cobertura	Rendimento (kg ha ⁻¹)		
	Nitrogênio antecipado (kg ha ⁻¹) ¹		
	0	90	120 ²
Braquiária	2.894	3.952	3.861
Milho silagem	1.888	2.735	2.523

¹ Sem N em cobertura.

² 135 kg ha⁻¹ de N para a palhada de braquiária.

Fonte: adaptado de Kluthcouski et al. (2006).

Constata-se, assim, que os efeitos positivos da rotação e da palhada da braquiária, incorporada ou não ao solo, poderão reabilitar áreas produtoras de feijão e, ao mesmo tempo, reduzir o custo de produção, desde o tratamento de sementes até na diminuição do número de aplicações dos mais diversos defensivos utilizados na produção dessa leguminosa.

Braz (2003), em sua pesquisa de Tese de Doutorado, realizada em um Latossolo Vermelho distrófico, estudou e discutiu os seguintes temas sobre palhadas de cobertura do solo: análise de crescimento de várias fontes de palhada; comparação do crescimento entre as culturas de cobertura; decomposição das palhadas das culturas de cobertura e a comparação da taxa de decomposição entre as palhadas. Quanto à produção de matéria seca da braquiária, foi obtido $23.611 \text{ kg ha}^{-1}$, aos 107 DAE, estimando, ainda, que essa produção seria de cerca de 42 t ha^{-1} de matéria seca, aos 240 DAE (Fig. 4). Dados semelhantes a esse foram encontrados por Ferreira (2001), que foi de $23.000 \text{ kg ha}^{-1}$, aos 150 DAE. Portes et al. (2000) obtiveram para a *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu, em cultivo solteiro, em área anteriormente sob pastagem e solo degradados, a produção de matéria seca de $19.580 \text{ kg ha}^{-1}$, aos 117 DAE, estabilizando-se a partir desse valor. Já Rosa (2002) encontrou um valor bem superior, obtendo uma produção máxima de $32.237 \text{ kg ha}^{-1}$, aos 125 DAE. Segundo Braz (2003), a taxa instantânea de crescimento de cultura (TCC) máxima da braquiária, obtida no estudo, foi de $558 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, aos 102 DAE, que corresponde, aproximadamente, à encontrada por Rosa (2002), de $530 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, aos 84 DAE. Portes et al. (2000), no entanto, estimaram uma TCC inferior, de $371,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, aos 97 DAE.

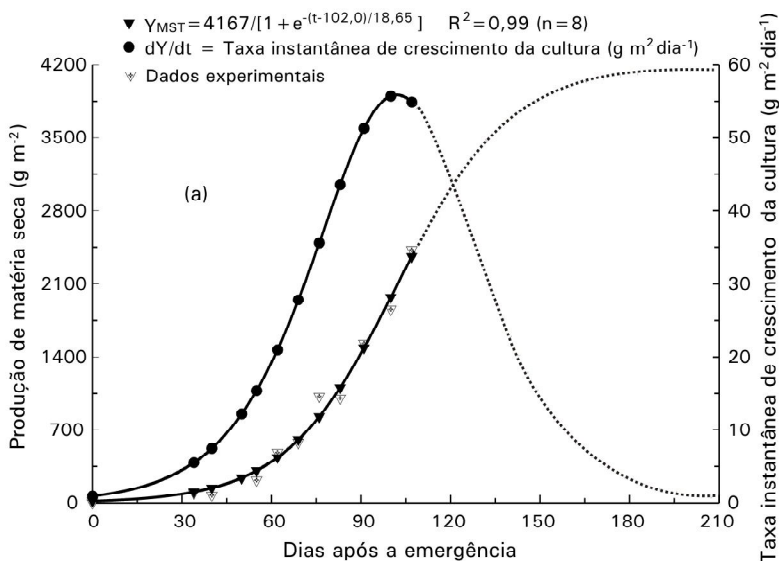


Fig. 4. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura da braquiária solteira em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

Na Fig. 5 são apresentadas as curvas de produção de matéria seca total e da taxa instantânea de crescimento de cultura (TCC) do milho. A partir da equação ajustada, estimou-se a produção máxima de matéria seca em 1.965 g m^{-2} , aos 200 DAE. Teixeira Neto (2002) obteve a produção de 9.780 kg ha^{-1} de fitomassa seca, enquanto que Machado et al. (1980) encontraram as seguintes produções de matéria seca total: $18.430 \text{ kg ha}^{-1}$, para uma população de 66 mil plantas de milho ha^{-1} ; $15.550 \text{ kg ha}^{-1}$, para 50 mil plantas ha^{-1} ; e $12.470 \text{ kg ha}^{-1}$, para 33 mil plantas ha^{-1} . Ainda, observa-se que a taxa instantânea máxima de crescimento do milho foi de $31,8 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, aos 66 DAE. Esse valor supera aqueles encontrados por Machado et al. (1980), que foram de $30 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (50 mil plantas ha^{-1}) e de $24 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (33 mil plantas ha^{-1}) obtidos por ocasião do florescimento.

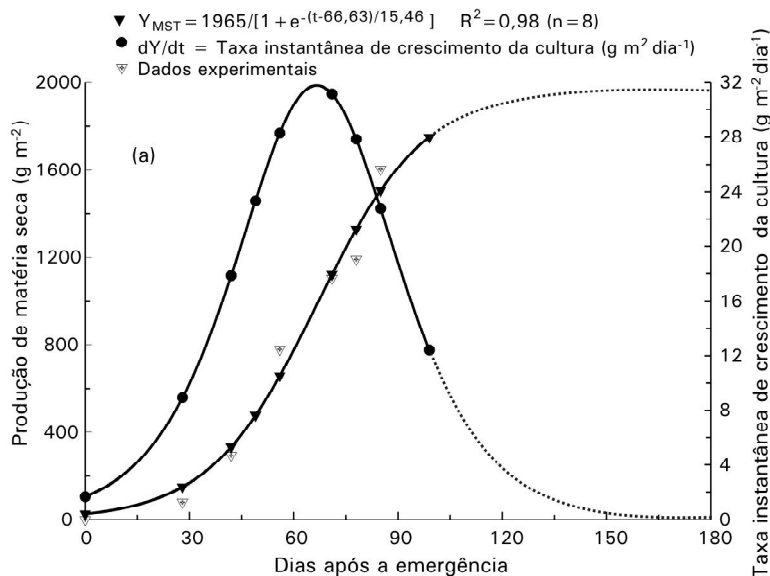


Fig. 5. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura do milho, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A produção de matéria seca da braquiária em consórcio com o milho foi de 4.730 kg ha^{-1} , aos 107 DAE e, por um modelo ajustado, obteve-se a produção máxima de matéria seca estimada 519 g m^{-2} , aos 180 DAE. Portes et al. (2000) obtiveram o valor de 2.536 kg ha^{-1} , aos 82 DAE. A taxa instantânea de crescimento de cultura (TCC) da braquiária, em consórcio com o milho, foi de 66

kg ha⁻¹ dia⁻¹, aos 61 DAE, superior à encontrada por Portes et al. (2000), de 50 kg ha⁻¹ dia⁻¹, aos 70 DAE, este porém obtido em área antes com pastagem e solo degradados.

A braquiária consorciada com o milho, de acordo com Portes et al. (2000), antecipa o seu ciclo, devido ao gradual aumento no sombreamento causado pelas plantas do milho levando, presumivelmente, a um ineficiente suprimento de fotoassimilados.

A Fig. 6 ilustra a produção de matéria seca e a taxa instantânea de crescimento da cultura da braquiária em consórcio com o milho.

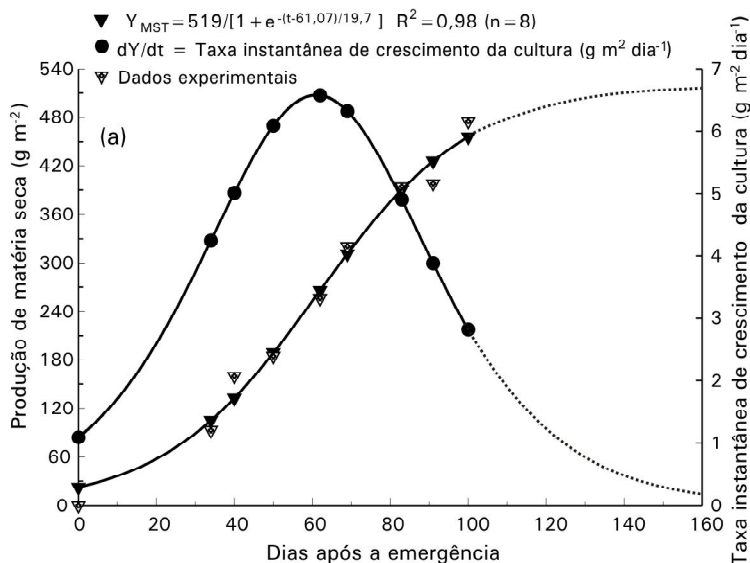


Fig. 6. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura da braquiária em consórcio com o milho, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

As curvas de produção de matéria seca total do guandu e de taxa instantânea de crescimento de cultura (TCC) são mostradas na Fig. 7. A produção de matéria seca do guandu foi de 15.700 kg ha⁻¹, aos 123 DAE. Magalhães et al. (2003) relataram a produção de 19.900 kg ha⁻¹, aos 155 DAE, enquanto que Alvarenga et al. (1995) encontraram o valor de 17.900 kg ha⁻¹, por ocasião do florescimento. A TCC máxima foi obtida aos 94 DAE, com um valor de 31,6 g m⁻²dia⁻¹.

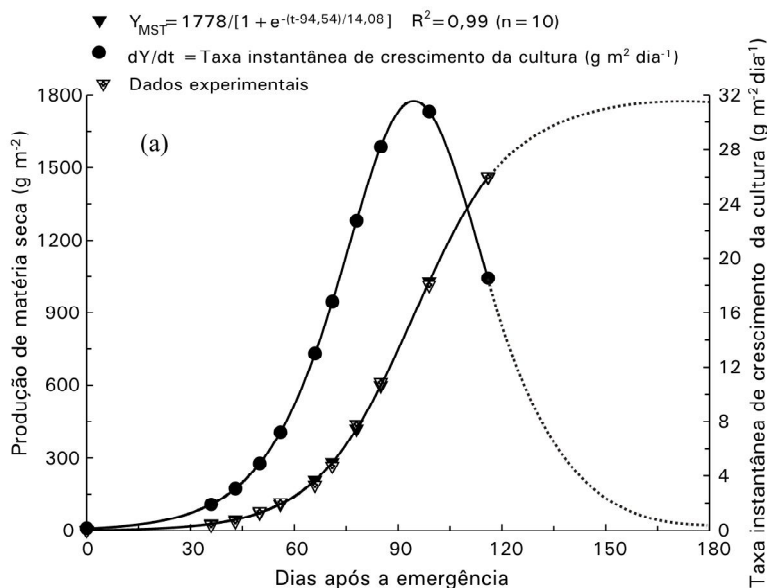


Fig. 7. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura do guandu, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

Na Fig. 8 são ilustradas a produção de matéria seca total e a taxa instantânea de crescimento da cultura do milho. Braz (2003) estimou a produção máxima em 599 g m⁻², alcançada aos 120 DAE, tempo este superior aos 85 DAE, cuja produção observada de matéria seca total atingiu 584 g m⁻². Este valor está razoavelmente próximo do valor máximo, uma vez que este foi estimado por um modelo de crescimento assintótico, e, além disso, concorda com os valores encontrados por outros autores. Salton e Kichel (1998) obtiveram a produção de 5.000 kg ha⁻¹, aos 60 dias após a semeadura, enquanto que Teixeira Neto (2002) e Bertin et al. (2003) obtiveram a produção de 3.998 kg ha⁻¹ e 5.650 kg ha⁻¹, respectivamente, aos 90 dias após a emergência.

A produção de matéria seca total e a taxa instantânea de crescimento do mombaça são apresentadas na Fig. 9. Pela equação ajustada, a produção de matéria seca total estimada foi de 1.820 g m⁻², aos 120 DAE. Este tempo é maior do que o obtido aos 86 DAE, cuja estimativa foi de 1.706 g m⁻² (17.060 kg ha⁻¹). Todavia, o alto grau de ajustamento do modelo utilizado ($R^2 = 0,99$) aos dados observados, fornece uma estimativa confiável. Cecato et al. (2000) alcançaram as seguintes produções e respectivas alturas de corte: período chuvoso – 21146 kg ha⁻¹ (altura de corte de 20 cm) e 19872 kg ha⁻¹ (40 cm); e no período seco – 5753 kg ha⁻¹ (20 cm) e 4648 kg ha⁻¹ (40 cm). Segundo Sementes Matsuda (2001), a produção de forragem do mombaça varia de

28 a 30 t matéria seca $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, enquanto que Valentim e Moreira (1994) encontraram a produção de matéria seca de 19 t $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$. A TCC máxima foi de 43,0 $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, obtida aos 56 DAE.

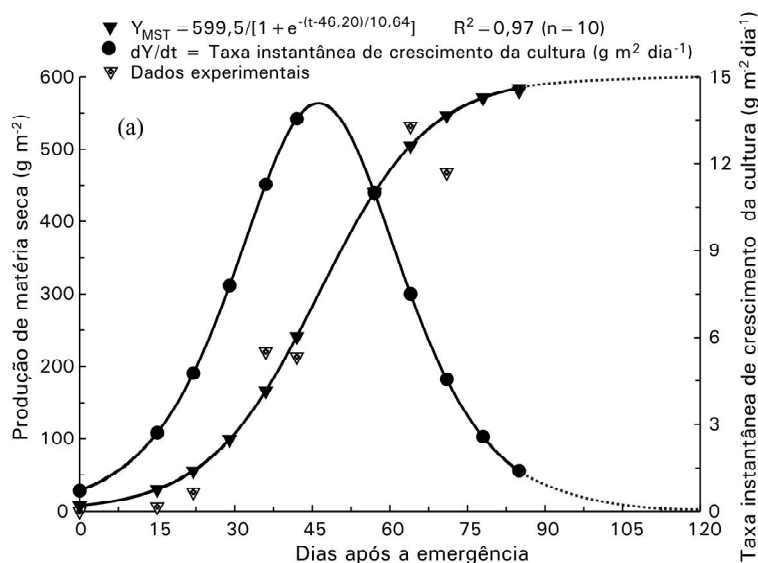


Fig. 8. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura do milho, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

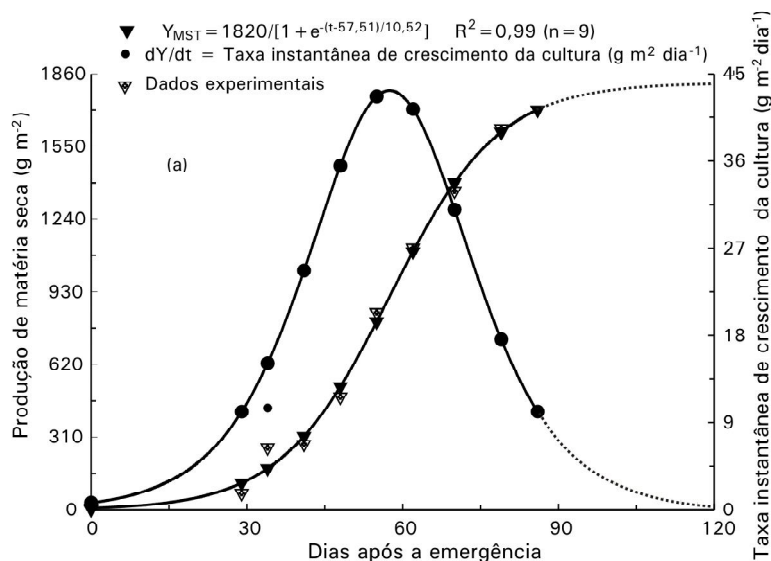


Fig. 9. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura de mombaça, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A Fig. 10 mostra a produção de matéria seca total e a taxa instantânea de crescimento da cultura do sorgo. Pela equação ajustada, estimou-se a produção máxima de matéria seca total que foi de 2.220 g m⁻², atingida somente aos 120 DAE, tempo este superior aos 74 DAE de coleta dos dados do presente estudo. A produção de matéria seca do sorgo granífero foi de 16.250 kg ha⁻¹, aos 74 DAE. Carvalho (1979) relatou uma produção de 12.000 kg ha⁻¹, aos 99 DAE, enquanto Silva et al. (2003) atingiram a produção de 9.435 kg ha⁻¹, após 55 dias da semeadura. A taxa instantânea máxima estimada foi de 45,1 g m⁻² dia⁻¹, aos 61 DAE.

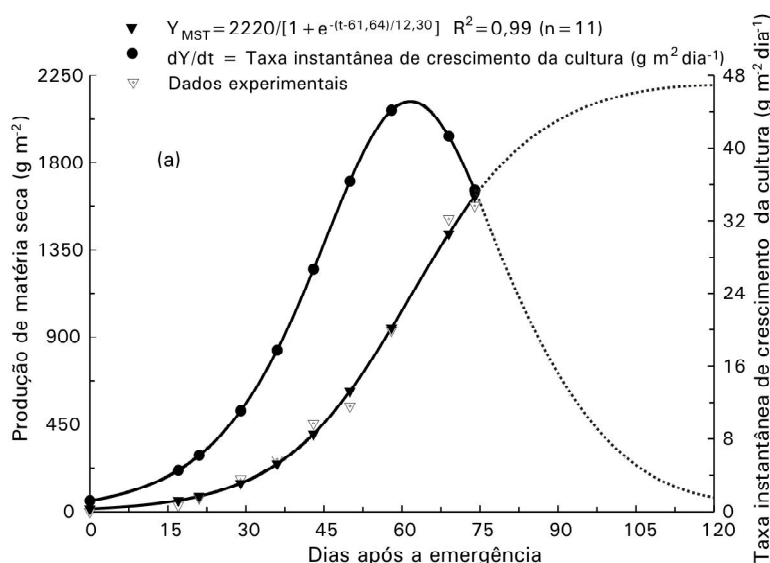


Fig. 10. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura do sorgo, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A produção de matéria seca total e a taxa instantânea de crescimento da cultura do estilosantes são apresentadas na Fig. 11.

A produção máxima de matéria seca estimada foi de 617 g m⁻² (6.179 kg ha⁻¹), aos 180 DAE, tempo este superior ao da última coleta, aos 121 DAE.

Neste experimento, a produção observada de matéria seca do estilosantes foi de 409 g m⁻² (4.090 kg ha⁻¹), aos 121 DAE, valor este inferior àquele obtido por Rosa (2002), de 12.230 kg ha⁻¹, aos 159 DAE. Machado et al. (1998) obtiveram a produção de 6.223 kg ha⁻¹. A taxa instantânea máxima de crescimento da cultura obtida foi de 76 kg ha⁻¹ dia⁻¹, aos 107 DAE, sendo inferior ao alcançado por Rosa (2002), com um valor em torno de 170 kg ha⁻¹ dia⁻¹, aos 125 DAE.

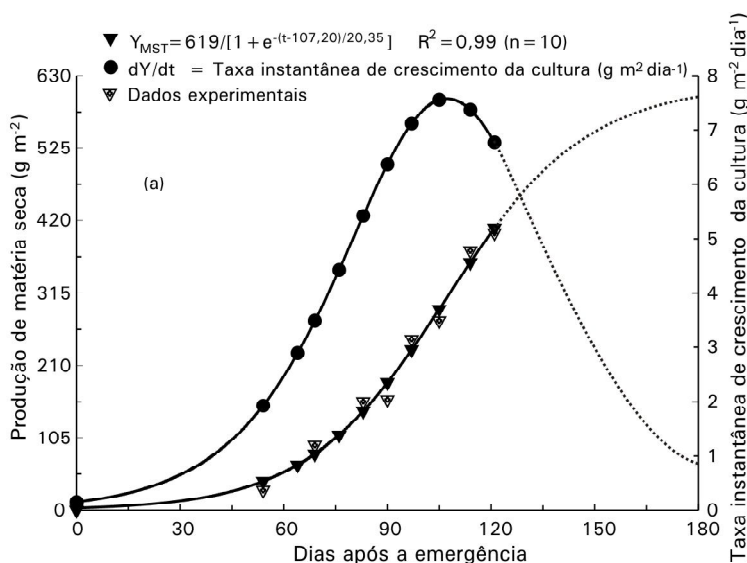


Fig. 11. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura do estilosantes, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A comparação do crescimento entre as culturas de cobertura é mostrada na Tabela 11, onde estão inseridos os valores máximos estimados de produção de matéria seca total (MST), da taxa instantânea de crescimento da cultura (TCC), do índice de área foliar (IAF) e da taxa instantânea de crescimento do índice de área foliar (TCIAF), com os respectivos dias após a emergência. A seguir, serão apresentados, em ordem decrescente, os valores estimados de MST das gramíneas: Braquiária solteira > Sorgo > Milho > Mombaça > Milheto > Braquiária consorciada e, das leguminosas: Guandu > Estilosantes.

Em termos comparativos, tomando como referência a braquiária solteira (100%), a produção estimada de MST do sorgo atingiu 53% da braquiária, seguidos do milho com 47%, do mombaça com 44%, do milheto com 14% e da braquiária consorciada com 12%. Chama atenção a drástica queda de produção da braquiária consorciada, que, segundo Portes et al. (2000), pode ser atribuída à competição por luz, que, por sua vez, reduz a produção de fotoassimilados. Os valores estimados da taxa instantânea de crescimento da cultura (em $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) acompanham uma ordem decrescente similar, excetuando-se o mombaça, cujo ganho diário é praticamente igual àquele do sorgo.

Tabela 11. Resumo dos valores estimados de produção de matéria seca máxima total (MST), taxa instantânea máxima de crescimento da cultura (TCC), índice de área foliar (IAF) máximo e taxa instantânea máxima de crescimento do IAF (TCIAF), nos respectivos dias após a emergência (DAE), estimados pelas equações constantes nas Figs. 4 a 11, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

<i>Espécies</i>	<i>MST</i> <i>g m⁻²</i>	<i>DAE</i> <i>dias</i>	<i>TCC</i> <i>g m² da⁻¹</i>	<i>DAE</i> <i>dias</i>	<i>IAF</i> <i>m²m⁻²</i>	<i>DAE</i> <i>dias</i>	<i>TCIAF</i> <i>m²m²da⁻¹</i>	<i>DAE</i> <i>dias</i>
Gramíneas								
Braquiária solteira	4167	240	55,8	102	15,17	125	0,23	88
Sorgo	2220	120	45,1	61	4,98	67	0,11	39
Milho	1965	200	31,8	66	3,77	60	0,09	34
Mombaça	1820	120	43,0	56	10,81	81	0,25	55
Milheto	599	120	14,0	45	4,99	71	0,17	42
Braquiária consorciada	519	180	6,6	61	2,97	90	0,043	48
Leguminosas								
Guandu	1778	180	31,6	94	3,95	95	0,10	70
Estilosantes	617	180	7,6	107	19,6	212	0,20	150

Fonte: Braz (2003).

Entre as duas leguminosas estudadas, é importante notar-se a produtividade máxima atingida pelo guandu, comparável à de gramíneas, como o milho e a mombaça. O estilosantes, ao contrário, alcançou a produtividade máxima (estimada) de 35%, tendo como referência o guandu, e de apenas 15%, quando comparada a braquiária solteira.

A decomposição e a variação instantânea de massa das palhadas em função do tempo e consideradas na determinação dos coeficientes do modelo de Dalal e Mayer (1986), foi de 150 dias para todas as palhadas.

A Fig. 12a apresenta a equação de decomposição de massa da palhada da braquiária em função do tempo. O índice invariante (k dia⁻¹) de perda de massa (decomposição) estimado foi de 0,0094 dia⁻¹. Estimaram-se os valores de massa seca de 12.426 kg ha⁻¹ (massa Y_0) no tempo t_0 , e de 6.410 kg ha⁻¹ para 150 dias. A projeção estimada da decomposição (em linha pontilhada) para 360 dias chegou aos 4.728 kg ha⁻¹. Em termos relativos, a perda estimada de massa da palhada foi de 48% até os 150 dias observados e de 62% projetados para 360 dias.

Teixeira Neto (2002) verificou que a palhada da braquiária solteira mostrou um percentual de decomposição de 75%, aos 180 dias. Aidar et al. (2000) encontraram os seguintes valores de redução

da palhada da braquiária, 60% aos 120 dias e 42% aos 150 dias. Resultados semelhantes foram relatados por Rezende et al. (1999) com *Brachiaria humidicola*, onde foram observadas reduções de fitomassa próximas de 60%, no período de 112 dias, na estação chuvosa, e de 50%, no período de 140 dias, na estação seca.

A variação instantânea negativa mostra que há perda de massa da palhada da braquiária solteira, que no tempo t_0 foi de 75 kg ha⁻¹ dia⁻¹. As perdas são decrescentes e tendem ao equilíbrio em tempo superior a 360 dias.

A Fig. 12b mostra a equação de decomposição da massa seca da palhada de braquiária em consórcio com o milho, em função do tempo, com índice invariante (k dia⁻¹) de decomposição da massa de 0,0057 dia⁻¹. Os valores estimados de massa inicial (Y_0) da palhada foram de 3889 kg ha⁻¹, no tempo t_0 e no tempo de equilíbrio, o valor estimado foi de 74 kg ha⁻¹, em tempo superior a 360 dias. A perda relativa de massa seca foi de 56%, até os 150 dias, e de 86%, para os 360 dias projetados. Estes valores são semelhantes aos de Wisniewski e Holtz (1997), que constataram decomposição mais lenta da palhada de milho, com perdas de 49% de massa em 149 dias. Aidar et al. (2000) relataram que a redução de fitomassa variou de 57%, na palhada do milho solteiro, e 46%, na da braquiária em consórcio com o milho, aos 107 dias. Teixeira Neto (2002), ao contrário, mostrou que as palhadas da braquiária consorciada com milho e do milho solteiro, possuem um percentual de decomposição de 66% e 77%, aos 180 dias, respectivamente.

A variação instantânea negativa da massa palhada de braquiária em consórcio com milho mostra que no tempo inicial (t_0) a perda foi de 22 kg ha⁻¹ dia⁻¹, com tendência ao equilíbrio em tempo superior a 360 dias projetados.

Na Fig. 13a encontra-se a equação de perda de massa seca da palhada do guandu, com índice invariante (k dia⁻¹) de perda de massa de 0,0115 dia⁻¹. No tempo inicial (t_0) estimou-se o valor de 5606 kg ha⁻¹ (massa Y_0), e no tempo de equilíbrio (Y_e), de 1151 kg ha⁻¹, em tempo maior que os 360 dias projetados. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 65%, até os 150 dias observados, e de 79%, projetado para 360 dias. A tendência ao equilíbrio já se constata a partir dos 300 dias decomposição, como pode ser verificado pela Fig. 13a. Pelá et al. (1999) relataram que o guandu não apresentou uma porcentagem de perda de 49,36%, decorridos 73 dias após o manejo, mostrando-se resistente ao ataque microbiano, muito embora seja uma leguminosa com relação C/N mais baixa.

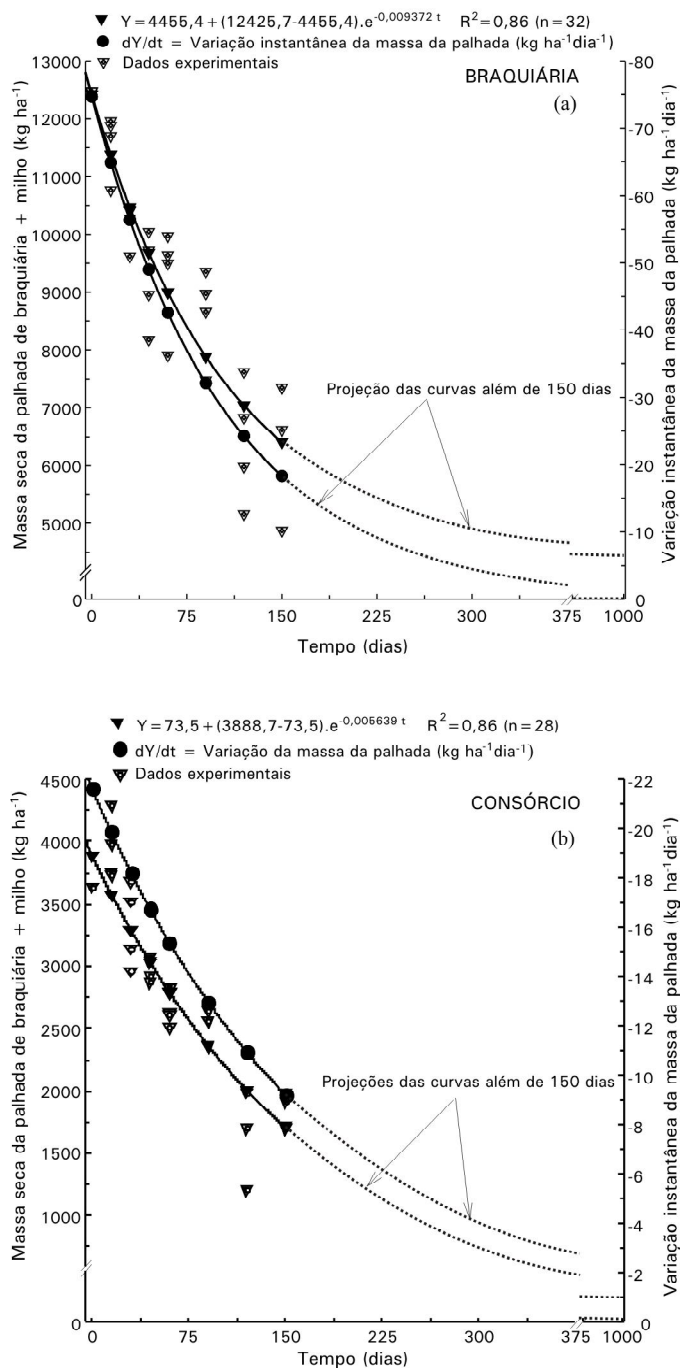


Fig. 12. Decomposição e variação instantânea da massa seca da palhada da braquiária solteira (a) e da braquiária em consórcio com o milho (b), em função do tempo, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A variação instantânea negativa da massa do guandu é mostrada na Fig. 13a, em que no tempo inicial a perda foi de $51 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. As perdas de massa são decrescentes, com tendência ao equilíbrio em tempos próximos de 360 dias.

Na Fig. 13b encontra-se a equação de perda de massa seca da palhada do milho, com índice invariante k de $0,015 \text{ dia}^{-1}$ que, no tempo inicial (t_0) estima o valor de 6258 kg ha^{-1} (Y_0), e no tempo de equilíbrio (Y_e), o valor de 2223 kg ha^{-1} , em tempo maior que 360 dias. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 58%, até os 150 dias, e de 65%, projetados para 360 dias.

Pelá et al. (1999) constataram que o milho é um material persistente no solo, encontraram uma percentagem de perda de 66%, aos 73 dias. A persistência do milho foi atribuída à composição do material, com maiores teores de lignina e celulose, que são mais resistentes à decomposição. Silva et al. (2003) relataram a porcentagem de decomposição da palhada do milho de 81,18%, no período de 137 dias.

A variação instantânea negativa da massa do guandu é mostrada na Fig. 13a, em que, no tempo inicial, a perda foi de $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com tendência ao equilíbrio, em tempos próximos dos 360 dias projetados.

Na Fig. 14a encontra-se a equação de perda de massa seca da palhada do mombaça, com índice invariante k de $0,0183 \text{ dia}^{-1}$ que, no tempo inicial (t_0) estima o valor de 8059 kg ha^{-1} (Y_0), e no tempo de equilíbrio, 2569 kg ha^{-1} (Y_e), em tempo aquém de 360 dias. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 64%, até os 150 dias, e de 69%, projetados para 360 dias.

A variação instantânea de massa da palhada do mombaça é mostrada na Fig. 14a, que na condição inicial foi de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com valores decrescentes que tendem ao equilíbrio em tempos inferiores aos 360 dias projetados.

A Fig. 14b mostra a equação de decomposição da massa seca da palhada do sorgo, com índice invariante k de $0,0175 \text{ dia}^{-1}$. Encontraram-se os valores de 6746 kg ha^{-1} (Y_0) e de 941 kg ha^{-1} (Y_e) nos tempos inicial (t_0) e de equilíbrio (Y_e), respectivamente. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 80%, até os 150 dias observados, e de 86%, projetados para 360 dias.

A variação instantânea de massa da palhada de sorgo (Fig. 14b) significa que ocorre uma perda decrescente, que no tempo inicial foi de $102 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com tendência ao equilíbrio em tempo inferior a 360 dias.

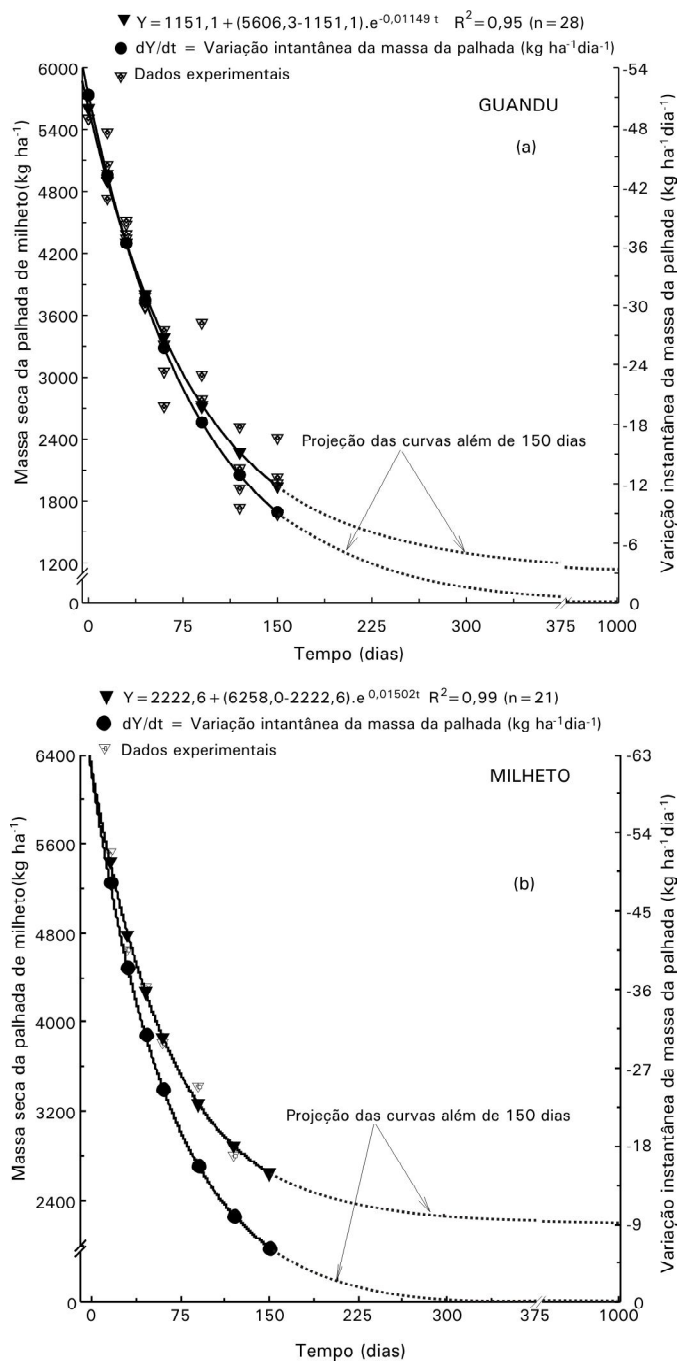


Fig. 13. Decomposição e variação instantânea da massa seca da palhada do guandu (a) e do milho (b), em função do tempo, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

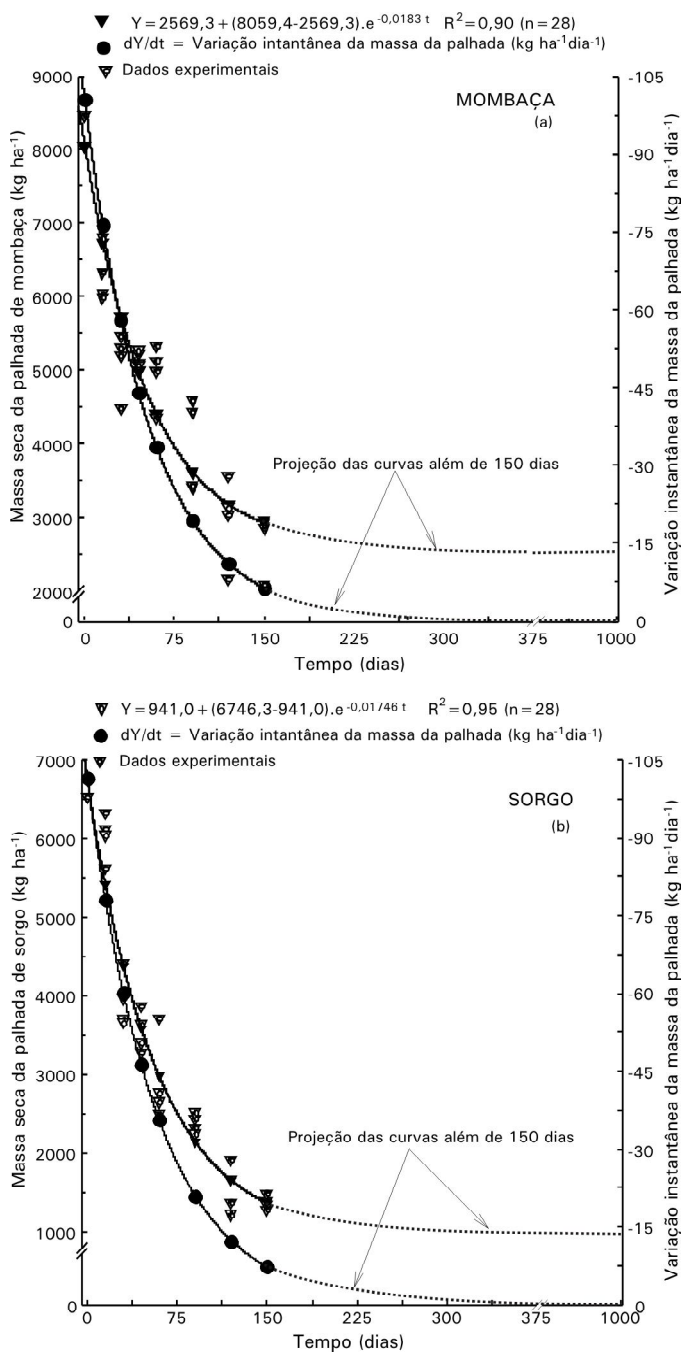


Fig. 14. Decomposição e variação instantânea da massa seca da palhada mombaça (a) e do sorgo (b), em função do tempo, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

Na Fig. 15 encontra-se a equação de perda de massa seca da palhada do estilosantes, com índice invariante k de $0,0133 \text{ dia}^{-1}$, que, no tempo inicial (t_0) estima o valor de 3536 kg ha^{-1} (Y_0), e no tempo de equilíbrio (Y_e), de 593 kg ha^{-1} , em tempo superior a 360 dias. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 72%, até os 150 dias observados, e de 83%, projetados para 360 dias.

A variação instantânea negativa de perda de massa do estilosantes no tempo inicial foi de $39 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Fig. 15), com tendência ao equilíbrio em tempo próximo a 360 dias.

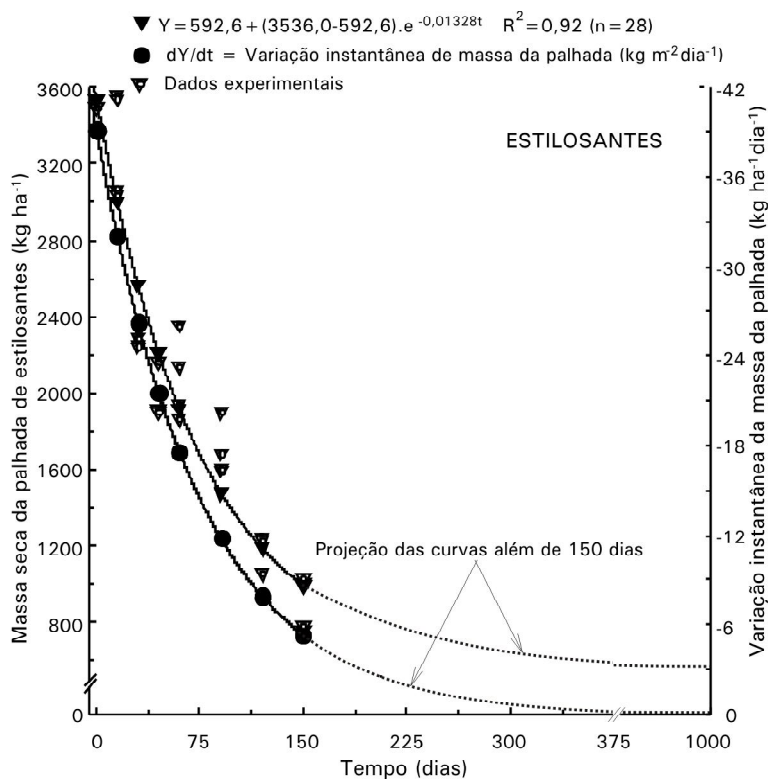


Fig. 15. Decomposição e variação instantânea da massa seca da palhada de estilosantes, em função do tempo, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A Tabela 12 apresenta um resumo dos valores estimados de massa seca das palhadas na condição inicial (MSPTI), os índices invariantes ($k \text{ dia}^{-1}$) de perda de massa das palhadas, as perdas relativas estimadas de massa das palhadas aos 150 dias (PR_{150}) e aos 360 dias

(PR_{360}), as variações instantâneas de perda de massa no tempo inicial (VITI) e os tempos de tendência ao equilíbrio da perda massa das palhadas (TE – dias).

A seguir, são mostrados em ordem decrescente os valores estimados de massa seca das palhadas na condição inicial MSPTI, tomando-se como referência a braquiária (100%): Mombaça – 65%, Sorgo – 54%, Milheto – 50%, Braquiária consorciada – 31%, Guandu – 45% e Estilosantes – 28%.

Tabela 12. Resumo dos valores estimados da massa seca das palhadas no tempo inicial (MSPTI), índice invariante ($k \text{ dia}^{-1}$), perda relativa de massa da palhada aos 150 dias (PR_{150}) e a projetada para 360 dias (PR_{360}), variação instantânea de perda de massa da palhada no tempo inicial (VITI) e tempo de tendência ao equilíbrio (TE), estimados a partir das equações das Figs. 12 a 15, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

<i>Espécies</i>	<i>MSPTI</i> <i>kg ha⁻¹</i>	<i>k</i> <i>dia⁻¹</i>	<i>PR₁₅₀</i> — % —	<i>PR₃₆₀</i>	<i>VITI</i> <i>kg ha⁻¹dia⁻¹</i>	<i>TE</i> <i>dias</i>
Gramíneas						
Braquiária solteira	12426	0,0094	48	62	75	> 360
Mombaça	8059	0,0183	64	69	100	< 360
Sorgo	6746	0,0175	80	86	102	< 360
Milheto	6258	0,0150	58	65	60	< 360
Braquiária consorciada	3889	0,0057	56	86	22	> 360
Leguminosas						
Guandu	5606	0,0115	65	79	51	> 360
Estilosantes	3536	0,0133	72	83	39	< 360

Fonte: Braz (2003).

Numa avaliação geral, pode-se dizer que quanto maiores os índices invariantes de perda de massa das palhadas ($k \text{ dia}^{-1}$) e as variações instantâneas de perdas de massa no tempo inicial (VITI), tanto menores serão os tempos necessários para a tendência ao equilíbrio (TE – dias). Desta forma, Stott et al. (1995) estabeleceram grupos de fragilidade para diversas culturas de cobertura, baseando-se nas constantes de decomposição – perdas de massa de materiais sobre a superfície do solo. Quanto mais altos os índices de decomposição de resíduos sobre os solos, tanto mais frágeis são considerados os materiais e vice-versa.

No presente estudo, as palhadas mais frágeis ou menos persistentes são, em ordem decrescente: mombaça > sorgo > milho > estilosantes > guandu > braquiária solteira > braquiária consorciada. Sugere-se, em trabalhos futuros, estabelecer relações entre as partes folhosas e colmos, para avaliar as suas taxas de decomposição relativas.

Os índices invariantes k (dia^{-1}), estimados a partir das equações constantes nas Figs. 12 a 15, mostraram a seguinte ordem decrescente: a) gramíneas: Mombaça > Sorgo > Milho > Braquiária solteira > Braquiária consorciada; e b) leguminosas: Estilosantes > Guandu. Estes índices fornecem estimativas estanques da perda de massa das palhadas, mas pouco informam sobre as perdas dinâmicas e decrescentes em função do tempo. Aconselha-se, por isso, o emprego das variações em função do tempo, que são obtidas pela derivada primeira dessas mesmas funções. Daí resultam as variações instantâneas de perda de massa das diferentes palhadas por área e por tempo ($\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$), como estão arroladas na Tabela 12.

Desta forma, em termos de perdas relativas de massa das palhadas aos 150 dias, tomando como referência o tempo inicial, estabeleceu-se a ordem decrescente: a) gramíneas: Sorgo – 80% > Mombaça – 64% > Milho – 58% > Braquiárias – 56% e 48%; e b) leguminosas: Estilosantes – 72% > Guandu – 65%. Porém, quando as perdas relativas de massa são projetadas para 360 dias, tomando como referência o tempo inicial, estabeleceu-se a ordem decrescente: a) gramíneas: Sorgo e Braquiária consorciada – 86% > Mombaça – 69% > Milho – 65% > Braquiária solteira – 62%; e b) leguminosas: Estilosantes – 83% > Guandu – 79%.

Referências

- AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; CARNEIRO, G. E. S.; SILVA, J. G. da; DEL PELOSO, M. J. Bean production and white mould incidence under no-till system. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 43, p. 150-151, Mar. 2000.
- ALVARENGA, R. G.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 175-185, fev. 1995.

AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. Rotação de culturas e pastagens em um solo de Cerrado: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Cerrados**: fronteira agrícola do século 21: resumos. Goiânia: SBCS, 1993. v. 3, p. 121-122.

BALBINO, L. C.; STONE, L. F.; COBUCCI, T.; CUNHA, E. Q. Sistema Santa Fé: uso da associação de grãos-pastagem em plantio direto na recuperação das propriedades físicas do solo. In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 2., 2003, Foz do Iguaçu. **Produzindo em harmonia com a natureza**: resumos expandidos. Londrina: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2003. p. 183-185.

BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CAMILOTTI, F.; SILVA, A. R.; MORAIS, M. Avaliação de plantas de cobertura utilizadas em pré-safra ao milho em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2003. 1 CD-ROM.

BRAZ, A. J. B. P. **Fitomassa e decomposição de espécies de cobertura do solo e seus efeitos na resposta do feijoeiro e do trigo ao nitrogênio**. 2003. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

CARVALHO, O. S. **Acumulação de matéria seca, produção de grãos, absorção e distribuição de nutrientes do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench.) em função da adubação nitrogenada**. 1979. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CECATO, U.; MACHADO, A. O.; MARTINS, E. N.; PEREIRA, L. A. F.; BARBOSA, M. A. A. de F.; SANTOS, G. T. dos. Avaliação da produção e de algumas características da rebrota de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 660-668, maio/jun. 2000.

COBUCCI, T.; PORTELA, C. M. de O. Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 444-458.

COSTA, J. L. da S. Reconstrução do solo e manejo de culturas no controle de podridões radiculares em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. S37-S38, ago. 2002. Suplemento. Edição de Resumos do XXXV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Recife, PE, ago. 2002.

COSTA, J. L. da S.; RAVA, C. A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 523-533.

DALAL, R. C.; MAYER, R. J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in Southern Queensland. II. Total organic carbon and its rate of loss from the soil profile. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 24, n. 2, p. 281-292, 1986.

FERREIRA, A. de M. **Emergência, crescimento e senescência de uma cultivar de braquiária em condições dos Cerrados**. 2001. 46 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto: o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 p.

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

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; OLIVEIRA, I. P. de; THUNG, M. Bean yield as affected by mulch from different crop residues. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 44, p. 69-70, Mar. 2001.

KLUTHCOUSKI, K.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. de A. Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 113, p. 1-24, mar. 2006. Encarte técnico.

MACHADO, E. C.; FAHL, J. I.; PEREIRA, A. R.; ARRUDA, H. V.; SILVA, W. J. da. Análise de crescimento de quatro variedades de milho em três diferentes populações. I. Análise quantitativa do crescimento através de funções ajustadas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13., 1980, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1980. p. 67.

MACHADO, F. A.; NASCIMENTO, M. do P. S. C. B.; NASCIMENTO, H. T. S. do. **Avaliação de acessos do gênero *Stylosantes* para produção de feno.** Teresina: Embrapa Meio Norte, 1998. 3 p. (Embrapa Meio Norte. Pesquisa em andamento, 75.)

MAGALHÃES, V. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; COSTA, J. P. V.; SANTANA, C. S. Produção de fitomassa e de acúmulo de nitrogênio em leguminosas para utilização em sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, R. M. de. **Resposta do feijão de inverno a doses de nitrogênio no sistema plantio direto e efeito de palhadas no desenvolvimento do mofo branco.** 2001. 88 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

PELÁ, A.; SILVA, M. S.; COSTA, L. A de M.; SILVA, C. J. da; ZUCARELI, C.; DEBARLI, L. D.; MATTER, U. F. Avaliação da resistência a decomposição de dez espécies de plantas de cobertura visando o plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 53, p. 26, set./out. 1999.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S. I. C. de; OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J. Análise de crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, jul. 2000.

REZENDE, C. de P.; CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K. E. BODDEY, R. M. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic Forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agrecosystems**, New Jersey, v. 54, n. 2, p. 99-112, 1999.

ROMAN, E. S.; VELLOSO, J. A. R. de O. Controle cultural, coberturas mortas e alelopatia em sistemas conservacionistas. In: PLANTIO DIRETO no Brasil. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 77-103.

ROOS, L. C. Impacto econômico da integração agricultura-pecuária em plantio direto. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4., 1999, Uberlândia. **Plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 25-30.

ROSA, S. R. A. da. **Efeito da competição interespecífica no crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras**. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e de Engenharia de Alimento, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N. Milheto, uma alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 45, p. 41-43, maio/jun. 1998.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; BROCH, D. L.; FABRÍCIO, A. C. **Alterações em atributos físicos do solo decorrentes da rotação soja – pastagem, no Sistema Plantio Direto**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 5 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 10).

SARAIVA, O. F.; TORRES, E. **Estimação da cobertura do solo por resíduos culturais**. Londrina: EMBRAPA–CNPSo, 1993. 4 p. (EMBRAPA–CNPSo. Pesquisa em andamento, 14).

SEGUY, L.; BOUZINAC, S. R.; MATSUBARA, M. **Gestão dos solos e das culturas nas fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos do Centro-Oeste**: I. destaques 1992 e síntese atualizada 1986/92. II. gestão ecológica dos solos: relatório. Lucas do Rio Verde: CIRAD, 1992. 107 p. (Convênio RAP/CIRAD-CA Fazenda Progresso).

SEMENTES MATSUDA. **Sementes para pastagem**. Álvares Machado, 2001. Não paginado.

SILVA, F. L.; COLLIER, L. S.; LAURINDO, P. C.; MENDES, M. M.; FISHER, E. C. Potencial de restituição de nutrientes através de plantas de cobertura em plantio direto no Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1 CD-ROM.

STONE, L. F.; BALBINO, L. C.; COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. Efeito do ambiente antecessor em alguns atributos do solo e na produtividade do feijoeiro. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. (Ed.). **Resultados obtidos na área polo de feijão no período de 2002 a 2004**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 53-59. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).

STOTT, D. E.; ALBERTS, E. E.; WELTZ, M. A. Residue decomposition and management. In: FLANAGAN, D. C.; NEARING, M. A. (Ed.). **Hillslope profile and watershed model documentation**. West Lafayette: USDA, 1995. Cap. 9.

TEIXEIRA NETO, M. L. **Efeito de espécies vegetais para cobertura, no sistema plantio direto na região dos cerrados, sobre as propriedades do solo**. 2002. 151 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

VALENTIM, J. F.; MOREIRA, P. **Vantagens e limitações dos capins Tanzânia-1 e Mombaça para a formação de pastagens no Acre**. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF-Acre, 1994. 3 p. (EMBRAPA-CPAF-Acre. Comunicado técnico, 60.)

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 11, p. 1191-1197, nov. 1997.

CAPÍTULO 09

Manejo Adequado do Solo

***Luís Fernando Stone, José Geraldo da Silva, João
Kluthcouski e Priscila de Oliveira***

A prática da agricultura, de um modo geral, tem sido uma atividade predatória em termos de conservação do solo. As terras agrícolas vêm sofrendo um processo acelerado de degradação de sua capacidade produtiva pelo inadequado uso do solo, devido à mecanização intensa e desordenada, como pelos sistemas agrícolas embasados na monocultura ou sucessões contínuas grão-grão (MONDARDO, 1984). Nas regiões tropicais e subtropicais, a degradação do solo é ainda mais intensa.

Em termos gerais, a intensa mobilização dos solos tropicais traz, como consequência, a sua desagregação superficial, sujeita à formação de uma fina crosta, resultante da dispersão das partículas do solo, e outra camada subsuperficial compactada, resultante tanto da pressão exercida pelos implementos agrícolas como dos pneus (CASTRO et al., 1987). O processo de erosão, resultante destas alterações físicas, representa o fato mais negativo para a sustentabilidade econômica e física da atividade agrícola, e também, o de maior agressividade ao ambiente.

A degradação dos solos, com todas as suas implicações e nefastas consequências, tem resultado no desafio de viabilizar sistemas de produção que possibilitem maior eficiência energética e conservação ambiental, bem como na criação de novos paradigmas tecnológicos baseados na sustentabilidade.

Apesar disso, problemas de solo de ordem física, química ou biológica podem ocorrer no SPD, limitando seu desempenho. Sempre que possível, esses problemas devem ser resolvidos conservando o sistema.

Compactação do solo

A compactação do solo traz como consequências mudanças bruscas nas relações solo-ar-água, principalmente nos processos dinâmicos, tais como: movimentação da água, ar e nutrientes; crescimento radicular das plantas e na difusibilidade térmica ao longo do perfil (PAULETTO et al., 1997). Assim, mesmo no SPD, restrições inerentes às propriedades físicas no perfil do solo devem ser adequadamente corrigidas.

Aumento na massa específica do solo e microporosidade e redução na macroporosidade e porosidade total no SPD foram relatados por Vieira (1985). Já Vieira e Muzilli (1984) observaram que os valores de densidade de um Latossolo Vermelho-Escuro, sob diferentes sistemas

de manejo, foram significativamente maiores a 10 cm de profundidade no SPD, inexistindo diferenças nas camadas inferiores a 20 cm. A porosidade total e macroporosidade foram mais baixas no SPD em relação ao manejo convencional.

Outro ponto relevante é que a compactação do solo pode afetar a absorção de nutrientes pela modificação no crescimento radicular das plantas e na disponibilidade de nutrientes. Phillips e Kirkham (1962) observaram que a presença de camada compactada pode reduzir em até 25% a absorção de N, P e K pelas plantas de milho. Borges et al. (1988) concluíram que a compactação do solo reduziu o acúmulo de P, K, Ca e Mg na parte aérea de plantas de soja. Para os três primeiros nutrientes, o acúmulo foi máximo até a massa específica do solo da ordem de $1,0 \text{ Mg m}^{-3}$.

Para a cultura do feijão, Primavesi et al. (1985) concluíram que a compactação reduziu a extração de Ca, P e N, em um Latossolo Roxo, e de K, num Podzólico, havendo, contudo, aumentos na concentração foliar de Mg, Ca e N.

Compactação x enraizamento

Para a cultura do feijão tem sido relatado que, em condições ideais de solo, as raízes podem atingir 1,5 m de profundidade (ROBERTSON et al., 1978). Na prática, contudo, devido, provavelmente, ao tipo de solo e à presença de um ou mais tipos de impedimento de ordem física ou química, a literatura mostra que as raízes dessa leguminosa se desenvolvem comumente até 50-60 cm de profundidade (OLIVEIRA; SILVA, 1990; PIRES et al., 1991; STONE; PEREIRA, 1994). Especificamente no caso do feijão irrigado por aspersão, a concentração das raízes na superfície parece ser ainda maior (OLIVEIRA; SILVA, 1990; TEIXEIRA et al., 1992; STONE; PEREIRA, 1994). Isso é devido, possivelmente, ao manejo da irrigação feito apenas na camada superficial, 0-30 cm, quando se trata de irrigação por pivô central.

As alterações nas propriedades do solo, decorrentes de manejo, afetam profundamente o desenvolvimento radicular das plantas. As raízes, porém, são menos conhecidas, estudadas, entendidas e apreciadas, dentre as partes da planta, pelo fato de não poderem ser vistas e também pelas dificuldades para o seu estudo (HUGHES et al., 1992). As raízes absorvem e translocam água e nutrientes, sintetizam carboidratos e suportam a planta. De acordo com Miller (1986), essas funções são afetadas por estresses aos quais as raízes podem estar sujeitas, tais como: falta ou excesso de

água; deficiência de O_2 ; deficiência ou desequilíbrio de nutrientes; temperaturas adversas; impedimento físico; presença de elementos tóxicos e ataque de insetos e doenças. Na agricultura de sequeiro, especialmente em regiões sujeitas a curtos períodos de estresse hídrico, é desejável o desenvolvimento profundo das raízes.

Rovira (1975) concluiu que a faixa de solo com dominância de absorção de nutrientes pelo feijoeiro é localizada entre 10 cm e 20 cm de profundidade. Estudos sobre a resistência à seca com essa cultura mostram que as raízes mais profundas do feijoeiro foram positivamente correlacionadas com a produção de grãos e o crescimento das plantas (SPONCHIADO et al., 1989), e alguns genótipos, apesar de enraizarem mais intensamente na superfície do solo, podem ter o sistema radicular explorando até 100 cm de profundidade (GUIMARÃES et al., 1996).

Stone e Silveira (1996) mostraram que a compactação subsuperficial devida ao preparo do solo com grade induziu à concentração superficial das raízes do feijoeiro até 10 cm. Na aração com aivecas, observou-se boa distribuição de raízes até 40 cm de profundidade. Já no SPD, a maior parte das raízes concentrou-se nos primeiros 20 cm de profundidade.

Kluthcouski (1998) estudou, no estágio de plena floração, o desenvolvimento radicular das culturas da soja, milho, arroz e feijão, observando que diferentes manejos de solo afetaram significativamente o volume radicular médio do milho no perfil do solo (Fig. 1). A escarificação do solo resultou tanto em maior volume radicular, no perfil 0-100 cm de profundidade, como em melhor distribuição até os 20 cm de profundidade, enquanto a grade aradora e o SPD apresentaram os piores desempenhos no desenvolvimento radicular do milho. Na cultura da soja não se observou diferença significativa do manejo do solo sobre o desenvolvimento radicular, havendo, em média, maior volume no manejo do solo com grade aradora, porém com elevada concentração nos primeiros 10 cm de profundidade. Estes resultados contrastam com os obtidos por Pedo et al. (1986). Para o feijoeiro, a concentração superficial das raízes também prevaleceu, registrando-se mais de 66% nos primeiros 10 cm de profundidade e 89% no perfil 0-20 cm, o que coincide com os resultados discutidos por Stone e Pereira (1994) e Stone e Silveira (1996). Para o arroz de terras altas não houve diferença significativa no volume médio de raízes nos diferentes manejos. Entretanto, tendência a maiores volumes e melhor distribuição no perfil foi observada nos manejos do solo com aração e escarificação, em relação a grade aradora ou o plantio direto. Melhor desenvolvimento radicular do arroz em solos descompactados foi também registrado por Guimarães (1997).

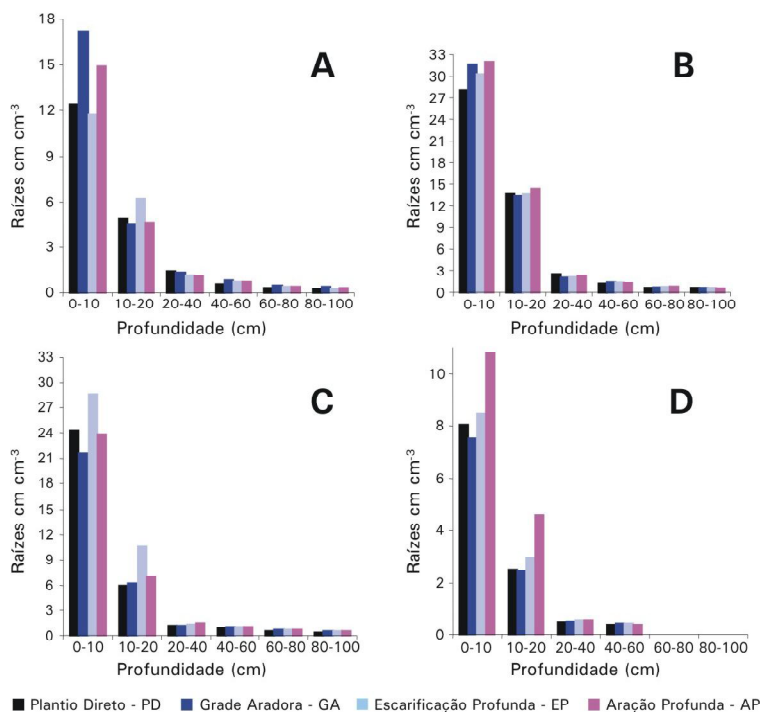


Fig. 1. Efeito do manejo sobre a distribuição das raízes das culturas da soja (A), arroz (B), milho (C) e feijão (D) no perfil do solo. Fazenda Três Irmãos. Santa Helena. GO.

Fonte: Kluthcouski (1998).

O SPD apresentou ligeira tendência ao maior acúmulo superficial das raízes. Abaixo de 20 cm, o desenvolvimento radicular foi muito semelhante em todos os manejos. Independente do manejo do solo, mais de 66% das raízes acumularam-se nos primeiros 10 cm de profundidade e mais de 89% nos primeiros 20 cm. A massa seca das raízes revelou a mesma tendência, já que mais de 69% das raízes concentraram-se nos primeiros 20 cm de profundidade, independente do manejo, sendo que o preparo com grade resultou em raízes mais fibrosas na superfície e o preparo com aivecas em menos fibrosas.

Compactação x fungos com origem no solo

O papel dos microrganismos e da mesofauna no melhoramento das propriedades do solo e as vantagens da cobertura morta e da matéria orgânica sobre suas populações e atividade são inquestionáveis. Kluthcouski (1998) mostrou que ocorre uma larga diferença da atividade microbiológica e populações totais de fungos e bactérias no SPD em relação aos manejos que revolvem o solo. No entanto, se o solo estiver

compactado, na camada superficial, devido tratar-se de ambiente rico em água e matéria orgânica, ocorre o favorecimento de todas as doenças causadas por patógenos de solo¹.

Observa-se, na Tabela 1, que as populações de *Fusarium solani* Esp. *Phaseoli* e *Rhizoctonia solani*, cerca de 80 dias após o manejo, foram significativamente superiores no SPD, em níveis capazes de causar redução na população final de plantas, devido a *R. solani*, ou prejudicando o desenvolvimento das plantas, devido à *F. solani*, segundo pesquisas desenvolvidas por Berni et al. (1997) e Costa e Costa (1997), respectivamente. O revolvimento do solo com arado de aiveca reduziu o número de propágulos destes micro-organismos em cerca de 50%, passando a existir menor probabilidade de causarem danos significativos às plantas. A aração, com conseqüente enterrio dos restos culturais, tem sido recomendada como uma das técnicas de redução destas e de outras enfermidades por Cardoso et al. (1996), Embrapa (1996, 1997), Sartorato et al. (1996) e Costa (1997).

Tabela 1. Efeito do manejo do solo sobre as populações de *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* e bacteriana e fúngica total. Fazenda Três Irmãos. Santa Helena, GO¹.

Manejo do solo	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i> % ROC ²	<i>Fusarium solani</i>	População fúngica total propágulos g solo ⁻¹	População bacteriana total
SPD	0,0	88,7 a	5.205 a	35.147 x 10 ² a	45070 x 10 ² a
AP	0,0	45,0 b	2.235 b	22.218 x 10 ² b	36197 x 10 ² a
DMS	-	11,8	2.003	9.240 x 10 ²	58237 x 10 ²
CV (%)	-	17,6	53,5	32,0	142,41

¹Média de quatro repetições e quatro subamostras/repetição. SPD = Sistema Plantio Direto e AP = Aração Profunda.

²Resíduos orgânicos colonizados.

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem ao nível de P = 0,05 pelo teste de Tukey.

Fonte: Kluthcouski (1998).

Ainda segundo Kluthcouski (1998), na cultura da soja, a infestação de *Roselinea* sp. foi bastante superior nos manejos com conservação da palhada na superfície, ou superficialmente incorporada através da grade aradora.

Compactação superficial x mecanismos sulcadores

O uso de mecanismos sulcadores na forma de hastes, mais comumente cognominados de “botinhas” é indicado quando ocorre

¹ Informação obtida de Murillo Lobo Júnior, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

compactação/adensamento superficial do solo. Observa-se na Tabela 2 uma pequena tendência ao aumento de produtividade independentemente da densidade de semeadura, devido ao uso do sulcador tipo “botinha”. Vale ressaltar que, por ser um cultivo de inverno sob irrigação por aspersão, provavelmente não ocorreu deficiência hídrica para a cultura. Na Tabela 3, também no cultivo de inverno, observa-se decréscimo de rendimento devido ao disco duplo, apenas no tratamento sem nitrogênio, o que pode ser devido ao melhor desenvolvimento do sistema radicular, com maior capacidade no uso de nutrientes, dado ao uso das “botinhas”. O efeito dessa prática, apesar de exigir maior potência do trator, é notório quando ocorrem veranicos ou para se evitar a salinização por fertilizantes, caso do potássio, por exemplo.

Tabela 2. Efeito de diferentes mecanismos sulcadores e da densidade de plantas sobre o rendimento e seus componentes da cultivar de feijão Pérola. Cristalina, GO. 2008.

	<i>Sulcador tipo botinha</i>			<i>Sulcador tipo disco duplo</i>		
	<i>6 Plantas m⁻¹</i>	<i>8 Plantas m⁻¹</i>	<i>10 Plantas m⁻¹</i>	<i>6 Plantas m⁻¹</i>	<i>8 Plantas m⁻¹</i>	<i>10 Plantas m⁻¹</i>
Nº plantas/m	6,8	9,0	10,0	6,8	7,8	9,0
Nº vagens/m	112,4	119	94,8	85	110,8	101,2
Nº grãos/m	580	624	551	497	47	557
Vagens/planta	16,53	13,22	9,48	12,50	14,21	11,24
Grãos/vagem	5,16	5,24	5,82	5,85	4,32	5,50
Grãos/planta	85,29	69,29	55,14	73,09	61,44	61,89
Plantas/ha	136.000	180.000	200.000	170.000	195.000	180.000
Grãos/ha (x 1000)	11.600	12.472	11.028	12.425	11.980	11.140
Sacos/ha	50,65	48,85	44,11	49,29	47,92	43,07
Média (kg ha ⁻¹)	2.872		2.805			

Fonte: informação obtida de José Geraldo Di Stefano, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

Tabela 3. Efeito de diferentes mecanismos sulcadores e do manejo do nitrogênio sobre o número de vagens da cultivar de feijão Pérola. Formosa, GO. 2008.

<i>Mecanismo</i>	<i>Sem N</i>	<i>90 kg N ha⁻¹ base</i>	<i>90 kg N ha⁻¹ cob.</i>
Botinha	19,1	22,7	19,1
Disco duplo	15,6	22,6	19,9

Fonte: informação obtida de Tarcísio Cobucci, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.

Em solos ricos em matéria orgânica e sob SPD, geralmente ocorre melhor estruturação do solo. Nessa condição, independente do mecanismo sulcador das plantadoras, ocorre pouco retorno de solo que separa o fertilizante da semente, podendo resultar em salinização

excessiva nas plântulas (Fig. 2). Nesse caso, a simples adaptação de alguns elos de corrente na parte posterior do mecanismo sulcador evita esse tipo de injúria às plantas (Fig. 3).



Fig. 2. Efeito salino do potássio em plântulas de feijão.



Fig. 3. Adaptação de corrente no mecanismo sulcador da plantadora para evitar o contato adubo-semente.

Compactação x produtividade

O rendimento de grãos na maioria das culturas sob diferentes manejos do solo depende, dentre outros, das condições climáticas do ano agrícola, da qualidade do manejo, do nível de fertilidade do solo e do estado sanitário da cultura. Por essas razões, tem sido bastante variável na literatura o comportamento das culturas. É preciso destacar, contudo, que nos anos em que ocorre deficiência hídrica, quase sempre são registradas perdas de rendimentos, as quais, nos Cerrados, segundo Carmo (1997), correspondem, em

média, a uma safra a cada cinco anos. Nessa região ocorrem perdas anuais de 26%, 17%, 23 % e 38% nos rendimentos de soja, milho, feijão e arroz, respectivamente, quando comparadas aos rendimentos dessas culturas com irrigação suplementar. Essas reduções podem ser reflexo da compactação, da baixa capacidade de armazenamento de água no solo devido aos baixos teores de matéria orgânica, da correção inadequada do perfil do solo ou, ainda, do fraco enraizamento das culturas.

Poucas pesquisas envolvendo variados manejos do solo foram realizadas com a cultura do feijoeiro. Em regime de sequeiro, Mullins et al. (1988) concluíram que não há diferença no rendimento dessa cultura entre os sistemas convencional e SPD. Landers (1995) mencionou que, em nível de produtor, na região de Barreiras-BA, maiores produtividades tendem a ser obtidas no SPD em relação ao sistema convencional. Siqueira et al. (1993) mencionaram que o revolvimento do solo através da aração, independente da cobertura vegetal, sempre proporcionou melhores rendimentos ao feijoeiro.

Em outros estudos, Merten (1994) e Silva et al. (1996) destacaram ligeira superioridade do SPD no rendimento de grãos do feijoeiro em relação aos manejos com grade, aração, ou escarificação. No Brasil Central, Stone e Silveira (1996), Silveira e Silva (1996) e Urchei (1996) verificaram maiores rendimentos do feijoeiro irrigado por aspersão no SPD. Stone e Silveira (1996) e Silva et al. (1996) concluíram que os menores rendimentos do feijoeiro foram obtidos no manejo do solo com grade aradora, enquanto Silveira et al. (1994) não verificaram diferenças entre aração superficial e profunda.

Em estudo conduzido por Kluthcouski (1998), no qual foram comparados diferentes métodos de manejo do solo, em área sob SPD durante oito anos, o melhor rendimento de feijão foi obtido na aração profunda com arado de aivecas (Tabela 4). Esse mesmo autor, em outro estudo, mostrou que, num solo mantido sob SPD por 12 anos, ocorreu efeito significativo da descompactação do solo com arado de aivecas sobre a produtividade de feijão, cultivar Jalo Precoco (Tabela 5).

Em estudo sobre a descompactação do solo no SPD, com implemento diferenciado que não altera significativamente a superfície do solo, houve efeito positivo dessa prática sobre o rendimento de grãos de arroz, soja, milho e feijão e na produção forrageira de milho (Tabela 6).

Tabela 4. Efeito do manejo do solo e da adubação sobre o rendimento da cultura do feijão, cultivar Jalo Precoce. Fazenda Três Irmãos, em Santa Helena de Goiás-GO.

<i>Tratamento</i>	<i>População (plantas ha⁻¹)</i>	<i>Rendimento (kg ha⁻¹)</i>
Sistema Plantio Direto	163.241 a	2.367 b
Grade aradora	158.991 a	2.244 b
Escarificação profunda	174.537 a	2.349 b
Aração profunda	176.407 a	2.691 a
DMS	26.408,0	213,9
CV (%)	17,41	9,83

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem, no nível de P = 0,05 pelo teste de Tukey.

Fonte: adaptado de Kluthcouski (1998).

Tabela 5. Efeito do manejo do solo e da adubação sobre o rendimento e algum de seus componentes na cultura do feijão, cultivar Jalo Precoce. Fazenda Três Irmãos. Santa Helena-GO¹.

				Nº de vagens por planta		Nº de sementes por vagem ³	Massa de 100 grãos (g) ⁴
Tratamento		Rendimento ² (kg ha ⁻¹)	População (plantas ha ⁻¹)	Cheias ³	Vazias ³		
Manejo ⁵ /Adubação ⁶							
SPD	T	2.247	182.222	9,1	1,8	4,16	36,27
	To	2.328	162.500	10,6	1,9	4,49	36,56
	Eg	2.525	145.000	13,4	3,1	4,30	36,05
Média		2.367 b	163.241 a	11,05 a	2,27 a	4,32 a	36,29 a
GA	T	2.174	191.972	9,8	1,7	4,13	35,46
	To	2.041	156.944	10,2	2,0	4,28	32,12
	Eg	2.517	128.055	15,6	2,7	4,21	36,59
Média		2.244 b	158.991 a	11,9 a	2,1 a	4,20 a	34,72 a
EP	T	2.315	196.111	9,6	1,8	4,28	36,96
	To	2.273	173.055	9,6	3,1	4,45	33,63
	Eg	2.460	154.444	11,2	3,0	4,30	35,75
Média		2.349 b	174.537 a	10,15 a	2,62 a	4,35 a	35,11 a
AP	T	2.565	196.694	9,7	2,3	4,23	37,61
	To	2.681	181.972	9,8	2,4	4,10	36,70
	Eg	2.826	150.556	12,6	2,9	4,27	36,94
Média		2.691 a	176.407 a	10,72 a	2,51 a	4,20 a	37,08 a
DMS		213,90	26.408,00	1,85	1,06	0,36	3,59
CV (%)		9,83	17,41	13,25	35,05	6,58	11,13
Adubação							
	T	2325 b	191750 a	9,54 b	1,88 b	4,2 a	36,3 a
	To	2331 b	168618 b	10,08 ab	2,35 ab	4,3 a	34,7 a
	Eg	2582 a	144514 c	13,23 a	2,91 a	4,4 a	36,3 a
DMS		219,80	19711,00	3,26	0,87	0,32	2,04
CV (%)		11,87	15,27	27,44	33,68	22,07	7,43
Manejo x Adubação		ns	ns	ns	ns	ns	Ns

¹ Média de quatro repetições. ² Média de 02 amostras de 4,95 m², com 13% de umidade. ³ Média de 10 plantas/parcela. ⁴ Média de 2 amostras/parcela. ⁵ SPD = Sistema Plantio Direto; GA = Grade aradora; EP = escarificação profunda; AP = aração profunda. ⁶ T = testemunha; To = recomendação oficial para a região; Eg = reposição das exportações pela colheita. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem ao nível de P = 0,05 pelo teste de Tukey. Fonte: Kluthcouski (1998).

Tabela 6. Descompactação do solo sob Sistema Plantio Direto com a técnica de escarificação profunda.

<i>Cultura</i>	<i>Local</i>	<i>Sistema Plantio Direto</i>	<i>Sistema Plantio Direto + escarificação¹ (kg ha⁻¹)</i>	<i>Aumento de rendimento (%)</i>
Arroz de terras altas	Sta. Helena, GO	2.148a	2.865b	33
Arroz de terras altas	Sorriso, MT	4.520	4.636	3
Soja	Sta. Helena, GO	3.978a	4.710b	18
Milho forrageiro	Sta. Helena, GO	37.682a	46.693b	24
Milho	Sta. Helena, GO	9.502a	11.350b	19
Feijão	Sta. Helena, GO	1.884a	2.284b	21

¹Descompactação com Matabroto, equipamento cujas hastes são distanciadas em 1 m, possibilitando o mínimo revolvimento da palhada de cobertura do solo.

Concentração superficial de nutrientes

O SPD, em relação à ciclagem biológica, tende à máxima conservação de nutrientes em um agroecossistema. O mínimo revolvimento do solo e a manutenção da palhada reduzem as perdas de nutrientes (WISNIEWSKI; HOLTZ, 1997). Contudo, o SPD não recupera propriedades químicas de solos, que nos trópicos são naturalmente deficientes ou degradadas por mau manejo. Solos lixiviados, pobres e ácidos, como os dos Cerrados, necessitam de correção antes do estabelecimento do SPD (SHAXSON, 1995). Por não ser recuperador das limitações do solo, é necessária, antes da implantação do sistema, a correção das propriedades físicas e químicas no perfil (DERPSCH, 1984; LANDERS, 1995; BALBINO et al., 1996).

Balbino et al. (1996) observaram que para o SPD se desenvolver sem problemas de fertilidade do solo, é necessário que o perfil mais intensamente explorado pelas raízes contenha mais de 2% de matéria orgânica; pH (água) 5,5; 2 cmol_c kg⁻¹ de Ca; 0,8 cmol_c kg⁻¹ de Mg; 20 mg kg⁻¹ de P; 50 mg kg⁻¹ de K; 1 mg kg⁻¹ de B e Cu; 5 mg kg⁻¹ de Mn; 4 mg kg⁻¹ de Zn e 0,2 mg kg⁻¹ de Mo. Nas regiões tropicais, contudo, é difícil atingir tais níveis para todos os nutrientes em pouco tempo e a custos compatíveis com o retorno das colheitas, sendo necessário acumulá-los no perfil ao longo do tempo, através de excedentes na adubação de manutenção.

Mullins (1995) recomenda que para solos ácidos e inférteis, típicos dos Cerrados, deve-se proceder tanto a calagem como a

correção potássica e fosfatada em maior profundidade até, pelo menos, a zona de maior atividade radicular. Balbino (1997) recomenda, inclusive, que solos com fertilidade natural baixa devem ser cultivados por dois ou mais anos no sistema convencional, incorporando assim os corretivos e alguns nutrientes no perfil. Esta prática é de fundamental importância para os nutrientes imóveis no solo e no floema das plantas, caso do Ca. Já que o uso intensivo da área, seja para produção de grãos ou cobertura morta, é uma das prerrogativas do SPD, e as frequentes adubações são feitas na camada superficial, é evidente que, em consequência, haja um acúmulo dos nutrientes na profundidade de adubação, principalmente daqueles menos móveis ou imóveis.

Sá (1993) avaliou a distribuição de nutrientes no perfil do solo mantido sob SPD durante 4 a 16 anos, verificando que em todos os casos o teor de P abaixo de 20 cm de profundidade era menor que 3 mg kg⁻¹, sendo similar aos valores encontrados em solos sob vegetação nativa. A prática contínua do SPD por 4, 9 e 16 anos resultou no acúmulo de cerca de 29, 79 e 129 mg kg⁻¹ de P, respectivamente, na camada 0-2,5 cm. De maneira similar, o K concentrou-se na camada 0-10 cm, atingindo valores de até 4.5 cmol_c kg⁻¹. Resultados semelhantes foram relatados por Muzilli (1983, 1984); Mullins (1995); Pauletti et al. (1995); Franzluebbbers e Hons (1996). Também foi verificado o acúmulo superficial, principalmente até a profundidade de 10 cm, de Ca e Mg (MUZILLI, 1983; PAULETTI et al., 1995), e Zn e Mn (FRANZLUEBBERS; HONS, 1996). Segundo estes últimos autores, sob SPD ocorre menor concentração de Fe e Cu nos 5 cm superficiais do solo. Ainda segundo a maioria destes autores, no manejo convencional do solo ocorre a diluição destes nutrientes no perfil. A maior acidez superficial no SPD é ponto de controvérsias na literatura. Enquanto Dick (1983) relatou que o pH do solo é ligeiramente inferior nas camadas superficiais, outros autores não observaram a mesma relação (GUEDES et al., 1978; MUZILLI, 1983; ISMAIL et al., 1994; PAULETTI et al., 1995). Também é evidente, no SPD, a maior concentração de matéria orgânica na superfície (ISMAIL et al., 1994; PAULETTI et al., 1995). Em relação aos demais métodos de manejo do solo, a escarificação tende a acumular os nutrientes no solo de forma similar ao SPD, e as grades e arados tendem a uniformizar a distribuição até a profundidade trabalhada.

Enquanto que para Muzilli (1984), no manejo convencional do solo, o maior contato do adubo com as partículas do solo explica a menor disponibilidade de nutrientes para as culturas, para

Mallarino (1997), o acúmulo superficial de nutrientes pode resultar em baixa absorção de P e K, e, conseqüentemente, baixos rendimentos de colheita, especialmente quando a camada superficial do solo estiver seca. Na prática da agricultura dependente das chuvas, particularmente nos trópicos, com freqüente ocorrência de veranicos, parece ser necessária uma melhor qualidade das propriedades do solo, em maior profundidade, em relação às regiões temperadas, objetivando obter melhor desenvolvimento radicular das plantas e, conseqüentemente, melhor uso da água.

Barber (1985) mencionou que, quando o fertilizante fosfatado foi misturado em apenas uma pequena porção de solo ocorreu grande proliferação de raízes na porção fertilizada em relação às demais, podendo, neste caso, ter sido reduzida a absorção do nutriente. Guimarães e Castro (1981, 1982) e Chaib et al. (1984) verificaram melhor desenvolvimento radicular do feijoeiro, no que se refere à profundidade, quando se efetuou a adubação em maior profundidade em relação à convencional. Aumento no rendimento de grãos devido à incorporação mais profunda do fertilizante tem sido registrado na cultura do feijão (KLUTHCOUSKI et al., 1982; THUNG et al., 1982) e milho (BARBER, 1985; ALONÇO; FERREIRA, 1992). Schenk e Barber (1980) e Silderbush e Barber (1984) relatam que a maior parte do fósforo e potássio é extraída da camada 0-20 cm de profundidade. Mallarino (1997) salientou que a adubação potássica mais profunda foi particularmente importante em anos nos quais ocorreu deficiência hídrica. Gonzalez-Erico et al. (1979) e Alonço e Ferreira (1992) obtiveram maiores produtividades de milho com a incorporação profunda do calcário. Sá (1995) também registrou efeitos positivos da calagem profunda nas culturas da soja e do milho, principalmente quando a incorporação do corretivo foi realizada com arado de aivecas, até a profundidade de 35 cm.

Na Tabela 7, nota-se que em um Latossolo Roxo eutrófico, mantido sob SPD durante 12 anos, o revolvimento do solo com arado de aivecas tendeu a uniformizar a distribuição dos nutrientes até a profundidade trabalhada, que foi de aproximadamente 40 cm. Essa uniformização, no entanto, nem sempre resultou em aumento da concentração dos nutrientes na folha do feijoeiro, cultivar Jalo Precoce (Tabela 8), porém, houve efeito significativo da produtividade nesse manejo do solo em relação a outros métodos de preparo (Tabela 5).

Tabela 7. Efeito do manejo do solo sobre a distribuição dos nutrientes no perfil de um Latossolo Roxo eutrófico na gleba 3-A após a colheita do feijão. Fazenda Três Irmãos. Santa Helena, GO.

<i>Tratamento</i>	<i>pH</i> (água)	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Al</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>MO</i>
			cmol L ⁻¹				mg	L ⁻¹			gkg ⁻¹
Manejo¹/											
Prof. (cm)²											
SPD 0-5	5,5	4,9	1,8	0,12	40,1	133,0	4,2	11,3	21,5	104,5	28,5
5-10	5,6	4,6	1,1	0,15	45,0	163,0	3,7	9,8	20,2	85,2	24,7
10-20	6,2	5,2	1,1	0,02	9,5	150,0	3,1	1,7	20,2	63,0	20,0
20-40	6,2	4,4	0,8	0,02	5,9	93,5	3,6	1,5	26,2	52,5	15,2
40-60	6,3	3,4	0,9	0,00	2,0	90,2	4,1	1,3	29,5	49,0	08,5
	6,0 A	4,5 A	1,2 A	0,06 A	20,5 A	125,9 A	3,7 A	5,1 A	23,5 A	70,8 A	19,4 A
GA 0-5	5,5	4,9	1,7	0,10	40,0	111,7	4,3	10,5	19,2	93,5	27,2
5-10	5,6	4,9	1,3	0,07	51,2	128,7	3,5	8,4	18,7	85,2	25,2
10-20	6,0	5,3	1,2	0,07	14,9	128,5	2,9	1,9	19,7	73,2	21,2
20-40	6,0	4,4	1,2	0,00	13,7	110,5	3,3	2,3	23,7	63,5	18,5
40-60	6,2	3,7	1,1	0,00	6,5	85,7	3,9	1,7	27,2	50,0	11,2
	5,9 A	4,7 A	1,3 A	0,05 A	25,3 A	113,0 A	3,6 A	5,0 A	21,7 A	73,1 A	20,7 A
EP 0-5	5,5	5,0	1,6	0,12	44,8	132,7	4,2	11,9	21,2	96,2	25,2
5-10	5,6	5,2	1,4	0,10	56,7	150,0	3,7	11,2	21,5	82,5	24,7
10-20	6,1	5,1	1,1	0,02	9,0	133,0	3,3	1,5	21,7	71,7	20,2
20-40	6,1	4,1	1,0	0,02	7,1	94,5	3,8	1,4	27,2	54,7	17,2
40-60	6,4	3,3	1,1	0,00	2,5	98,7	4,4	1,8	31,2	49,0	10,7
	5,9 A	4,6 A	1,2 A	0,05 A	24,0 A	121,8 A	3,9 A	5,6 A	24,6 A	70,8 A	19,6 A
AP 0-5	5,6	5,0	1,5	0,10	42,7	145,7	4,1	10,2	20,7	88,0	25,7
5-10	5,6	4,8	1,4	0,10	36,7	150,2	3,7	8,4	19,5	85,2	26,0
10-20	6,0	4,8	1,1	0,07	14,3	124,7	3,3	3,6	21,7	77,0	21,0
20-40	6,2	4,7	0,9	0,00	8,5	98,7	3,5	2,1	23,7	63,0	18,5
40-60	6,3	3,9	1,1	0,00	3,4	92,2	3,9	1,4	26,0	47,5	13,5
	6,0 A	4,7 A	1,2 A	0,05 A	21,1 A	122,3 A	3,6 A	5,2 A	22,3 A	72,1 A	20,9 A
DMS (média)	0,405	1,417	0,370	0,071	10,944	56,112	0,494	1,763	6,509	20,555	3,30
CV (%)	6,90	31,21	30,43	128,64	48,75	47,05	13,43	34,29	28,59	29,02	16,57
Profundidade (cm)											
0-5	5,5 C	4,9 AB	1,7 A	0,11 A	41,9 A	130,8 A	4,2 A	11,0 A	20,7 B	95,6 A	26,7 A
5-10	5,6 C	4,9 AB	1,3 B	0,11 A	47,4 A	148,0 A	3,6 B	9,5 A	20,0 B	84,6 A	25,2 A
10-20	6,1 B	5,1 A	1,1 BC	0,05 B	11,9 B	134,1 A	3,1 C	2,2 B	20,9 B	71,2 B	20,6 B
20-40	6,1 B	4,4 B	1,0 C	0,01 BC	8,8 BC	99,3 B	3,6 B	1,8 B	25,2 A	58,4 C	17,4 A
40-60	6,3 A	3,6 C	1,1 C	0,00 C	3,6 C	91,7 B	4,1 A	1,5 B	28,5 A	48,9 C	11,0 D
DMS	0,115	0,554	0,211	0,045	7,146	22,294	0,324	1,706	3,823	12,253	2,16
CV (%)	1,93	12,03	17,14	80,74	31,36	18,42	8,66	32,67	16,54	17,04	10,69
Man x Prof	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns

¹ Média de quatro repetições e três subamostras/repetição no tratamento testemunha para adubação (T).

² SPD = Sistema Plantio Direto to; GA = grade aradora; EP = escarificação profunda; AP = aração profunda.

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas para médias e minúsculas para profundidade dentro de manejo, nas colunas, não diferem ao nível de P = 0,05 pelo teste de Tukey.

Fonte: Kluthcouski (1998).

Tabela 8. Efeito do manejo do solo e da adubação sobre a concentração de nutrientes nas folhas do feijoeiro, cultivar Jalo Precoce. Fazenda Três Irmãos. Santa Helena, GO.¹

Tratamento		Nutriente									
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		gkg ⁻¹					mgkg ⁻¹				
Manejo ² / Adubação ³											
SPD	T	4,60 a	0,28	2,62	1,52	0,39	38,75	11,50	130,00	410,00	31,00
	To	4,77 a	0,30	2,72	1,55	0,40	39,50	12,00	122,50	512,50	33,50
	Eg	4,30 a	0,25	2,57	1,69	0,38	37,00	11,50	132,50	545,00	31,00
		4,56 A	0,28 A	2,64 A	1,58 A	0,39 A	38,42 A	11,67 A	128,33 A	489,17 A	31,83 B
GA	T	4,32 a	0,26	2,67	1,56	0,38	36,25	10,50	125,00	522,50	31,00
	To	4,87 a	0,32	2,70	1,60	0,40	39,25	12,25	137,50	507,50	35,50
	Eg	4,62 a	0,28	2,75	1,61	0,40	38,25	11,75	142,50	620,00	36,00
		4,61 A	0,29 A	2,71 A	1,59 A	0,39 A	37,92 A	11,50 A	135,00 A	550,00 A	34,17 B
EP	T	4,82 a	0,22	2,20	1,53	0,33	31,00	8,00	72,50	162,50	37,60
	To	4,75 a	0,20	2,02	1,70	0,34	28,25	9,25	85,00	165,00	40,00
	Eg	4,67 a	0,22	2,20	1,58	0,34	33,75	11,25	87,50	187,50	35,60
		4,75 A	0,21 B	2,14 B	1,61 A	0,33 B	31,00 B	9,50 B	81,67 B	171,67 B	37,73 A
AP	T	4,57 a	0,19	2,12	1,75	0,34	27,75	8,00	87,50	190,00	39,00
	To	4,87 a	0,21	2,05	1,68	0,35	30,00	9,75	80,00	180,00	41,60
	Eg	4,70 a	0,21	2,25	1,61	0,33	30,00	10,50	77,50	162,50	37,00
		4,72 A	0,20 B	2,14 B	1,68 A	0,34 B	29,25 B	9,42 B	81,67 B	177,50 B	39,20 A
DMS (adubação)		1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DMS (média)		0,311	0,022	0,187	0,151	0,023	3,584	1,139	15,896	101,340	3,455
	T	4,58 A	0,24 A	2,41 A	1,59 A	0,36 A	33,44 A	9,50 B	103,75 A	321,25 A	34,65 A
	To	4,82 A	0,26 A	2,37 A	1,63 A	0,37 A	34,25 A	10,81 A	106,25 A	341,25 A	37,65 A
	Eg	4,57 A	0,24 A	2,44 A	1,62 A	0,36 A	34,75 A	11,25 A	110,00 A	378,75 A	34,90 A
CV (%)		0,308	0,023	0,172	0,148	0,016	4,537	0,717	18,259	69,104	6,252
	Manejo	5,23	7,08	6,08	7,35	4,92	8,24	8,49	11,69	22,91	7,59
	Adubação	6,10	8,69	6,57	8,45	3,97	12,25	6,29	15,78	18,35	16,13
Manejo x Adubação		*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula para médias e maiúscula para adubação dentro de manejo nas colunas, não diferem ao nível de P = 0,05 pelo teste de Tukey.

² SPD = Sistema Plantio Direto; GA = Grade aradora; EP = escarificação profunda; AP = aração profunda.

³ T = testemunha; To = recomendação oficial para a região; Eg = reposição das exportações pela colheita.

Fonte: Kluthcouski (1998).

Consideração importante

“Em ciência, explicações são sempre provisórias, mesmo que muito eficientes por algum tempo”. Com essa lógica, não se pretende criticar ou enaltecer nenhum sistema de produção ou prática cultural. O que deve ser considerado é o melhor dos caminhos para a sustentabilidade da exploração, principalmente econômica e ambiental. Isso significa dizer que nenhum sistema deve ser considerado ininterrupto ou eterno, que no caso do manejo do solo, significa, quando necessário, a alternância de métodos de manejo.

Referências

- ALONÇO, A. dos S.; FERREIRA, O. O. Incorporação profunda de fertilizantes e calcário: sua influência na produção de milho (*Zea mays* L.) sob stress hídrico e sobre algumas propriedades físicas e químicas de um solo cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., 1991, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEA, 1992. p. 1206-1225.
- BALBINO, L. C. Sistema plantio direto. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1997. v. 2, p. 219-228. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 70).
- BALBINO, L. C. MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G. da; OLIVEIRA, E. F. de; OLIVEIRA, I. P. de. Plantio direto. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1996. p. 301-352.
- BARBER, S. A. Fertilizer rate and placement effects on nutrient uptake by soybeans. In: WORD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., 1984, Ames. **Proceedings...** Boulder: Westview, 1985. p. 1007-1115.
- BERNI, R. F.; MOREIRA, J. A. A.; RIOS, G. P.; STONE, L. F.; COSTA, J. L. da S. Influência dos níveis de água de irrigação e preparo de solo nas podridões radiculares do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, p. 250, ago. 1997. Suplemento, ref. 106. Edição dos Resumos do XXX Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Poços de Caldas, ago. 1997.
- BORGES, E. N.; NOVAIS, R. F. de; REGAZZI, A. J.; FERNANDES, B.; BARROS, N. F. de. Respostas de variedades de soja à compactação de camadas do solo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 35, n. 202, p. 553-568, nov./dez. 1988.
- CARDOSO, J. E.; RAVA, C. A.; SARTORATO, A. Doenças causadas por fungos do solo. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1996. p. 701-722.

CARMO, D. A. S. Algumas considerações sobre agricultura irrigada na região dos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 7., 1989, Brasília, DF. **Estratégias de utilização:** anais. 2. ed. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 87-97.

CASTRO, O. M. de; VIEIRA, S. R.; MARIA, I. C. Sistemas de preparo do solo e disponibilidade de água. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 27-51.

CHAIB, S. L.; BULISANI, E. A.; CASTRO, L. H. S. M. Crescimento e produção do feijoeiro em resposta à profundidade da aplicação do adubo fosfatado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 7, p. 817-822, jul. 1984.

COSTA, J. L. da S. Soil inoculum density limiting the effectiveness of chemicals on the control of white mold on dry beans. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RESISTENSE 97 - AN INTEGRATED APROACH TO COMBATING RESISTANCE, 1997, Harpenden, U.K. **Programs & papers.** Hertz: IACR, 1997. Não paginado.

COSTA, G. R.; COSTA, J. L. da S. Densidade mínima de inóculo de *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* para causar podridão radicular seca no feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 22 p. 258, ago. 1997. Suplemento, ref. 154. Edição dos Resumos do XXX Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Poços de Caldas, ago. 1997.

DERPSCH, R. Histórico, requisitos, importância e outras considerações sobre o plantio direto no Brasil. In: TORRADO, P. V.; ALOISI, R. R. (Coord.). **Plantio direto no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 1-12.

DICK, N. A. Organic carbon, nitrogen, and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 47, n. 1, p. 102-107, Jan./Feb. 1983.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Milho:** informações técnicas. Dourados, 1997. 222 p. (EMBRAPA-CPAO. Circular técnica, 5).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil:** 1996/97. Londrina, 1996. 164 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 96).

FRANZLUEBBERS, A. J.; HONS, F. M. Soil – profile distribution of primary and secondary plant available nutrients under conventional and no tillage. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 39, n. 3/4, p. 229–239, 1996.

GONZALEZ-ERICO, E.; KAMPRATH, E. J.; NADERMAN, G. C.; SOARES, W. V. Effects of depth of lime incorporation on the growth of corn on an oxisol of Central Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 43, n. 6, p. 1155-1158, Nov./Dec. 1979.

GUEDES, L. V. M.; WILES, T. L.; VEDDATO, R. D. Sistema de manejo do solo de longo prazo com comparações entre plantio direto, preparo mínimo e plantio convencional. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA, 1., 1978, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1978. v. 1, p. 59-65.

GUIMARÃES, C. M. Desenvolvimento radicular e da parte aérea do arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.) em sistemas de plantio direto e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém, PA. **Resumos...** Belém, PA: SBFV, 1997. p. 400.

GUIMARÃES, C. M.; CASTRO, T. de A. P. e. **Sistema radicular do feijoeiro e profundidade de aplicação do adubo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1981. 3 p. (EMBRAPA-CNPAP. Pesquisa em andamento, 31).

GUIMARÃES, C. M.; CASTRO, T. de A. P. e. Sistema radicular do feijoeiro condicionado aos efeitos da profundidade de aplicação e tipo de adubo fosfatado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p. 138-141. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1).

GUIMARÃES, C. M.; BRUNINI, O.; STONE, L. F. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. 1. Densidade e eficiência radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 6, p. 393-399, jun. 1996.

HUGHES, K. A.; HORNE, D. J.; ROSS, C. W.; JULIAN, J. F. A 10-year maize/oats rotation under three tillage systems: 2. plant population, root distribution and forage yields. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 22, n. 1/2, p. 145-157, Jan. 1992.

ISMAIL, I.; BLEVINS, R. L.; FRYE, W. W. Long-term no-tillage effects on soil properties and continuous corn yields. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 1, p. 193-198, Jan./Feb. 1994.

KLUTHCOUSKI, J. **Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de sistema plantio direto**. 1998. 179 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior em Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; TEIXEIRA, M. G.; CHAGAS, J. M.; CASTRO, T. de A. P. e; GUIMARÃES, C. M. Profundidade de incorporação de adubos para o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p. 142-143. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1).

LANDERS, J. N. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado**. Goiânia: APDC, 1995. 261 p.

MALLARINO, A. P. Manejo de fósforo e potásio y starters para maiz y soya en siembra directa. In: CONGRESSO NACIONAL DE AAPRESID, 5., 1997, Mar del Plata. **Conferências**. [S.l.: s.n.], 1997. p. 11-19.

MERTEN, G. H. Rendimento de grãos de feijão em diferentes sistemas de preparo do solo com tração animal. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., 1994, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: SBCS, 1994. p. 178-179.

MILLER, D. E. Root systems in relation to stress tolerance. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 4, p. 963-970, Aug. 1986.

MULLINS, C. A.; TOMPKINS, F. D.; PARKS, W. L. Effects of tillage methods on soil nutrient distribution, plant nutrient absorption, stand and yield of snap beans and lima beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 113, n. 5, p.667-669, 1988.

MULLINS, G. L. Soil management under no-tillage: chemical aspects. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. p. 121-125.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 95-102, 1983.

MUZILLI, O. Manejo da fertilidade do solo. In: IAPAR. **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina, 1984. p. 43-57. (IAPAR. Circular, 23).

OLIVEIRA, F. A. de; SILVA, J. J. S. Evapotranspiração, índice de área foliar e desenvolvimento radicular do feijão irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 3, p. 317-322, mar. 1990.

PAULETTI, V.; VIEIRA, S. M.; SANTOS, A. F. dos; OLIVEIRA, S. O. de; MOTTO, A. C. V. Avaliação da fertilidade do solo em profundidade e da palhada em áreas sob plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: SBCS, 1995. v. 2, p. 630-632.

PAULETTO, E. A.; PEDROTTI, A.; CRESTANA, S. Avaliação da compactação de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivos através da tomografia computadorizada e do penetrômetro. In: SEMINÁRIO INTERAMERICANO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. p. 143-146.

PEDO, F.; MIELNICZUK, J.; MEDEIROS, J. C. Rendimento e distribuição de raízes em dois níveis de compactação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 6., 1986, Campo Grande, MS. **Resumos...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 14.

PHILLIPS, R. E.; KIRKHAM, D. Soil compaction in the field and corn growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 54, n. 1, p. 29-34, Jan./Feb. 1962.

PIRES, R. C. de M.; ARRUDA, F. B.; FUJIWARA, M.; SAKAI, E.; BORTOLETTO, N. Profundidade do sistema radicular das culturas de feijão e trigo sob pivô central. **Bragantia**, Campinas, v. 50, n. 1, p. 153-162, 1991.

PRIMAVESI, O.; MELLO, F. A. F. de; MURAOKA, T. Produção de matéria seca, concentração e acúmulo de nutrientes no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em dois solos sujeitos à compactação. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz**, Piracicaba, v. 42, n. 2, p. 327-362, 1985.

ROBERTSON, L. S.; CHRISTENSON, D. R.; SMUCKER, A. J. MOKMA, D. L. M. Tillage systems. In: ROBERTSON, L. S.; FRAIZER, R. D. (Ed.). **Dry bean production: principles and practices**. [S.l.]: Michigan State University, 1978. p. 79-93.

ROVIRA, L. A. A. **Estudo do sistema radicular do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). var carioca.** 1975. 87 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SÁ, J. C. de M. Efeito do método de calagem em um LEa argiloso sob longo período de plantio direto com elevada acidez. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG.

Resumos expandidos... Viçosa, MG: SBCS, 1995. v. 2, p. 1108-1110.

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

SARTORATO, A.; RAVA, C. A.; RIOS, G. P. Doenças fúngicas e bacterianas da parte aérea. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 669-700.

SCHENK, M. K.; BARBER, S. A. Potassium and phosphorus uptake by corn genotypes grown in the field as influenced by root characteristics. **Plant and Soil**, The Hague, v. 54, p. 65-75, 1980.

SHAXSON, T. No cerrado, é preciso construir o solo antes de produzir. **Plantio Direto**, Passo Fundo, p. 8, mar. 1995. Número Especial Cerrado.

SILBERBUSH, M.; BARBER, S. A. Phosphorus and potassium uptake of field- grown soybean cultivars predicted by a simulation model. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, n. 3, p. 592-596, 1984.

SILVA, V. A. da; ANDRADE, M. J. B. de; RAMALHO, M. A. P.; SALVADOR, N.; LUNKES, J. A. Efeitos de métodos de preparo do solo e níveis de fertilizante NPK sobre o feijão da “seca” (*Phaseolus vulgaris* L.) em seqüência à cultura do milho. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. v. 1, p. 418-420. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 69).

SILVEIRA, P. M. da; SILVA, J. G. da. Efeito do preparo do solo e da rotação de culturas sobre o rendimento do feijoeiro irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. v. 1, p. 462-464. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 69).

SILVEIRA, P. M. da; SILVA, S. C. da; SILVA, O. F. da; DAMACENO, M. A. Estudo de sistemas agrícolas irrigados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 8, p. 1243-1252, ago. 1994.

SIQUEIRA, R.; YAMAOKA, R. S.; CASÃO JUNIOR, R.; MEDEIROS, G. B. de; HAMAKAWA, P. J.; LADEIRA, A. de S. Sistemas de preparo e coberturas vegetais em um solo de baixa aptidão agrícola. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1., 1993, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: IAPAR, 1993. p. 221-237.

SPONCHIADO, B. N.; WHITE, J. W.; CASTILLO, R.; JONES, P. G. Root growth of four common bean cultivars in relation to drought tolerance in environments with contrasting soil types. **Experimental Agriculture**, London, v. 25, n. 2, p. 249-257, Apr. 1989.

STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo d'água do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 6, p. 939-954, jun. 1994.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Efeito do preparo do solo na compactação e disponibilidade de água do solo e no desenvolvimento radicular e produtividade do feijoeiro irrigado por aspersão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. v. 1, p. 459-461. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 69).

TEIXEIRA, D. M. C.; MAIA, A. de H. N.; CORNAT, B. **Profundidade efetiva de raízes em feijoeiro irrigado**. Parnaíba: EMBRAPA-CNPAP, 1992. 4 p. (EMBRAPA-CNPAP. Pesquisa em andamento, 17).

THUNG, M.; ORTEGA, J.; RODRIGUEZ, R. Respuesta y aprovechamiento del fósforo aplicado a dos profundidades y su efecto en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p. 205. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1).

URCHEI, M. A. Efeitos do 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. 131 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

VIEIRA, M. J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A. L. (Coord.). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 161–179.

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 7, p. 873-882, jul. 1984.

WISNIEWSKI, C. HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 11, p. 1191-1197, nov. 1997.

CAPÍTULO 10

Manejo da Calagem e da Adubação de Fundação

João Kluthcouski e Dino Magalhães Soares

Manejo da calagem

Os solos virgens dos Cerrados, notadamente os mais representativos – Latossolos e Areias Quartzozas – são, historicamente, conhecidos como solos ácidos e inférteis que, no início da ocupação desse bioma se traduzia em enigma para transformá-lo em solo produtivo.

Observa-se nas Fig. 1 a 6 que, realmente, os solos dos Cerrados, originalmente, servem apenas como meio de cultura, necessitando, assim, da correção da maioria dos atributos químicos.

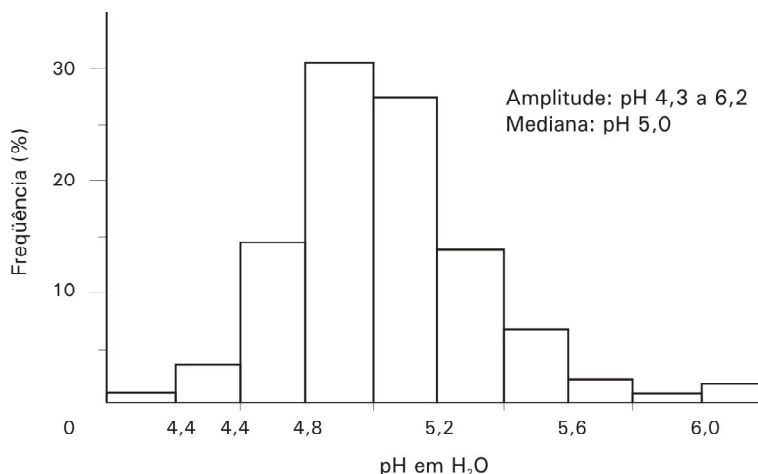


Fig. 1. Distribuição de frequência para pH em H₂O.

Fonte: Lopes (1983).

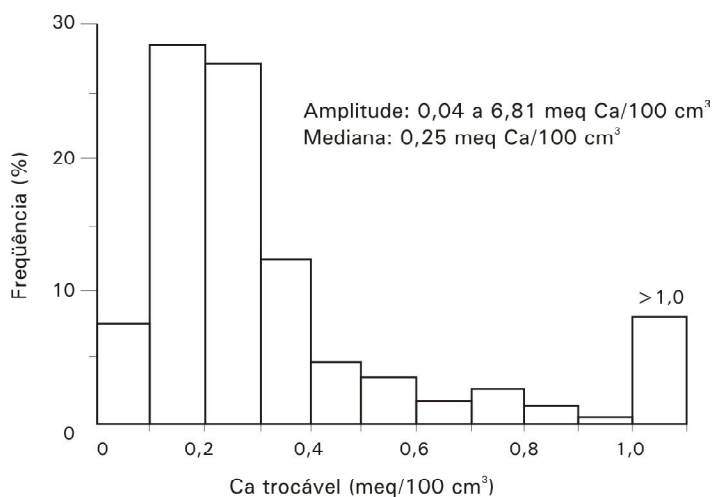


Fig. 2. Distribuição de frequência para Ca trocável.

Fonte: Lopes (1983).

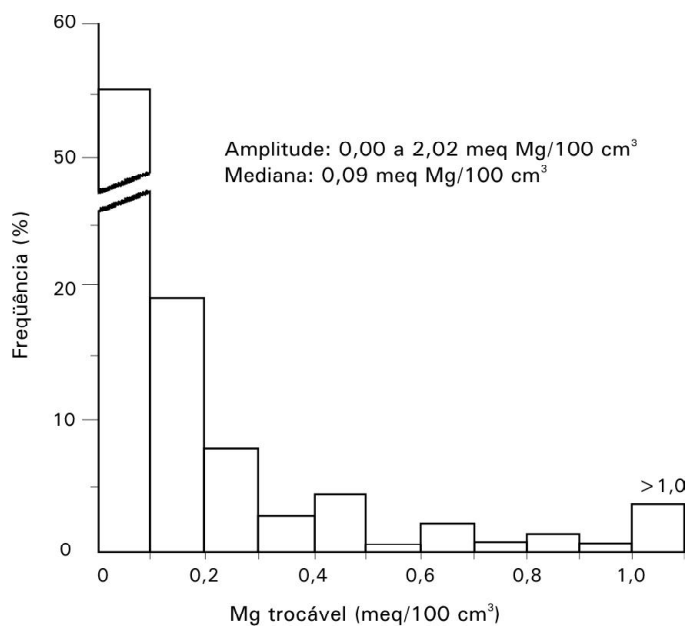


Fig. 3. Distribuição de frequência para Mg trocável.

Fonte: Lopes (1983).

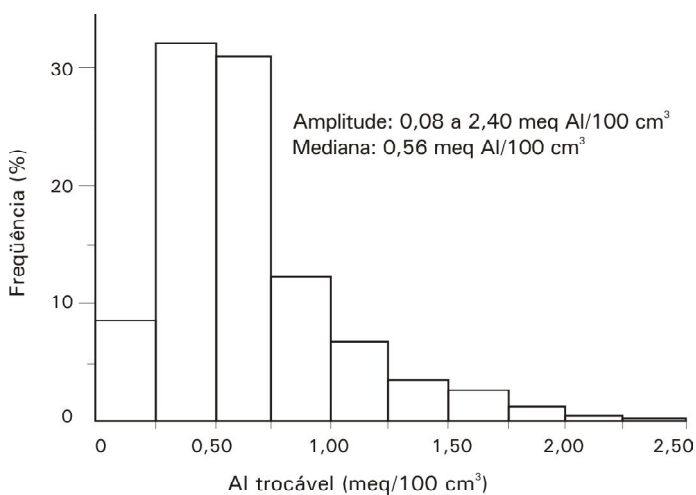


Fig. 4. Distribuição de frequência para Al trocável.

Fonte: Lopes (1983).

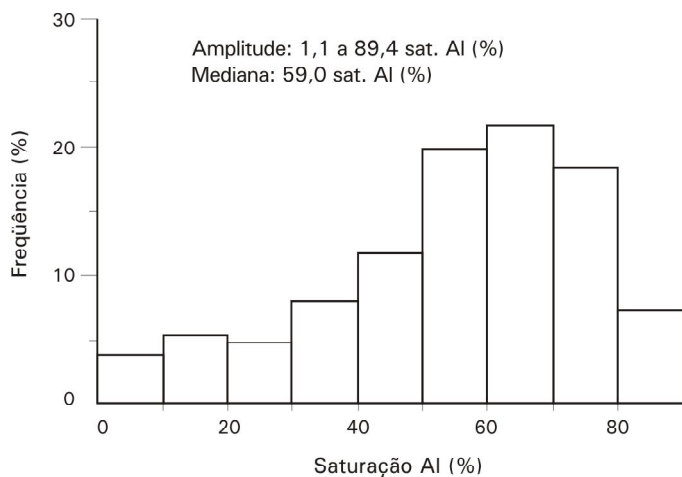


Fig. 5. Distribuição de frequência para porcentagem de saturação de alumínio.
Fonte: Lopes (1983).

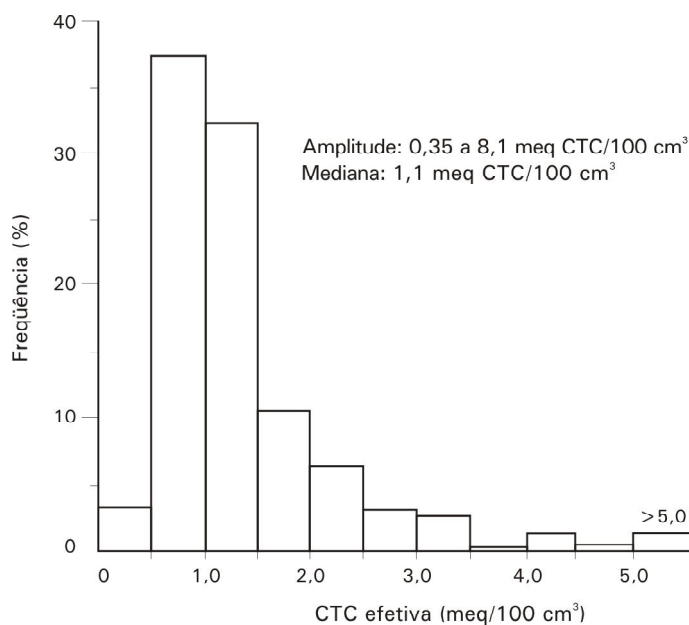


Fig. 6. Distribuição de frequência para CTC efetiva.
Fonte: Lopes (1983).

A acidez do solo, por sua vez, além de controlar a disponibilidade da maioria dos nutrientes essenciais às plantas, é indicativo de deficiência, principalmente das bases Ca e Mg e, em muitos casos,

da presença de Al em níveis tóxicos às plantas cultivadas. Portanto, a prática da calagem é fundamental para o condicionamento de todos atributos desses solos, visando potencializar a produtividade das espécies vegetais e, por consequência, dos animais que habitam o bioma.

A região dos Cerrados, por outro lado, dispõe de inúmeras jazidas de calcário, relativamente bem distribuídas nas diversas microrregiões que compõem o bioma.

Apesar de tudo isso, na prática, em muitos casos, ainda não se utiliza bem os corretivos calcáreos, tanto no que diz respeito a dosagens, como nos métodos de incorporação e, principalmente, quanto à profundidade de aplicação.

A acidez do solo determina, para a maioria dos nutrientes, as suas solubilidades e, por conseguinte, disponibilidade para as plantas, como mostra a histórica Fig. 7. Observa-se que muita ou pouca acidez interfere grandemente na disponibilidade de nutrientes para as plantas.

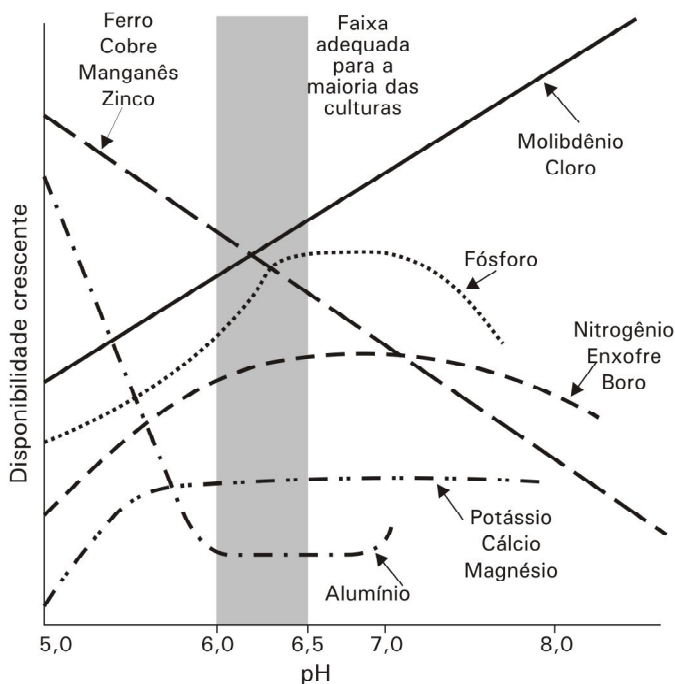


Fig. 7. Disponibilidade de nutrientes em função do pH.
Fonte: Malavolta (1979).

Principais equívocos cometidos na prática da calagem

Os métodos que estimam a quantidade de corretivo por unidade de área, geralmente, prevêm a correção, apenas, dos 20 cm superficiais do solo. Assim, por exemplo, a incorporação com grade aradora, em solo seco, onde a profundidade de trabalho atinge, geralmente, menos de 15 cm de profundidade, resulta numa superestimação de corretivo. Este fato também pode estar ocorrendo, de forma quase generalizada, no Sistema Plantio Direto - SPD, devido às recomendações de aplicação superficial dos corretivos calcáreos, no qual o ambiente superficial, geralmente até 10 cm de profundidade, pode estar com saturação por bases muito elevada. É importante salientar que é nessa profundidade que ocorre a maior exploração pelas raízes.

Por outro lado, se analisarmos o lado inverso, ou seja, a incorporação do corretivo com aração profunda, que pode atingir, em média, 30 cm de profundidade, estaremos diante de uma subestimação da quantidade de corretivo aplicada. Porém, nesse caso é mais fácil corrigir o erro. Basta utilizar-se da regra de três. Vale ressaltar que na exploração de culturas anuais apenas sob regime de chuvas, o maior aprofundamento das raízes pode reduzir os riscos em caso de ocorrência de veranicos.

O método de incorporação dos corretivos também é muito importante, principalmente no tocante à profundidade de incorporação e homogeneização no perfil do solo, pois, tanto o Ca como o Mg são de pouca movimentação no solo, exceto pela incorporação biológica. Também, o Ca não é translocado para as raízes via floema.

Assim, uma vez determinada a profundidade desejada de incorporação, resta definir a melhor maneira para a sua homogeneização no perfil do solo.

Dentre todos, em solos em fase inicial de correção, a aplicação superficial, sem nenhuma movimentação, resulta no pior dos métodos.

Não vamos discutir, por outro lado, qual seria o melhor método, apenas podemos discutir um método alternativo, o qual seria, em ordem cronológica:

- Espalhamento de cerca de dois terços do corretivo sobre a superfície do solo;
- Passagem de grade aradora até uma profundidade de 12-15

centímetros de profundidade. Esta operação promove a mistura solo/calcário até a profundidade trabalhada;

- Em solo já em capacidade de campo, realizar a aração profunda, até cerca de 30 cm de profundidade, preferencialmente, com arado de aiveca. O arado de aiveca não flutua, por isso rompe camadas compactadas com melhor eficiência que os implementos de disco;
- Distribuir o terço restante de calcário e proceder o nivelamento da área.

A eficiência da aplicação superficial de calcário em solo sob SPD, particularmente na correção do subsolo, é questionada. Assim, a incorporação do calcário antes da instalação do SPD é mais eficiente do que a aplicação superficial para neutralizar a acidez em maiores profundidades.

Resultados de pesquisas realizadas com solos brasileiros indicaram pequeno ou nenhum movimento do calcário além do local de sua aplicação. Entretanto, em outros trabalhos realizados no Brasil e em regiões subtropicais úmidas, foram observados aumento de pH e cálcio trocável e redução de alumínio trocável em camadas do subsolo com a aplicação de calcário na superfície.

Presume-se, porém, que em solos mantidos sob SPD, cuja acidez do perfil fora previamente corrigida, as suplementações de calcário, comumente designadas de recalagens, possam ser feitas em superfície, cabendo à micro e mesofauna atuarem na distribuição ao longo do perfil do solo.

Faltam informações, porém, a respeito da reação do calcário aplicado na superfície do solo e de critérios de recomendação de calagem, com base na análise química do solo, em SPD.

Muitos produtores, além do calcário, têm utilizado o gesso agrícola como condicionador do solo, não só para o enriquecimento em Ca, mas por ser uma das formas mais baratas e eficientes de correção de deficiência de enxofre. O gesso, por sua vez, por ser altamente solúvel, pode ser aplicado superficialmente.

Manejo da Adubação de Fundação

Em princípio, a eficiência na absorção dos nutrientes contidos no solo, bem como dos adicionados via corretivos ou adubação mineral, depende da sanidade e da qualidade do sistema radicular das plantas.

Os solos tropicais são, geralmente, ácidos e pobres no que se refere à maioria dos macros e a alguns micronutrientes. Assim, para se obter boas produções faz-se necessário utilizar quantidades razoáveis de corretivos de acidez e de fertilizantes minerais. Esses, por sua vez, imputando suas aplicações, têm a maior participação nos custos de produção, chegando a responder por 30-40% destes. Super ou subdosagens de corretivos de acidez prejudicam a disponibilização da maioria dos nutrientes para as plantas. Desequilíbrio ou subdosagem na adubação mineral prejudica a sua eficiência, podendo resultar em rendimento proporcional ao nutriente mais limitante, de acordo com a lei do mínimo. É premente considerar, contudo, que tão importante quanto esses aspectos é o posicionamento do fertilizante em relação à superfície do solo e, principalmente, à semente. Os principais fundamentos da colocação correta dos fertilizantes minerais, no que se refere tanto à profundidade como à lateralidade às sementes, são o estímulo ao crescimento das raízes, aumento na eficiência de sua absorção e redução das injúrias devidas à salinidade da maioria desses insumos.

Por terem variados índices de salinidade, os fertilizantes minerais, sobretudo as fontes potássicas e nitrogenadas (Tabela 1), podem causar injúria à germinação ou às plântulas recém-emergidas, além da possibilidade de interferir no desenvolvimento das raízes. Vieira (1967) mostrou que o contato direto de sementes de feijão com 300 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 140 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio reduziu o estande de plantas em, respectivamente, 44% e 58%, e na aplicação da mistura de ambos, a redução foi de 74%. Já Kluthcouski (1998) verificou que a aplicação superficial e próxima das sementes de 40 kg ha⁻¹ e 65 kg ha⁻¹ de K₂O reduziu o estande final de plantas de soja em 3% e 12%, respectivamente.

Tabela 1. Efeito salino dos principais fertilizantes e corretivos utilizados para a produção das culturas anuais.

<i>Fertilizante</i>	<i>Índice salino</i>
Nitrato de sódio	100,0
Fosfato monoamônico	34,2
Calcário dolomítico	0,8
Cloreto de potássio (60%)	116,3
Nitrato de potássio	73,6
Sulfato de potássio	46,1
Superfosfato simples (20%)	7,8
Superfosfato triplo (45%)	10,1
Uréia	75,4
Sulfato de amônio	69,0

Fonte: adaptado de Knott (1957).

Mais recentemente, em estudos conduzidos pela Embrapa Arroz e Feijão, observou-se que os danos causados pelo potássio às raízes do feijoeiro podem intensificar a incidência de fungos do solo na planta, em especial as do gênero *Fusarium* (Fig. 8), reduzindo a produtividade (Fig. 9).

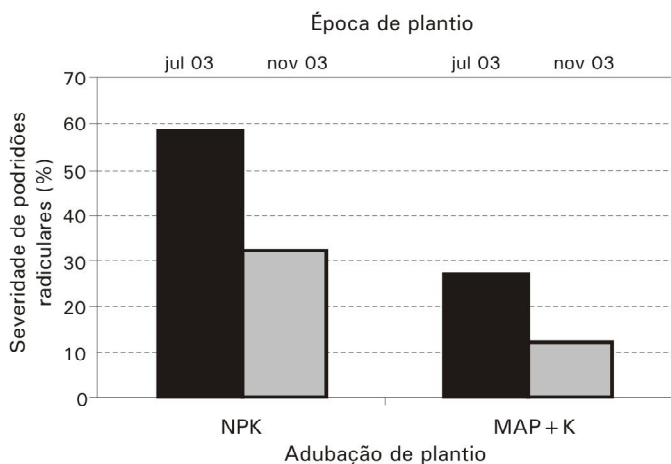


Fig. 8. Severidade de podridões radiculares em feijoeiro 'Pérola' de acordo com o adubo de plantio. Resultados influenciados pela queima de raízes (KCl) na fórmula NPK. Unaí, julho/2003. Fonte: Lobo Junior (2005).

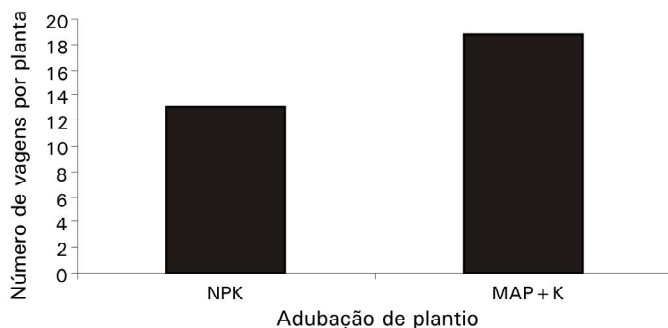


Fig. 9. Diferença de produção de plantas de feijoeiro 'Pérola' de acordo com o tipo de adubo de plantio. Resultados influenciados pela queima de raízes (KCl) e fungos causadores de podridões radiculares, Unaí, MG. Fonte: Lobo Junior (2005).

Áreas cultivadas sucessivamente no SPD geralmente apresentam as características de boa estruturação, dificultando a cobertura natural do fertilizante com terra no processo de adubação/semearia realizado pelas semeadoras, e acúmulo superficial de nutrientes (SÁ, 1993). Nessas condições, é fundamental evitar o contato direto do fertilizante com as sementes.

Em estudo conduzido em um Latossolo Roxo eutrófico, em SPD, durante oito anos, em terras altas de alta fertilidade, utilizando-se adubação de 350 kg ha⁻¹ do formulado 02-20-20 (N-P₂O₅-K₂O), em diferentes profundidades, Kluthcouski (1998) não observou diferença significativa na

produtividade do feijão, em relação às profundidades de adubação, no SPD, apesar de o maior rendimento ter sido obtido na adubação mais profunda (Tabela 2). O rendimento de grãos no solo aivecado, no entanto, foi significativamente inferior na adubação superficial, tanto em relação à adubação profunda como no tratamento sem adubo. O maior rendimento de grãos de feijão, obtido no tratamento sem adubo no solo aivecado, pode ter sido provocado tanto pela diluição da fertilidade no perfil de solo, resultando em melhor enraizamento e absorção de nutrientes pelas plantas, como pelo aumento da porosidade do solo. Contudo, a adubação profunda sempre resultou em melhores rendimentos, e no caso do tratamento aiveca, por tratar-se de solo de alta fertilidade, o mau manejo da adubação resultou em produção inferior comparativamente à não adubação. As condutividades elétricas (CE) foram de $1,46 \text{ dS m}^{-1}$ e $0,23 \text{ dS m}^{-1}$, medida nos cinco centímetros ao redor das sementes, uma semana após a emergência das plântulas, nos tratamentos adubo a cinco centímetros no SPD, e sem adubo na aivecagem, respectivamente. Na CE de $1,46 \text{ dS m}^{-1}$, as folhas primárias e primeiras trifolioladas do feijão apresentaram clorose seguida de necrose em suas margens.

Tabela 2. Efeitos do manejo do solo e da profundidade de adubação sobre o rendimento do feijoeiro, cultivar Pérola, na Fazenda Três Irmãos, em Santa Helena de Goiás; GO.

Profundidade de adubação (cm)	Rendimento (kg ha^{-1})	
	SPD	Aiveca
Sem adubo	2.499 a	2.899 a
5	2.629 a	2.520 b
10	2.846 a	3.087 a
Média	2.658	2.835
DMS	376,0	
CV (%)	11,26	
Manejo x prof. adubação	Ns	

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem no nível de $P = 0,05$, pelo teste de Tukey.
Fonte: Kluthcouski (1998).

Posição do adubo em relação às sementes

Como foi visto anteriormente, os adubos minerais são sais e alguns, a exemplo do cloreto de potássio e uréia, podem causar sérias injúrias às sementes no processo de germinação, às plântulas ou raízes destas. Nesse sentido, deve-se ter a precaução de, ao regular o equipamento de semeadura, fazer com que o adubo fique distante das sementes. No manejo convencional do solo, a recomendação clássica é de colocar o adubo pelo menos cinco centímetros abaixo e ao lado da semente.

No SPD, por outro lado, nem sempre isso é possível devido à necessidade de manter a superfície do solo com o mínimo revolvimento, bem como para não forçar o trator. Assim, os sulcos destinados à semente devem seguir o mesmo alinhamento do sulco do adubo. É exatamente aí que reside um dos problemas mais comuns no processo de semeadura. Solos sob SPD são, via de regra, bem estruturados e, ao se sulcar para o adubo, o solo revolvido não volta naturalmente para cobri-lo, mesmo tensionando ao máximo as molas compressoras. Neste caso, um problema adicional ocorre – muitas sementes ficam dispostas muito profundamente e em contato direto com o adubo. A solução é a de adaptar alguns elos de corrente na parte posterior do mecanismo sulcador da semeadora.

Referências

- KLUTHCOUSKI, J. **Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de Sistema Plantio Direto**. 1998. 179 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- KNOTT, J. E. **Handbook for vegetable growers**. New York: J. Wiley, 1957. 238 p.
- LOBO JUNIOR, M. Efeito da adubação básica de plantio na severidade de podridões radiculares em feijoeiro. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. (Ed.). **Resultados obtidos na área pólo de feijão no período d2002 a 2004**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 25-28. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).
- LOPES, A. S. **Solos sob "cerrado": características, propriedades e manejo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 162 p.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 256 p.
- SÁ, J. C. de M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 96 p.
- VIEIRA, C. **O feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1967. 220 p.

CAPÍTULO 11

***Práticas Indutoras do Crescimento
Radicular das Principais Culturas
Anuais, com Ênfase na Cultura do
Feijoeiro***

Priscila de Oliveira e João Kluthcouski

A raiz é o órgão da planta que tipicamente se encontra abaixo da superfície do solo. Tem duas funções principais: servir como meio de fixação ao solo e como órgão absorvente de água, nutrientes, e outras substâncias minerais.

Profundidade de exploração das raízes

Rovira (1975) concluiu que a faixa de solo com dominância de absorção de nutrientes pelo feijoeiro é localizada entre 10 e 20 cm de profundidade. Estudos sobre a resistência à seca com essa cultura mostram que as raízes mais profundas do feijoeiro foram positivamente correlacionadas com a produção de grãos e crescimento das plantas (SPONCHIADO et al., 1989), e alguns genótipos, apesar de enraizarem mais intensamente na superfície do solo, podem ter o sistema radicular explorando até 100 cm de profundidade (GUIMARÃES et al., 1996).

De maneira similar às demais culturas, mais de 70% das raízes do arroz de terras altas concentram-se nos primeiros 20 cm de profundidade (STONE; PEREIRA, 1994a; STONE; MOREIRA, 1998). Guimarães e Moreira (1997) concluíram que, na profundidade até 40 cm, a densidade radicular do arroz diminui com o aumento da compactação a partir da massa específica do solo, em torno de $1,2 \text{ g cm}^{-3}$. Guimarães (1997) concluiu que, comparativamente ao SPD, a aração promoveu maior desenvolvimento das raízes em profundidade. No SPD, observou-se também a redução no desenvolvimento da parte aérea do arroz.

Na cultura do milho, a maior concentração de raízes ocorre nos 20 cm superficiais (MENGEL; BARBER, 1974; DURIEUX et al., 1994), e a profundidade efetiva de exploração depende do tipo de solo (RESENDE et al., 1990). Anderson (1987) concluiu que o desenvolvimento mais intenso das raízes do milho ocorre até a oitava semana após a semeadura. Jansen e Weert (1977), Pedro et al. (1986) e Hughes et al. (1992) observaram que em solo compactado ocorre restrição ao desenvolvimento radicular do milho, quase sempre refletindo na produção de grãos.

Gill et al. (1996) relataram que as raízes do milho se desenvolvem melhor em solo descompactado com escarificação em relação a grade aradora. Comparando o preparo convencional com arado de disco, escarificação e SPD, Newell e Wilhelm (1987) verificaram maior concentração de raízes do milho no SPD e

escarificação no perfil 0-15 cm. Melhor distribuição radicular do milho em profundidade devido à subsolagem também foi verificada por Manfron et al. (1991).

Correlação positiva entre melhor desenvolvimento radicular e rendimento de grãos de milho foi registrada por Choudhury et al. (1991) e Gill et al. (1996).

A soja, similarmente às demais culturas anuais, é extremamente sensível à compactação do solo, por isso, responde significativamente aos manejos que descompactam o solo, como relata Kaiser et al. (2005).

Principais fatores que interferem no desenvolvimento radicular das plantas

As alterações nas propriedades do solo, devidas tanto ao manejo inadequado da adubação quanto às interferências nas propriedades físicas, químicas e biológicas, podem afetar profundamente o desenvolvimento radicular das plantas. Aumentos nos níveis de adubação, sobremaneira localizada, têm resultado na redução do desenvolvimento de raízes de soja (RODER et al., 1989), do arroz de terras altas irrigado suplementarmente por aspersão (STONE; PEREIRA, 1994a), do milho (NANAGARA et al., 1976) e do feijão (STONE; PEREIRA, 1994b).

Submeter as plantas ao estresse hídrico após a emergência para incrementar a profundidade do seu sistema radicular tem sido bastante contraditório, já que os resultados obtidos com essa prática têm sido inconsistentes (ROBERTSON et al., 1980; NEWELL; WILHELM, 1987; GUIMARÃES et al., 1996).

O excesso de umidade no solo, por outro lado, tem sido prejudicial ao crescimento das raízes em profundidade nas plantas de soja (STANLEY et al., 1980), feijão (AZEVEDO et al., 1993), milho (MACKAY; BARBER, 1985) e arroz de terras altas (SEGUY; BOUZINAC, 1993). Várias pragas e doenças também podem afetar o desenvolvimento das raízes.

Atributos físicos do solo

A compactação do solo traz, como consequências, mudanças bruscas nas relações solo-ar-água, principalmente nos processos dinâmicos, tais como: movimentação da água, ar e nutrientes; crescimento

radicular das plantas; e difusibilidade térmica ao longo do perfil (CANALLI; ROLOFF, 1997; PAULETTO et al., 1997). As características físicas do solo são interdependentes. Com isto, a modificação de uma delas, normalmente, leva à modificação de todas as outras (VIEIRA, 1985). Por outro lado, a compactação do solo é um conceito complexo e uma propriedade de difícil descrição e mensuração. Está intimamente relacionada com as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, que, reconhecidamente, são importantes no desenvolvimento das plantas. O uso indiscriminado de implementos que revolvem o solo superficialmente, caso das grade pesadas, causa, sistematicamente, a compactação da camada subsuperficial do solo (SEGUY et al., 1984).

Da mesma forma, a utilização continuada do SPD pode resultar em aumento da massa específica do solo em alguma (TORRES et al., 1995b), ou em todas as profundidades, reduzindo, principalmente, a porosidade (HILL, 1990). Mesmo nos sistemas de manejo onde não se faz a movimentação do solo, caso do SPD, ocorre compactação com conseqüente redução nos valores de macroporosidade e aumento da massa específica do solo e microporosidade, pelo trânsito de máquinas nas operações de pulverização, semeadura e colheita (VIEIRA, 1981; VIEIRA; MUZILLI, 1984; CORRÊA, 1985; CASTRO, 1989). Waggoner e Denton (1989) destacam que a massa específica do solo no SPD é sempre maior na posição onde passam as rodas do maquinário agrícola, reduzindo a porosidade em cerca de 21% e, com o tempo, tende a aumentar também nas posições não trafegadas.

Aumento na massa específica do solo e da microporosidade e a redução na macroporosidade e a porosidade total no SPD foram também observados por Vieira (1985). Vieira e Muzilli (1984) observaram que os valores de massa específica, de um Latossolo Vermelho-Escuro, sob diferentes sistemas de manejo, foram significativamente maiores a 10 cm de profundidade no SPD, inexistindo diferenças nas camadas inferiores a 20 cm. A porosidade total e macroporosidade também foram mais baixas no SPD em relação ao manejo convencional.

Corrêa (1985) verificou no SPD, em relação ao manejo convencional e enxada rotativa, maior adensamento e menores valores de macroporosidade e porosidade total na camada superficial, 0-10 cm. Derpsch et al. (1991) ao estudarem o efeito de diferentes manejos em Latossolo Roxo, verificaram que a massa específica do solo foi maior, no caso do SPD, na camada 0-20 cm, enquanto que no preparo convencional, maiores massas específicas do solo estavam localizadas no perfil 20-30 cm de profundidade.

Moreira et al. (1995) estudaram diferentes manejos de solo em área irrigada por pivô central, num Latossolo Vermelho-Amarelo, verificando que a massa específica do solo também foi superior no SPD na camada 0-10 cm, comparativamente à grade aradora e ao arado de aivecas. Neste estudo, os autores verificaram também a redução da porosidade total no sistema de SPD, consequência da redução da macroporosidade.

Alguns estudos têm demonstrado não haver diferenças significativas na massa específica do solo entre os sistemas convencional e direto (FERNANDES et al., 1983; ALBUQUERQUE et al., 1995).

Segundo Fernandes et al. (1983) e Reeves (1995), a massa específica do solo no SPD pode vir a diminuir com o passar dos anos, em parte, pelo aumento do conteúdo da matéria orgânica, favorecendo a melhoria da estrutura do solo. Por outro lado, os sistemas de manejo com maior mobilização do solo, tais como escarificação e preparo convencional com arado de discos, apresentam menores valores de massa específica do solo, maior macroporosidade e porosidade total em relação ao SPD (OLIVEIRA et al., 1990; ROS et al., 1997).

Reeves (1995) relatou que práticas de manejo do solo influenciam as condições físicas, principalmente, pelo efeito da matéria orgânica, cujo aumento, característica do SPD, influencia tanto as propriedades físicas como químicas e biológicas do solo. No processo de decomposição dos resíduos orgânicos, os micro-organismos excretam substâncias que agregam as partículas do solo, resultando em menor massa específica e compactação. No SPD, a relativa manutenção das propriedades físicas do solo é feita tanto pela atividade biológica como pelos canais das raízes. Balbino (1997) mencionou que o maior adensamento das camadas subsuperficiais do solo mantido sob SPD é, muitas vezes, compensado pela continuidade dos poros resultantes da atividade biológica e da decomposição das raízes.

Outro aspecto importante relacionado ao manejo do solo é a estabilidade dos agregados. O uso intensivo dos Latossolos de Cerrado, com práticas de manejo inadequadas, tem causado a desagregação estrutural do solo, evidenciada pela diminuição do conteúdo da matéria orgânica e redução do tamanho dos agregados (VIEIRA; MUZILLI, 1984; DERPSCH et al., 1991; CAMPOS et al., 1995). No sistema de SPD, a cobertura vegetal e os resíduos orgânicos protegem os agregados da superfície do solo contra a desagregação resultante do impacto das chuvas. Além disto, os subprodutos derivados da decomposição da matéria orgânica funcionam

como agentes de formação e estabilização dos agregados (HARRIS et al., 1966). Assim, Vieira e Muzilli (1984), Carpenedo e Mielniczuk (1990), Derpsch et al. (1991), Resck et al. (1995) e Campos et al. (1995) verificaram que, no SPD, ocorreu o maior percentual de agregados maiores, bem como com maior estabilidade em água, em relação aos manejos que revolvem o solo.

Ainda assim, o impedimento causado por camadas de solo compactadas tem sido o principal fator que influencia o alongamento e a proliferação das raízes (TU; TAN, 1991). Sob compactação, a massa específica do solo aumenta e a porosidade diminui, principalmente em relação aos macroporos. As raízes não conseguem reduzir seu diâmetro para penetrar nos microporos menores que as suas extremidades (WIERSUM, 1957). Neste caso, as raízes têm que deslocar as partículas de solo, sendo que a força necessária rapidamente se esgota e o alongamento das raízes é restringido (MARSCHNER, 1986).

Da mesma forma que os diferentes manejos afetam as propriedades do solo, via de regra, também afetam o desenvolvimento radicular das culturas. Primavesi (1990) relata que massa específica do solo entre 1,2 e 1,4 Mg m^{-3} já pode constituir uma barreira para o crescimento radicular das plantas, sendo crítico na densidade de 1,6 Mg m^{-3} . Kaspar et al. (1978) observaram que o máximo grau de crescimento das raízes de soja, independente do manejo ou das propriedades físicas do solo, ocorreu durante o florescimento e diminuiu na fase inicial de enchimento dos grãos. Da mesma forma, a maior concentração de raízes ocorreu na superfície, entre 0 a 15 cm de profundidade (KASPAR, 1985). Redução no desenvolvimento radicular da soja devido à compactação é mencionada por Benez et al. (1986), Pedo et al. (1986), Borges et al. (1988) e Torres et al. (1995a).

Moraes et al. (1991) observaram reduções no desenvolvimento radicular da soja a partir de massas específicas do solo superiores a 1,26 Mg m^{-3} , em Terra Roxa Estruturada, e 1,17 Mg m^{-3} , em Latossolo Roxo. As reduções da massa radicular foram superiores a 50% na Terra Roxa Estruturada, para massa específica do solo de 1,30 Mg m^{-3} , e de cerca de 60%, no Latossolo Roxo, com massa específica de 1,23 Mg m^{-3} . Em condições de laboratório, Borges et al. (1988) verificaram que a partir da massa específica de 1,25 Mg m^{-3} em Latossolo Vermelho-Escuro, não mais se observou crescimento de raízes de soja. Moraes et al. (1991) verificaram reduções na matéria seca de raízes de soja, em Latossolo Roxo, de 29% e 41%, quando se elevou a massa específica do solo de 0,9 para 1,23 e 1,30 Mg m^{-3} , respectivamente.

No SPD, o adensamento das camadas superficiais e subsuperficiais é, muitas vezes, compensado pela continuidade dos

poros resultantes da atividade biológica e da decomposição das raízes (GASSEN; GASSEN, 1996; BALBINO, 1997). Neste sentido, Vieira (1981) observou que, após seis anos de SPD contínuo, as condições físicas do solo não ofereceram restrição ao crescimento radicular da soja. Em outro trabalho, Vieira (1985) menciona, inclusive, que o sistema radicular da soja é melhor distribuído no perfil do solo no SPD do que no manejo convencional com grade aradora ou arado de disco. Veiga e Oliveira (1976) salientaram também que o SPD propicia um melhor desenvolvimento radicular da soja nas fases de crescimento vegetativo e florescimento e que, em condições de campo, os diversos modos de preparo do solo não influenciam a profundidade da raiz principal, nem o comportamento das raízes laterais. Entretanto, Cardoso (1993) mostrou que, nos Cerrados, as raízes da soja se desenvolvem melhor em profundidade quando o solo é preparado com arado de aivecas, em relação ao arado de disco ou SPD.

Torres e Saraiva (1997) observaram, no SPD, que houve melhor desenvolvimento das raízes quando o solo, Latossolo Roxo, foi previamente descompactado com escarificação, apresentando massa específica de $1,20 \text{ Mg m}^{-3}$. No solo compactado, com massa específica de $1,35 \text{ Mg m}^{-3}$, houve restrição ao crescimento radicular nas cinco cultivares testadas. A compactação afetou negativamente a produtividade de todas as cultivares avaliadas. Jaster et al. (1993) relataram que, no SPD, as raízes da soja se desenvolvem mais intensamente na camada superficial (0-5 cm), entretanto, na aração se verificou boa distribuição das raízes até a profundidade de 30 cm. Superioridade no desenvolvimento radicular na cultura da soja em solo descompactado com escarificação profunda foi descrita por Maia e Eltz (1992), Torres e Saraiva (1995) e Torres et al. (1995a). As grades aradoras, por outro lado, resultam na pior distribuição radicular, sendo esta bastante superficial (MAIA; ELTZ, 1992; TORRES; SARAIVA, 1995). Correlação positiva entre desenvolvimento radicular e rendimento de soja foram observados por Torres e Saraiva (1995, 1997) e Torres et al. (1995a).

Atributos químicos do solo

No início da década de 60, Vieira e Gomes (1961) demonstraram que alguns fertilizantes potássicos e fosfatados podem causar injúrias à germinação de sementes do feijoeiro comum (Tabela 1), enfatizando que o contato direto de sementes de feijão com 300 kg ha^{-1} de superfosfato simples e 140 kg ha^{-1} de cloreto de potássio reduziu o estande de plantas em 44% e 58%, respectivamente, e na aplicação da mistura de ambos a redução foi de 74%.

Tabela 1. Estandes médios de plantas, em porcentagem, em ensaio de adubação, em Muriaé, MG, atribuindo-se valor 100 para o tratamento sem adubo.

<i>Doses de superfosfato simples (kg ha⁻¹)</i>	<i>Doses de cloreto de potássio (kg ha⁻¹)</i>		
	0	70	140
0	100	65	42
300	56	43	35
600	41	33	26

Fonte: Vieira e Gomes (1961).

Ao pesquisarem, em 1982, o efeito da mistura N-P-K, Kluthcouski et al. (1982) concluíram que, com a alteração na profundidade usual de adubação, a qual, na prática, tem sido próxima das sementes, é possível aumentar o rendimento do feijoeiro comum (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados médios da produtividade do feijoeiro, semeado na época seca, em março de 1979 e 1980, utilizando-se a adubação de 20-80-30 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

<i>Profundidade de adubação</i>	1979	1980	
	<i>Sequeiro</i> ¹	<i>Sequeiro</i> ²	<i>Irrigado</i> ³
	<i>kg ha⁻¹</i>		
Convencional	570	536	1.156
15 cm	760	933	1.304
20 cm	795	848	1.203

¹Média de quatro cultivares/linhagens: Venezuela 350, Piratã, Porillo Sintático e PI 318.818.

²Cultivar Venezuela 350.

³Cultivar Venezuela 350, com irrigação suplementar.

Fonte: Kluthcouski et al. (1982).

Neste contexto, aumentos no rendimento de grãos, devidos à incorporação mais profunda do fertilizante, também foram registrados na cultura de feijão (THUNG et al., 1982) e milho (BARBER, 1985; ALONÇO; FERREIRA, 1992). Guimarães e Castro (1982), quando observaram que a disposição mais profunda dos fertilizantes pode interferir, positiva ou negativamente, no desenvolvimento das raízes do feijoeiro comum, concluíram que a aplicação de fertilizantes na camada mais profunda do solo e com maior disponibilidade de água induz o crescimento radicular do feijoeiro do período das secas, com semeadura em janeiro/fevereiro, comparativamente à aplicação na camada superficial do solo com baixa disponibilidade de água (Fig. 1), pois, neste ambiente/época de cultivo, a baixa disponibilidade de água prejudica a absorção de nutrientes e retarda o desenvolvimento da planta como um todo.

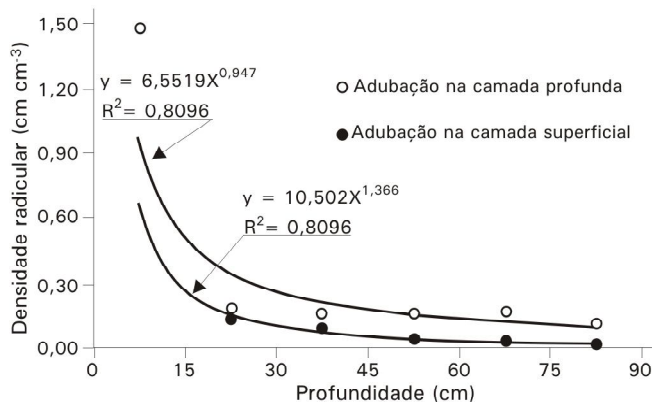


Fig. 1. Densidade radicular do feijoeiro da seca, cultivar Venezuela 350, em 1980, em condições de adubação aplicada nas camadas superficial e profunda, utilizando-se 20, 80 e 30 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

Fonte: Kluthcouski e Stone (2003).

Por outro lado, nesse estudo, o mesmo não foi observado durante o período com chuvas distribuídas mais uniformemente, sem ocorrência de veranicos, semeadura em outubro/novembro (Fig. 2), quando o solo está adequadamente suprido com água, tanto na sua camada superficial como nas mais profundas, e o crescimento radicular é adequado em ambos os sistemas de aplicação de fertilizantes.

Ao relacionarem as vantagens da aplicação diferenciada dos fertilizantes, no que se refere à profundidade, Kluthcouski et al. (1982) destacam:

- Efeito da erosão superficial-laminar, no arrastamento de adubo, por ocasião das chuvas pesadas é eliminado;
- Adubo pulverizado ou misturado ao solo superficialmente é aproveitado em proporções reduzidas pela planta. Sua aplicação profunda e localizada coloca maior quantidade de fertilizante à disposição da planta, ao reduzir o contato adubo-solo;
- Maior utilização do adubo pela planta, porque a maior umidade do solo na profundidade de 15 cm facilita a solubilização e o transporte de fertilizante;
- Desenvolvimento da cultura é melhorado, mesmo em condições de chuva escassa, devido ao melhor contato e melhor absorção do adubo pelo maior desenvolvimento radicular;
- A planta que se desenvolve em condições favoráveis de água e nutrientes torna-se mais resistente ao ataque de pragas e doenças; consequentemente, tais condições resultam em maior produção de grãos.

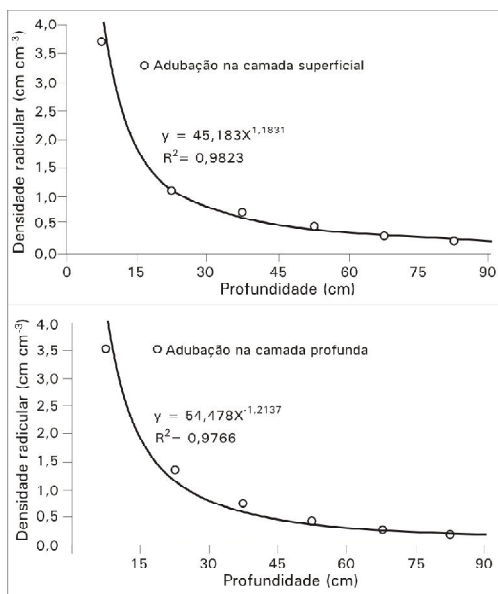


Fig. 2. Densidade radicular do feijoeiro das águas, cultivar Venezuela 350, em 1980, em condições de adubação aplicada nas camadas superficial e profunda, utilizando-se 15, 60 e 15 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ de K₂O, respectivamente.

Fonte: Kluthcouski e Stone (2003).

Toxidez de alumínio

A toxidez de Al é um fator importante e limitante da produção agrícola em solos tropicais e subtropicais do mundo (ADAMS; PEARSON, 1967). De acordo com Olmos e Camargo (1976), existem problemas de toxidez de alumínio praticamente em todo o território brasileiro.

Considerando que a toxidez do alumínio é função da saturação desse elemento no total de bases, ela ocorre em mais de 50% dos solos do país.

A toxidez de Al é particularmente severa em pH abaixo de cinco, mas pode ocorrer em solo com pH até 5,5. Para uma dada espécie, o pH crítico das concentrações tóxicas depende de vários fatores do solo, como os minerais argilosos predominantes, nível de matéria orgânica e concentrações de outros cátions, ânions e sais totais (FAGERIA, 1984). O excesso de alumínio inibe a formação normal de raiz, interfere nas reações enzimáticas, desregula a deposição de polissacarídeos nas paredes celulares e interfere na absorção de vários nutrientes (FOY, 1974). Uma alternativa para se contornar o problema de toxidez é a neutralização, pelo menos em parte, do Al trocável da solução do solo pela aplicação de calcário. O uso de germoplasmas mais tolerantes a altos níveis de Al pode ser uma solução complementar à calagem para solucionar a toxidez de Al. Tem sido

amplamente relatado, para diversas culturas, inclusive forrageiras, que existem grandes diferenças entre fenótipos dentro da espécie na sua tolerância a altos níveis de Al (FAGERIA et al., 1988).

Os sintomas de toxidez de alumínio nas plantas não são, em geral, facilmente perceptíveis no campo, mas os dados de análises químicas dos solos fornecem informações muito válidas para a sua interpretação.

Calagem

Segundo Ritchey et al. (1982), o Ca é essencial ao crescimento do sistema radicular. Conforme Rosolem (1996), a calagem na cultura do feijão promove modificações no sistema radicular, além de fornecer Ca e Mg, e aumenta o pH, que por sua vez, aumenta a disponibilidade de nutrientes. Esse mesmo autor destaca que é importante que o cultivo do feijoeiro seja feito em solos com pH em água na faixa de 6,0 a 6,5. Segundo o mesmo autor, nessa faixa de pH, a fixação simbiótica do nitrogênio é mais eficiente e a fitotoxicidade do Al e Mn é nula, o que permite maior desenvolvimento do sistema radicular, tornando a planta mais apta para produzir em condições de déficit hídrico. Fageria e Stone (1999) constataram que o sistema radicular do feijoeiro aumentou até pH de 5,9, por causa do efeito da calagem e da aplicação de P, que proporcionaram maior absorção de nutrientes e água do solo.

Silva et al. (2004), ao estudarem quatro cultivares de feijão do grupo comercial carioca (Campeão 1, Carioca, FT-Bonito e Pérola) e quatro doses de calcário (0, 1,59, 3,18 e 4,48 t ha⁻¹), observaram efeito significativo das cultivares em relação à superfície e ao volume do sistema radicular; da calagem em todas as variáveis estudadas; e da interação entre o comprimento e o volume radicular (Tabela 3).

A resposta no aumento da superfície radicular ocorre em virtude do maior comprimento radicular causado pelo incremento das doses de calcário. Assim, o aumento do comprimento das raízes decorrente da calagem e, conseqüentemente, da superfície radicular do feijoeiro torna-se um fator benéfico, uma vez que, com maior superfície de contato, as raízes têm melhores condições de absorção de nutrientes e água da solução do solo, o que pode resultar em estabilidade de produtividade. A resposta positiva do crescimento radicular ao aumento dos teores de Ca e Mg está relacionada à síntese da parede celular, uma vez que esses nutrientes participam da formação dos compostos de pectatos de Ca e Mg (MALAVOLTA, 1980), além da redução no teor de alumínio. Por fim, observou-se que as cultivares de feijão em condições de elevada acidez do solo reduzem o diâmetro radicular à custa do crescimento em comprimento.

Tabela 3. Comprimento, superfície, volume e diâmetro do sistema radicular, no período de florescimento (R_g) de cultivares (C) de feijão, em razão das doses de calcário (DC)¹.

<i>Cultivar</i>	<i>Comprimento (cm planta⁻¹)</i>	<i>Superfície (cm² planta⁻¹)</i>	<i>Volume (cm³ planta⁻¹)</i>	<i>Diâmetro (mm)</i>
Campeão 1	12.714 a	3.595 ab	50,48 b	0,09 a
Carioca	10.997 a	3.399 ab	47,49 b	0,09 a
FT-Bonito	12.782 a	4.185 a	99,44 a	0,09 a
Pérola	10.943 a	3.025 b	68,85 b	0,08 a
C	2,12 ^{ns}	3,61*	14,71**	1,61 ^{ns}
DC	114,6**	78,04**	51,57**	15,78**
C x DC	4,43**	1,85 ^{ns}	2,93**	1,14 ^{ns}
CV (%)	23,77	28,71	37,39	12,34

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo. * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente.

Fonte: Silva et al. (2004).

Disponibilidade de nutrientes

Um sistema radicular eficiente é aquele que otimiza a relação entre a quantidade de recursos adquiridos (inclusive P) com os empregados para a sua obtenção (MOREIRA, 2004). Quando nitrogênio, fósforo ou água são fatores limitantes, ocorre um aumento da proporção de recursos alocados para o desenvolvimento radicular (STITT; SCHEIBLE, 1998). Modificações no substrato afetam, através de mecanismos desconhecidos, a condutância estomática, a taxa de expansão foliar e, conseqüentemente, a taxa de fixação de carbono (JACKSON, 1993).

O tamanho e a distribuição da parte aérea influenciam o sistema radicular através do suprimento de carbono. Além disso, mecanismos de controle interno, relacionados com a força de dreno da parte aérea, podem exercer grande influência no desenvolvimento radicular (JACKSON, 1993). O custo relativo, em termos de uso de carbono para a construção de uma nova raiz, e o benefício de aquisição de nutriente podem diferir em função de características do solo (CAMPBELL et al., 1962; GROSS et al., 1993).

A deficiência de fósforo em solos tropicais e subtropicais tem limitado a produção de muitas culturas, inclusive a do feijoeiro, uma das principais fontes de proteínas na dieta de países localizados nessas regiões. Estudos anteriores mostram uma ampla variação com relação

à eficiência no uso do elemento fósforo no germoplasma do feijoeiro comum, viabilizando adaptação às condições de baixa disponibilidade deste elemento no solo. Devido a sua baixa mobilidade no solo, genótipos que apresentem plasticidade do sistema radicular com relação a esse elemento são considerados mais eficientes (MOREIRA, 2004).

A capacidade da planta em adquirir fósforo em condições adversas depende de características adaptativas, que incluem mecanismos que elevam a exploração do solo (SCHACHTMAN et al., 1998; LÓPEZ-BUCIO et al., 2002). Esses mecanismos envolvem plasticidade radicular, taxa de alongamento das células radiculares e de raízes (MARSCHNER, 2002), arquitetura radicular, proliferação de pêlos radiculares (BATES; LYNCH, 1996) e a simbiose com micorrizas e algumas bactérias (LYNCH; BEEBE, 1995).

Adubação potássica

Ao se analisarem os critérios de essencialidade dos nutrientes para as plantas, encontramos que o potássio é classificado como macronutriente essencial, desempenhando inúmeras funções, tais como as apontadas por Malavolta (1967):

- Manutenção da organização celular, hidratação e permeabilidade influenciando, direta ou indiretamente, em vários sistemas enzimáticos;
- Sob sua carência, a fotossíntese fica reduzida, aumentando a respiração, ocorrendo assim aumento de compostos nitrogenados solúveis em detrimento das proteínas;
- Participação na fosforilação oxidativa;
- Auxílio na translocação de carboidratos.

Além dessas, Fageria (1984) destaca como funções do potássio:

- Melhoramento da resposta ao fósforo;
- Resistência a algumas doenças, como a brusone do arroz;
- Conservação da água nas folhas;
- Desenvolvimento do sistema radicular das plantas;
- Fortalecimento da parede celular com lignina;
- Estímulo à absorção de silício.

Não obstante o reconhecimento de tais funções, o potássio pode tornar-se vilão em razão de seu índice salino, que equivale a 116,3%, quando aplicado na forma de cloreto de potássio.

Lobo Junior (2005) assegura que a proximidade entre adubo e semente causa clorose nos bordos das folhas primárias das plantas, em especial do feijoeiro, provocada pela queima de raízes, devido ao seu contato com o cloreto de potássio das fórmulas NPK, tradicionalmente utilizadas no cultivo do feijoeiro (Ver capítulo 10).

Essa fitotoxidez, geralmente, não é mais observada nas folhas trifolioladas; contudo, o maior dano ocorre nas raízes que são queimadas pelo KCl, onde o tecido morto serve como porta de entrada para patógenos de solo como *Fusarium solani* e *Rhizoctonia solani*. Esses patógenos, causadores de podridões no sistema radicular, estão presentes em todas as regiões produtoras de feijão ou soja e causam, junto aos danos da queima, perdas em torno de 20% na produção.

Nesse contexto, os dados até então disponíveis sugerem que o manejo da adubação, no que se refere à profundidade ou posicionamento em relação às sementes, deve ser alterado com as seguintes observações:

- Dar maior prioridade às pesquisas sobre os possíveis efeitos danosos do potássio, tanto no que diz respeito às raízes como na produtividade das culturas;
- Dar preferência a formulados sem ou com pouco potássio, aplicando-os, preferencialmente, em pré ou pós-emergência das culturas, incorporados ou não, a lanço ou em linha;
- Na adubação de fundação, não utilizar mais que cerca de 30 kg ha⁻¹ de K₂O;
- Nos cultivos sob manejo convencional do solo, desalinhar o mecanismo sulcador das plantadoras em pelo menos 8 cm em relação ao alinhamento das sementes;
- No SPD, caso não seja possível fazer o desalinhamento descrito no item anterior, aprofundar a adubação o máximo possível, ou até pelo menos 5 cm abaixo das sementes;
- No SPD, usar preferencialmente sulcadores providos de facão, ou seja, as botinhas;
- Em solos muito estruturados, como é o caso do SPD, ou ricos em matéria orgânica, a terra removida pelos sulcadores, em geral, não retorna facilmente para cobrir as sementes, para evitar que estas

sejam depositadas juntamente com o fertilizante. Neste caso, deve-se soldar dois ou três elos de corrente atrás dos sulcadores, para que estes removam o solo e, assim, distancie o espaço entre a semente e o fertilizante.

Atributos biológicos do solo

O solo é um ambiente dinâmico que abriga processos importantes mediados por micro-organismos, tais como ciclagem de nutrientes, ocorrência de doenças do sistema radicular, controle biológico de patógenos e pragas, absorção de nutrientes via simbiose, entre outros. Todos os micro-organismos habitantes no solo compõem a comunidade microbiana que, junto a processos biológicos, têm sido investigados como indicadores da sustentabilidade da produção agrícola e/ou da qualidade do solo (CARTER, 2002; BENDING et al., 2004). As espécies da comunidade microbiana do solo respondem de modo distinto a eventos como adição de matéria orgânica, revolvimento, cobertura do solo com palhada, compactação e aplicação de insumos, que estressam ou estimulam os micro-organismos. Deste modo, a capacidade produtiva de um solo não depende unicamente de suas características físico-químicas, mas também da interação entre diversos fatores no sistema solo-planta-microbiota. Saber manejar o solo de modo a preservar, ou mesmo melhorar suas características em sistemas sustentáveis é um dos desafios para a agricultura atual (LOBO JUNIOR et al., 2004).

Toda a atividade bioquímica no solo ocorre por meio de processos enzimáticos que, junto à biomassa microbiana (componentes vivos da microbiota do solo que regulam as transformações da matéria orgânica e suas funções, atuando como fonte e dreno de nutrientes), estão sujeitos a variações causadas por diferentes práticas agrícolas, sendo utilizados como indicadores de qualidade do solo, para planejamento e avaliação de práticas culturais (TABATABAI, 1994; CARTER, 2002; MATSUOKA et al., 2003). Fungos e bactérias do solo, e seus grupos específicos de interesse agrônomo, também podem ser monitorados. O manejo do solo e a sequência de cultivos em sucessão também afetam de modo diferente espécies como *F. solani* e *R. solani*. Ambas têm sido avaliadas em terras altas por serem patógenos que sobrevivem no solo, causando podridões-radiculares de culturas, como feijoeiro e soja (CANTERI et al., 1999).

A atividade biológica é um indicativo da qualidade e do potencial produtivo do solo. A micorriza faz parte dessa atividade e consiste na associação natural e benéfica entre fungos micorrízicos arbusculares

do solo e raízes das plantas. Parte dos filamentos dos fungos penetram nas raízes e a parte externa funciona como um sistema radicular adicional, ocupando maior volume do solo e aumentando a absorção de nutrientes pelas plantas, principalmente do fósforo.

Um grande número de espécies de fungos micorrízicos arbusculares ocorre naturalmente nos solos de cerrado, e participa do processo de crescimento das plantas. Na Embrapa Cerrados foi identificado um gênero e duas espécies novas desses fungos nativos e que fazem parte do acervo dos Bancos Internacionais de Fungos Micorrízicos Arbusculares (INVAM - EUA e BEG - França).

Além de aumentar a absorção de nutrientes pelas plantas, a micorriza arbuscular melhora a resposta das culturas aos diversos corretivos e adubos aplicados ao solo. A adubação fosfatada pode ser mais eficiente para a planta com a micorriza.

As culturas anuais (soja, feijão, milho) e adubos verdes (mucuna, crotalária, feijão-de-porco, guandu, girassol, milheto, mamona), assim como as forrageiras (estilosantes e andropogon), apresentam elevado grau de dependência micorrízica. Quando utilizadas em um sistema de rotação, essas plantas aumentam a população dos fungos micorrízicos arbusculares nativos no solo e beneficiam os cultivos subseqüentes (Tabela 4).

Tabela 4. Produção de grãos e colonização radicular de feijão e número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares nativos em Latossolo Vermelho-Escuro, após pousio e cultivo de diferentes culturas.

Parâmetros	Culturas anteriores					
	Pousio	Arroz	Milho	Feijão-de-porco	Girassol	Mamona
Grãos (kg ha ⁻¹)	1500	1499	1891	1950	1699	2026
Col. Radicular (%)	28	34	84	76	73	81
Esporos (nº/50 g)	4	4	53	67	20	47

Fonte: Miranda et al. (2001).

Fixação de N x tratamento de sementes

A maioria das combinações de fungicidas indicados para o tratamento de sementes reduz a nodulação e a Fixação Biológica de Nitrogênio - FBN (CAMPO; HUNGRIA, 2000).

A maior frequência de efeitos negativos do tratamento de sementes com fungicidas na FBN ocorre em solos de primeiro ano de

cultivo com soja, com baixa população de *Bradyrhizobium* spp. Nesse caso, para garantir melhores resultados com a inoculação e o estabelecimento da população do *Bradyrhizobium* spp. ao solo, o agricultor deve evitar o tratamento de sementes com fungicidas, desde que: as sementes possuam alta qualidade fisiológica e sanitária, estejam livres de fitopatógenos importantes (pragas quarentenárias A2 ou pragas não quarentenárias regulamentadas), definidos e controlados pelo Certificado Fitossanitário de Origem (CFO) ou Certificado Fitossanitário de Origem Consolidado (CFOC), conforme legislação (Instrução Normativa nº 6, de 13 de março de 2000, publicada no D.O.U. no dia 05 de Abril de 2000); e o solo apresente boa disponibilidade hídrica e temperatura adequada para rápida germinação e emergência.

Caso essas condições não sejam atingidas, o produtor deve tratar a semente com fungicidas, dando preferência às misturas Carboxin + Thiram, Difenconazole + Thiram, Carbendazin + Captan, Thiabendazole + Tolyfluanid ou Carbendazin + Thiram, que demonstraram ser os menos tóxicos para o *Bradyrhizobium*.

Também, a aplicação dos micronutrientes juntamente com fungicidas, antes da inoculação, reduz o número de nódulos e a eficiência da FBN. Assim, quando se utilizar fungicidas no tratamento de sementes, como alternativa, pode-se aplicar os micronutrientes por pulverização foliar (CAMPO; HUNGRIA, 2000; CAMPO et al., 2000, 2001).

Pragas e doenças com origem no solo

De acordo com Salvadori (1999), as pragas-de-solo compreendem pragas subterrâneas típicas e pragas de superfície intimamente associadas ao solo e dele dependentes. São insetos e outros pequenos animais que se alimentam de órgãos subterrâneos de plantas, havendo casos em que órgãos aéreos também são consumidos.

O controle de pragas-de-solo é tarefa complexa, tendo em vista a dificuldade de se localizar, monitorar e atingir o alvo. Pelas mesmas razões, o estudo de pragas-de-solo se reveste de maior dificuldade e é mais lento em relação ao estudo de pragas da parte aérea. Em geral, as pragas de solo não são específicas, sendo possível identificar alguns grupos mais importantes e comuns em gramíneas (arroz, aveia, cevada, milho e trigo) e em leguminosas (feijão e soja) produtoras de grãos.

Fungos do solo

Os fitopatógenos *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* e *Rhizoctonia solani* são causadores de doenças importantes relacionadas à infecções do sistema radicular, sobretudo nas culturas do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e da soja (*Glycine max* (L.) Merr.). Pela frequente incidência e pelas perdas na produção encontradas nas principais regiões lavoureiras no Brasil, pode-se concluir que essas doenças estão mais sérias na cultura do feijoeiro comum (KIMATI, 1980). Por outro lado, outro fungo habitante do solo de importância é o *Trichoderma* spp., que pode atuar no controle biológico de *Fusarium* spp. e *R. solani* em muitas culturas de expressão, dentre elas, o feijoeiro comum.

Fusarium oxysporum f. sp. *phaseoli* é agente causal do amarelamento-de-fusarium em cultivos de feijão. Sob condições de umidade elevada, esse fungo desenvolve sobre o caule estruturas de coloração rosada, constituídas de micélio e conídios do patógeno (RAVA et al., 1996; BIANCHINI et al., 1997). Quanto à *F. solani* e *R. solani*, tratam-se de fungos necrotróficos que causam, comumente, tombamento e podridões de raiz e de colo. No Brasil, também podem causar perdas consideráveis a outras plantas cultivadas, como soja e amendoineiro (*Arachis hypogaea* L.) (YORINORI, 1977; ALMEIDA et al., 1980; CERESINI et al., 1996; CERESINI; SOUZA, 1997).

Em relação a *Trichoderma* spp., algumas espécies têm sido estudadas com relação à sua capacidade competitiva com fungos fitopatogênicos, devido à sua rápida taxa de crescimento micelial e a um antagonismo direto, envolvendo enrolamento de hifas e penetração, com secreção de antibióticos deletérios ao hospedeiro (JEFFRIES; YOUNG, 1994). Ainda, segundo Melo (1991), *Trichoderma* spp. apresenta-se como um fungo endêmico dos solos brasileiros, especialmente, em solos ricos em matéria orgânica, podendo viver saprofiticamente ou parasitando outros fungos.

Nos cultivos do feijoeiro comum em sequeiro ou irrigado, geralmente, existem condições favoráveis para elevadas densidades de inóculo de *F. solani*, *F. oxysporum* e *R. solani* no solo, devido à alta frequência do hospedeiro susceptível e, ainda, devido à umidade adequada para o desenvolvimento dos patógenos. Outros fatores que podem favorecer esses patógenos são: ineficiência de fungicidas para seu controle, redução da matéria orgânica e concentração superficial do sistema radicular e de nutrientes, provocados, principalmente, pela compactação do solo, pelo

pH próximo do ideal para desenvolvimento dos patógenos e pela dispersão dos restos culturais (COSTA, 1997). Essas doenças causadas por patógenos “de solo” têm maior severidade sob SPD, o qual favorece o acúmulo desses patógenos junto às raízes do feijoeiro comum.

Neste sentido, práticas culturais como a rotação de culturas e a eliminação de restos culturais podem contribuir para o controle dessas doenças, eliminando hospedeiros alternativos e reduzindo o potencial de inóculo para a cultura subsequente (COSTA, 2000a). Entretanto, devido à versatilidade ecológica desses fungos, isto pode não ocorrer em todas as rotações (COSTA, 2000b; OLIVEIRA; COSTA, 2000).

Nematóides

Os nematóides são vermes de corpo aproximadamente cilíndrico, geralmente esguios e alongados, afilando-se de modo gradual ou abrupto nas extremidades anterior e posterior. Há importantes exceções, em que as fêmeas tornam-se “obesas”, com forma aberrante, lembrando um limão, uma maçã, um rim ou apresentando outra conformação. O tamanho é muito variável. Os nematóides que vivem no solo e nas águas, ditos de vida livre (comedores de algas, fungos, bactérias), bem como os que se especializaram em parasitar as plantas, ocorrendo principalmente associados às raízes destas, medem de 0,3 a 3,0 mm de comprimento; os que se especializaram no parasitismo de animais, vertebrados ou invertebrados, podem medir desde 0,3 mm até vários centímetros (cerca de 15, como na lombriga intestinal do homem, *Ascaris lumbricoides*), havendo alguns que chegam a atingir metros (até oito, como por exemplo *Placentonema gigantissima*, parasito da baleia de espermacete).

Vivem em quaisquer ambientes/ecossistemas onde exista água, sendo no geral sensíveis a fortes estresses hídricos. Algumas espécies, no entanto, desenvolveram a habilidade de suportar ambientes com baixa umidade por meses ou anos, como o interior de sementes de plantas mantidas armazenadas. Ocorrem na água salgada, na água doce, no vinagre, no solo, em órgãos vegetais (raízes, tubérculos, caule, folhas, sementes) e tecidos de diferentes tipos de animais. Temperaturas muito baixas ou excessivamente altas também podem afetá-los negativamente, causando-lhes redução na atividade e/ou morte.

Corós

Corós é o nome vulgar dado às larvas de grande número de espécies de besouros, as quais possuem tamanho variável e aspecto

tipicamente escarabeiforme: corpo em forma de “c”, coloração geral branca, com cabeça e pernas de cor marrom. Existem corós rizófagos (comem raízes), que podem danificar as culturas e ser pragas, bem como espécies saprófagas (alimentam-se de matéria orgânica em decomposição), que possuem importante papel na reciclagem de matéria, na natureza. Os principais corós-praga no Brasil são o coró-do-trigo (*Phyllophaga triticophaga*), o coró-da-soja (*P. cuyabana*), o coró-das-pastagens (*Diloboderus abderus*) e o coró-do-arroz (*Euethiola humilis*). Os corós possuem longo ciclo biológico, levando de um a dois anos para completarem uma geração. Atacam praticamente todas as culturas produtoras de grãos, causando sérios prejuízos em todo o país. Outras espécies estão sendo registradas à medida que cresce a ocupação de áreas com grandes extensões de culturas anuais, principalmente sob sistemas de manejo conservacionista do solo.

Larva-alfinete

A larva-alfinete trata-se da forma jovem da vaquinha verde-amarela (*Diabrotica speciosa*), praga desfolhadora de diversas plantas. A fêmea faz a postura no solo próximo a plantas hospedeiras, de onde eclodem as larvas que vão se alimentar dos órgãos subterrâneos das plantas. A larva é branca, mede cerca de 1 cm de comprimento, possui a parte anterior do corpo afilada e a posterior mais robusta, com uma placa escura no último segmento. Ocorrem várias gerações anuais. Entre as culturas graníferas, é em milho que a larva-alfinete tem maior importância, pelos danos que causa e pela ampla distribuição geográfica. Pode-se encontrar mais de uma dezena de larvas junto ao sistema radicular, destruindo as raízes, deixando a planta debilitada, com sintomas de deficiência nutricional e mais suscetível a estiagens e a acamamento. Normalmente, os danos são mais intensos entre quatro e seis semanas após a emergência do milho.

Larvas-aramé

As verdadeiras larvas-aramé são formas jovens de besouros elaterídeos (vaga-lumes), que quando colocados de costas dão um estalido com o corpo e se colocam novamente na posição normal. Das diversas espécies existentes, *Conoderus scalaris* e *C. stigmosus* parecem ser as mais comuns. Possuem ciclo longo, provavelmente com uma geração anual. As larvas são subterrâneas, de cor amarelada, e apresentam corpo rígido, cilíndrico ou ligeiramente achatado, com até 3 cm de comprimento. Consomem sementes, raízes e a base do caule de

plantas. Ocasionalmente, podem causar danos em cereais, logo após a emergência das plantas. As falsas larvas-aramé são semelhantes às verdadeiras, porém pertencem à espécie de tenebrionídeo *Blapstinus punctulatus* e vivem próximo à superfície do solo. O adulto é um besouro marrom conhecido por ligeirinho, que possui em torno de 1 cm de comprimento e vive na superfície do solo ou a pequenas profundidades. Tanto larva como adulto atacam as plantas, especialmente soja em períodos de estiagem.

Gorgulhos-do-solo

Gorgulhos-do-solo são larvas ápodas, que atingem até 1,2 cm de comprimento, de corpo branco, onde se destacam as peças bucais escuras. Os adultos são besouros de asas atrofiadas, do gênero *Pantomorus*, que possuem cabeça com um bico projetado para frente. Medem cerca de 1,5 cm de comprimento e têm coloração parda-acinzentada. As larvas consomem a parte subterrânea de diversas culturas. Normalmente, vivem enterradas próximo à superfície do solo, aprofundando-se em épocas de secas.

Cupins

Os cupins são insetos sociais, que vivem em colônias de indivíduos ápteros e alados, que constituem castas com funções específicas (operários, soldados e reprodutores). Uma das espécies mais conhecidas é o cupim-de-montículo (*Cornitermes cumulans*), comum em pastagens e que começa a ser mais freqüente em áreas sob SPD. Os cupins-subterrâneos, principalmente dos gêneros *Syntermes* e *Procornitermes*, vivem em ninhos subterrâneos e atacam pastagens e lavouras que sucedem gramíneas após a abertura de campos e cerrados. Os cupins consomem sementes e raízes.

Percevejos-da-raiz

Algumas espécies de percevejos vivem e se multiplicam no solo, sugando as raízes de plantas. O percevejo-castanho (*Scaptocoris castanea*) é a espécie mais conhecida. O adulto tem o corpo marrom, que atinge até 0,9 cm de comprimento, e possui pernas anteriores escavatórias. As formas jovens são quase totalmente brancas, logo após a eclosão, e vão se tornando marrom-claras à medida que se desenvolvem. Adultos e jovens (ninfas) sugam raízes, provocando sintomas típicos na parte aérea. Quando se escava o solo infestado, o

odor característico de “fede-fede” revela a presença dessa praga. Outras espécies de percevejos de raiz, como *Atarsocoris brachiariae* e *Cyrtomenus mirabilis* (percevejo-preto), também ocorrem.

Pulgões-da-raiz

Os pulgões-da-raiz são insetos sugadores que formam colônias, constituídas por ninfas e adultos, nas raízes de plantas. Possuem corpo arredondado, mole e de pequeno tamanho (2-3 mm). Em períodos de deficiência hídrica para as plantas, seus danos se tornam mais evidentes na parte aérea (murcha, amarelecimento, secamento e até morte). As espécies mais comuns são *Rhopalosiphum rufiabdominale* e *Smynthuodes betae*, que podem atacar diversas culturas gramíneas e leguminosas.

Moscas-da-semente

Trata-se de uma pequena mosca (*Delia platura*) que é atraída para colocar seus ovos em solos com vegetais em decomposição ou mesmo por plântulas com dificuldade de emergência. As larvas são brancas e ápodas, com a parte anterior do corpo pontiaguda, e se desenvolvem em sementes e na parte da planta que fica enterrada. Grupos de larvas podem ser encontrados alimentando-se e destruindo os tecidos, caracterizando o que muitos chamam de “bicheira”. A pupação ocorre no mesmo local onde as larvas se desenvolveram. A ocorrência dessa praga está associada a fatores que dificultam e retardam a germinação de sementes e a emergência de plantas, como baixas temperaturas de solo em culturas de primavera-verão, semeadura muito profunda, compactação superficial do solo e sementes com baixo vigor.

Larva-angorá

Trata-se da forma jovem de um besouro amarelo com manchas pretas (*Astylus variegatus*), que mede aproximadamente 0,8 cm de comprimento e no verão é facilmente encontrado em flores de plantas. A larva desenvolve-se no solo, do verão à primavera, alimentando-se essencialmente de sementes de plantas cultivadas ou não. Em seu desenvolvimento máximo, atinge 1 cm de comprimento. O corpo tem coloração geral marrom, revestido por pêlos finos, sendo mais robusto na extremidade posterior, onde apresenta dois prolongamentos maiores que os pêlos.

Broca-do-azevém

A broca-do-azevém é também chamada de broca-da-coroa-do-trigo, a larva do curculionídeo *Listronotus bonariensis* ataca a região de onde se formam os perfilhos de gramíneas, bloqueando em diversas direções e destruindo os tecidos de crescimento. Besouro e larva são de tamanho diminuto, medindo cerca de 2 e 3 mm de comprimento, respectivamente, o que os torna difíceis de ser encontrados. A postura pode ser feita em azevém e em cereais de inverno. No entanto, ao contrário de azevém, a alta incidência não é muito frequente, nestes últimos.

Danos expressivos podem ocorrer em milho semeado sobre culturas de inverno infestadas, dessecadas quimicamente, em decorrência de migração dos insetos para as plantas recém-emergidas.

Broca-do-colo

A broca-do-colo é larva do lepidóptero *Elasmopalpus lignosellus*, também denominada lagarta-elasma. É polífaga, podendo atacar gramíneas e leguminosas produtoras de grãos. Seus danos são mais intensos em clima e ambientes quentes e secos. Bloqueia plântulas na região do colo, onde penetra e faz galeria ascendente. Quando em repouso, aloja-se num abrigo que constrói no solo, junto ao orifício de entrada na planta, juntando partículas de solo e excrementos com fios de seda. Dificilmente causa danos em culturas sob SPD.

Lagartas

São larvas de lepidópteros que vivem na superfície do solo ou enterradas a pequenas profundidades e que saem para atacar as plantas à noite ou em dias nublados. Em geral, são capazes de causar danos quando o ataque ocorre logo após a emergência de plantas e nas duas ou três semanas seguintes. As principais espécies são a lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), a lagarta-militar (*Spodoptera frugiperda*) e a lagarta-do-trigo (*Pseudaletia sequax*). As duas últimas espécies, além do comportamento descrito, também agem como pragas da parte aérea de plantas já desenvolvidas. A lagarta-rosca corta as plântulas ao nível do solo e seus danos são maiores quando já se encontra na área por ocasião do plantio. Pode migrar de outras plantas, como língua-de-vaca e caruru. A lagarta-do-trigo tem sido problema quando presente em aveia-preta, que é dessecada quimicamente para plantio de milho, passa para as plantas recém-emergidas, comendo toda a parte aérea das plantas. A lagarta-militar ocorre

na fase inicial da cultura de trigo, em regiões onde o inverno é seco e não-rigoroso. O ataque se dá em manchas na lavoura, que aumentam à medida que as lagartas crescem e onde os danos ao estande de plantas podem ser severos. Aproximadamente, as lagarta-do-trigo e a lagarta-militar têm duração de três semanas e a lagarta-rosca, de quatro semanas. Ultimamente, tem aparecido outra espécie de lagarta (*Peridroma saucia*) em culturas de inverno, como em nabo, e em milho semeado em sucessão.

Grilos

Os grilos são insetos pantófaos, mais conhecidos como pragas de hortas e jardins. Em lavouras, começam a ter maior importância no SPD. O grilo-preto (*Gryllus assimilis*) vive em ambientes úmidos, sob torrões e restos culturais. O grilo-marrom (*Anurogryllus muticus*) faz galerias, deixando montículos de terra na entrada destas, denunciando sua presença na área. Os grilos têm hábitos noturnos e se alimentam na superfície ou cortam e carregam partes de plantas para dentro do solo. Os maiores danos às culturas ocorrem na primavera e no verão, especialmente logo após a emergência das plantas.

Fatores genéticos e o desenvolvimento radicular das plantas

Na prática, existe grande variabilidade no desenvolvimento radicular ao se comparar diferentes gêneros ou espécies de plantas. Dentro de uma mesma espécie, entretanto, as variações no crescimento das raízes não parecem ser importantes, exceto ao se considerar, por exemplo, resistência ou tolerância às pragas e doenças com origem no solo ou não.

No tocante às outras limitações, tal qual o impedimento físico, praticamente todas as cultivares de uma determinada espécie têm suas raízes prejudicadas a partir de determinada massa específica de solo.

Referências

ADAMS, F.; PEARSON, R. W. Crop response to lime in the Southern United States and Puerto Rico. In: PEARSON, R. W.; ADAMS, F. (Ed.). **Soil acidity and liming**. Madison: American Society of Agronomy, 1967. p. 161-206. (Agronomy, 12).

ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 115-119, jan./abr. 1995.

ALMEIDA, O. C.; ROBBS, C. F.; AKIBA, F.; KIMURA, O. Enfermidade nova em pimentão causada por *Rhizoctonia solani* Kuhn, no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 5, n. 1, p. 7-10, fev. 1980.

ALONÇO, A. dos S.; FERREIRA, O. O. Incorporação profunda de fertilizantes e calcário: sua influência na produção de milho (*Zea mays* L.) sob stress hídrico e sobre algumas propriedades físicas e químicas de um solo cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., 1991, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEA, 1992. p. 1206-1225.

ANDERSON, E. L. Corn root growth and distribution as influenced by tillage and nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 3, p. 544-549, May/June 1987.

AZEVEDO, C. S. S.; ANTUNES, I. F.; SANTOS FILHO, B. G. Peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular mais as raízes adventícias na caracterização de dois cultivares de feijão submetidas a excesso de umidade no solo: In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993. p. 17.

BALBINO, L. C. Sistema plantio direto. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1997. v. 2, p. 219-228. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 70).

BARBER, S. A. Fertilizer rate and placement effects on nutrient uptake by soybeans. In: WORD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., 1984, Ames. **Proceedings**. Boulder: Westview, 1985. p. 1007-1115.

BATES, T.; LYNCH, J. P. Stimulation of root hair elongation in *Arabidopsis thaliana* by low phosphorus availability. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 19, n. 5, p. 529-538, May 1996.

BENDING, G. D.; TURNER, M. K.; RAYNS, F.; MARX, M. C.; WOOD, M. Microbial and biochemical soil quality indicators and their potential for differentiating areas under contrasting agricultural management regimes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 36, n. 11, p. 1785-1792, Nov. 2004.

BENEZ, S. H.; GAMERO, C. A.; FURLANI JUNIOR, J. A. Efeitos da compactação do solo no desenvolvimento do sistema radicular da soja (*Glycine max* L. Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15., 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBEA, 1986. p. 310.

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. T. G. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; RESENDE, J. A. M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p. 376-399.

BORGES, E. N.; NOVAIS, R. F. de; REGAZZI, A. J.; FERNANDES, B.; BARROS, N. F. de. Respostas de variedades de soja à compactação de camadas do solo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 35, n. 202, p.553-568, nov./dez. 1988.

CAMPBELL, A. G.; PHILLIPS, D. S. M.; O'REILLY, E. D. An electronic measurement for pasture yield estimation. **Journal of British Grassland Society**, Oxford, v. 17, p. 89-100, 1962.

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. **Compatibilidade de uso de inoculantes e fungicidas no tratamento de sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 32 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 26).

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M.; ALBINO, U. B.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLE, R. N. R. Estudo da compatibilidade em aplicação conjunta nas sementes, entre fungicidas, micronutrientes e inoculantes, sobre a sobrevivência do *Bradyrhizobium* e a eficiência de fixação biológica do nitrogênio. In: EMBRAPA SOJA. **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja 1999**. Londrina, 2000. p. 239-248. (Embrapa Soja. Documentos, 142).

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLE, R. N. R. Compatibilidade de aplicação conjunta nas sementes, de fungicidas, micronutrientes e inoculantes, sobre a sobrevivência do *Bradyrhizobium* e a eficiência de fixação biológica do nitrogênio. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F. (Org.). **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja 2000: microbiologia de solos**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 29-39. (Embrapa Soja. Documentos, 163).

CAMPOS, B. C. de; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 121-126, jan./abr. 1995.

CANALLI, L. B.; ROLOFF, G. Influência do preparo e da correção do solo na condição hídrica de um Latossolo Vermelho escuro sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 99-104, jan./mar. 1997.

CANTERI, M. G.; DALLA PRIA, M.; SILVA, O. C. da (Ed.). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 1999. 178 p.

CARDOSO, A. N. Manejo e conservação do solo na cultura da soja. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA NO CERRADO, 1992, Uberaba. **Cultura da soja nos cerrados**: anais. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 71-104.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 99-105, jan./abr. 1990.

CARTER, M. R. Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 1, p. 38-47, Jan./Feb. 2002.

CASTRO, O. M. de. Compactação do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A. L. (Coord.). **Plantio direto no Estado de São Paulo**. Assis: FEALQ: ESALQ, 1989. p. 129-139.

CERESINI, P. C.; SOUZA, N. L. de. Associação de *Rhizoctonia spp.* binucleadas e de *R. solani* Kühn GA 4 HGI e GA 2-2 IIIB ao feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 14-24, jan./mar. 1997.

CERESINI, P. C.; FENILLE, R. C.; SOUZA, N. L. de. Associação de *Rhizoctonia spp.* binucleadas e de *R. solani* Kühn GA 4 HGI a vagens de amendoimzeiro (*Arachis hypogaea*) no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 145-156, abr./jun. 1996.

CHOUDHURY, E. N.; MELLO, C. A. de O.; MORGADO, L. B. **Preparo do solo e adubação residual na cultura do milho em áreas irrigadas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1991. 21 p. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de pesquisa, 40).

CORRÊA, J. C. Efeito de métodos de cultivo em algumas propriedades físicas de um Latossolo amarelo muito argiloso no Estado do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 11, p. 1317-1322, nov. 1985.

COSTA, J. L. da S. Influência da rotação de culturas na ocorrência de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* em solos cultivados com feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, p. 366. ago. 2000a. Suplemento, ref. 233. Edição dos Resumos do XXXIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Belém, PA, ago. 2000.

COSTA, J. L. da S. **Influência da rotação de culturas na ocorrência de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* em solo de Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000b. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em foco, 44).

COSTA, J. L. S. Relatório dos grupos de trabalho "Doenças do feijoeiro-comum causadas por fungos de solo: epidemiologia e manejo" e "situação do mofo-branco no feijão de inverno". In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1997. v. 2, p. 255-263. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 70).

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn: GTZ, 1991. 272 p.

DURIEUX, R. P.; KAMPRATH, E. J.; JACKSON, W. A.; MOLL, R. H. Root distribution of corn: the effect of nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 6, p. 958-962, Nov./Dec. 1994.

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz**. Rio de Janeiro: Campus; Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 341 p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. **Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 42 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 92).

FAGERIA, N. K.; MORAIS, O. P.; BALIGAR, V. C.; WRIGHT, R. J. Response of rice cultivars to phosphorus supply on an oxisol. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 16, n. 3, p. 195-206, July 1988.

FERNANDES, B.; GALLOWAY, H. M.; BRONSON, R. D.; MANNERING, J. V. Efeito de três sistemas de preparo do solo na densidade aparente, na porosidade total e na distribuição dos poros, em dois solos (Typic Argiaquoll e Typic Hapludalf). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 329-333, set./dez. 1983.

FOY, C. D. Effect of aluminum on plant growth. In: CARSON, F. W. (Ed.) **The plant root and its environment**. Charlottesville: University Press of Virginia, 1974. p. 601-642.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto: o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 p.

GILL, K. S.; GAJRI, P. R.; CHOUDHARY, J.; SINGH, B. Tillage, mulch and irrigation effects on corn (*Zea mays* L.) in relation to evaporative demand. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 39, n. 3/4, p. 213-227, Nov. 1996.

GROSS, K. L.; PETERS, A.; PREGITZER, K. S. Fine root growth and demographic responses to nutrient patches in four old-field plant species. **Oecologia**, Berlin, v. 95, n. 1, p. 61-64, Aug. 1993.

GUIMARÃES, C. M. Desenvolvimento radicular e da parte aérea do arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.) em sistemas de plantio direto e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém, PA. **Resumos...** Belém: SBFV, 1997. p. 400.

GUIMARÃES, C. M.; CASTRO, T. de A. P. Sistema radicular do feijoeiro condicionado aos efeitos da profundidade de aplicação e tipo de adubo fosfatado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1982. p. 138-141. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 1).

GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Influência da compactação do solo sobre o desenvolvimento da parte aérea e radicular do arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém, PA. **Resumos**. Belém: SBFV, 1997. p. 401.

GUIMARÃES, C. M.; BRUNINI, O.; STONE, L. F. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. 1. Densidade e eficiência radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 6, p. 393-399, jun. 1996.

HARRIS, R. F.; CHESTERS, G.; ALLEN, O. N. Dynamics of soil aggregation. **Advances in Agronomy**, New York, v. 18, p. 107-169, 1966.

HILL, R. L. Long-term conventional and no-tillage effects on selected soil physical properties. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 54, n. 1, p. 161-166, Jan./Feb. 1990.

HUGHES, K. A.; HORNE, D. J.; ROSS, C. W.; JULIAN, J. F. A 10-year maize/oats rotation under three tillage systems: 2. plant population, root distribution and forage yields. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 22, n. 1/2, p. 145-157, Jan. 1992.

JACKSON, M. B. Are plant hormones involved in root to shoot communication? **Advances in Botanical Research**, London, v. 19, p. 3-7, 1993.

JANSEN, B. H.; WEERT, R. Van Der. The influence of fertilizer, soil organic matter and soil compaction on maize yields on the Surinam zanderej soils. **Plant and Soil**, The Hague, v. 46, n. 2, p. 445-459, 1977.

JASTER, F.; ELTZ, F. F. L.; FERNANDES, F. F.; MERTEN, G. H.; GAUDENCIO, C. de A.; OLIVEIRA, M. C. N. de. **Rendimento de grãos de diferentes sistemas de preparo e manejo do solo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1993. 37 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 61).

JEFFRIES, P.; YOUNG, T. W. K. **Interfungal parasitic relationships**. Cambridge: University Press, 1994. 296 p.

KAISER, D. R.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; STRECK, C. A. Influência da compactação adicional e da escarificação na resistência do solo e no desenvolvimento radicular e produtividade do trigo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS: Embrapa Solos-UEP Recife: UFRPE, 2005. 1 CD-ROM.

KASPAR, T. C. Growth and development of soybean root system. In: WORLD SOYBEANS RESEARCH CONFERENCE, 3., 1984, Ames. **Proceedings**. Boulder: Westview, 1985. p. 841-847.

KASPAR, T. C.; STANLEY, C. D.; TAYLOR, H. M. Soybean root growth during the reproductive stages of development. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, n. 6, p. 1105-1107, Nov./Dec. 1978.

KIMATI, H. Doenças do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: GALLI, F. (Coord.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v. 2, p. 297-318.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Principais fatores que interferem no crescimento radicular das culturas anuais, com ênfase no potássio. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 103, p. 5-11, set. 2003. Encarte técnico.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; TEIXEIRA, M. G.; CHAGAS, J. M.; CASTRO, T. de A. P. e; GUIMARÃES, C. M. Profundidade de incorporação de adubos para o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p. 142-143. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1).

LOBO JUNIOR, M. Efeito da adubação básica de plantio na severidade de podridões radiculares em feijoeiro. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. (Ed.). **Resultados obtidos na área pólo de feijão no período de 2002 a 2004**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 25-28. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).

LOBO JUNIOR, M.; SOUZA, J. N. G. de; SANTOS, A. B. dos. **Processo biológicos e densidade de microrganismos em solo de várzea tropical cultivado com forrageiras para implantação do arroz no sistema plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 6 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 89).

LÓPEZ-BUCIO, J. L.; HERNÁNDEZ-ABREU, E.; SÁNCHEZ-CALDERÓN, L.; NIETO-JACOBO, M. F.; SIMPSON, J.; HERRERA-ESTRELLA, L. Phosphate availability alters architecture and causes changes in hormone sensitivity in the Arabidopsis root system. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 129, n. 1, p. 244-256, May 2002.

LYNCH, J. P.; BEEBE, S. E. Adaptation of beans (*Phaseolus vulgaris*) to low phosphorus availability. **Hortiscience**, Alexandria, v. 30, n. 6, p. 1165-1171, Oct. 1995.

MACKAY, A. D.; BARBER, S. A. Soil moisture effects on root growth and phosphorus uptake by corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 77, n. 4, p. 519-523, July/Aug. 1985.

MAIA, J. C. S.; ELTZ, F. L. F. Avaliação da cultura da soja (*Glycine max* L.) submetida a dois sistemas de preparo do solo sob vegetação de cerrados. III. percentagem de raízes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., 1991, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEA, 1992. v. 2, p. 869-882.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 256 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1967. 606 p.

MANFRON, P. A.; LIBARDI, P. L.; PAULETTO, E. A.; MORAES, S. O. Efeito do método de preparo do solo na distribuição radicular do milho (*Zea mays* L.) em terra roxa estruturada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 353-366, set./dez. 1991.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2002. 889 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 624 p.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícola anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 425-433, maio/jun. 2003.

MELO, I. S. de. Potencialidades de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (Org.) **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. p. 135-156.

MENGEL, D. B.; BARBER, S. A. Development and distribution of the corn root system under field conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, n. 3, p. 341-344, May/June 1974.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N de; VILELA, L.; VARGAS, M. A.; CARVALHO, A. M. de. **Manejo da micorriza arbuscular por meio da rotação de culturas nos sistemas agrícolas do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 3 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico 42).

MORAES, M. H.; BENEZ, S. H.; LIBARDI, P. L. Influência de camadas compactadas de subsuperfície no desenvolvimento do sistema radicular de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Cientifica**, Jaboticabal, v. 19, n. 1, p. 195-206, 1991.

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 expandidos...** Viçosa, MG: SBCS, 1995. v. 4, p. 2154-2156.

MOREIRA, M. F. **Desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea do feijoeiro comum em função da distribuição e do teor de fósforo no solo**. 2004. 135 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NANAGARA, T.; PHILLIPS, R. E.; LEGGETT, J. E. Diffusion and mass flow of nitrate-nitrogen into corn roots grown under field conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, n. 1, p. 67-72, Jan./Feb. 1976.

NEWELL, R. O.; WILHELM, W. W. Conservation tillage and irrigation effects on corn root development. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 1, p. 160-165, Jan./Feb. 1987.

OLIVEIRA, E. F. de; BAIRRÃO, J. F. M.; CARRADO, I. M. **Efeito do sistema de preparo do solo nas suas características físicas e químicas e no rendimento de trigo e soja em latossolo roxo: I. resultados obtidos de 1982 a 1988**. Cascavél: OCEPAR, 1990. 54 p. (OCEPAR. Resultados de pesquisa, 4).

OLIVEIRA, V. C.; COSTA, J. L. da S. Plantio direto: um possível veículo para adaptação de patógenos à novos hospedeiros. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 27, n. 160, p. 72-73, 2000.

OLMOS, I. R.; CAMARGO, M. N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência e Cultura**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 171-180, 1976.

PAULETTO, E. A.; PEDROTTI, A.; CRESTANA, S. Avaliação da compactação de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivos através da tomografia computadorizada e do penetrômetro. In: SEMINÁRIO INTERAMERICANO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. p. 143-146.

PEDO, F.; MIELNICZUK, J.; MEDEIROS, J. C. Rendimento e distribuição de raízes em dois níveis de compactação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 6., 1986, Campo Grande, MS. **Resumos...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 14.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo:** a agricultura em regiões tropicais. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 549 p.

RAVA, C. A.; SARTORATO, A.; COSTA, J. G. C. da. Reações de genótipos de feijoeiro comuns ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *Phaseoli* em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 296-300, jun. 1996.

REEVES, D. W. Soil management under no-tillage soil physical aspects. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. p. 121-125.

RESCK, D. V. S.; FERREIRA, C. de A.; GOMES, A. C.; SILVA, J. E. da. Efeito do plantio direto e do arado de discos nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho escuro argiloso sob vegetação de cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: SBCS, 1995. v. 4, p. 1840-1842.

RESENDE, M.; FRANÇA, G. E.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; ALVES, V. M. C. Estimativa do desenvolvimento radicular do milho irrigado em dois tipos de solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., 1990, Vitória. **Resumos...** Vitória: EMCAPA, 1990. p. 133. (EMCAPA. Documentos, 65).

RITCHEY, K. D.; SILVA, J. E.; COSTA, U. F. Calcium deficiency in clayey-B horizons of savanna Oxisols. **Soil Science**, Baltimore, v. 133, n. 6, p. 378-382, 1982.

ROBERTSON, W. K.; HAMMOND, L. C.; JOHNSON, J. T.; BOOTE, K. J. Effects of plant-water stress on root distribution of corn, soybeans, and peanuts in sandy soil. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 3, p. 548-550, May/June 1980.

RODER, W.; MASON, S. C.; CLEGG, M. D.; KNIEP, K. R. Crop root distribution as influenced by grain sorghum-soybean rotation and fertilization. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 53, n. 5, p. 1464-1470, Sept./Oct. 1989.

ROS, C. O. da; SECCO, D.; FIORIN, J. E.; PETRERE, C.; CADORE, M. A.; PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 241-247, abr./jun. 1997.

ROSOLEM, C. A. Calagem e adubação mineral. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 353-385.

ROVIRA, L. A. A. **Estudo do sistema radicular do feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L.). **var carioca**. 1975. 87 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SALVADORI, J. R. Pragas de solo. **Cultivar**, Pelotas, n. 5, p. 27-33, jun. 1999.

SCHACHTMAN, D. P.; REID, R. J.; AYLING, S. M. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 116, n. 2, p. 447-453, Feb. 1998.

SEGUY, L.; BOUZINAC, S. **Os sistemas de culturas para a região do Médio Norte do Mato Grosso**: recomendações técnicas. [S.l.]: Cooperlucas: CIRAD-CA, 1993. 58 p.

SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J.G. da; BLUMENSCHN, F. N.; DALL'ACQUA, F. M. **Técnicas de preparo do solo**: efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação de água. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1984. 26 p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular técnica, 17).

SILVA, L. M. da; LEMOS, L. B.; CRUSCIOL, C. A. C.; FELTRAN, J. C. Sistema radicular de cultivares de feijão em resposta à calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 7, p. 701-707, jul. 2004.

SPONCHIADO, B. N.; WHITE, J. W.; CASTILLO, J. A.; JONES, P. G. Root growth of four common bean cultivars in relation to drought tolerance in environments with contrasting soil types. **Experimental Agriculture**, London, v. 25, n. 2, p. 249-257, Apr. 1989.

STANLEY, C. D.; KASPAR, T. C.; TAYLOR, H. M. Soybean top and root response to temporary water tables imposed at three different stages of growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 2, p. 341-346, Mar./Apr. 1980.

STITT, M.; SCHEIBLE, W. R. Understanding allocation to shoot and root growth will require molecular information about which compounds act as signals for the plant nutrient status, and how meristem activity and cellular growth are regulated. **Plant and Soil**, The Hague, v. 201, n. 2, p. 259-263, Apr. 1998.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Desenvolvimento radicular de cultivares de arroz em diferentes sistemas de preparo do solo, sob irrigação suplementar por aspersão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1998. p. 103-106. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 85).

STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo d'água do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 10, p. 1577-1592, out. 1994a.

STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo d'água do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 6, p. 939-954, jun. 1994b.

TABATABAI, M. A. Soil enzymes. In: WEAVER, R. W. (Ed.). **Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 775-833. (SSSA. Book Series, 5).

THUNG, M.; ORTEGA, J.; RODRIGUEZ, R. Respuesta y aprovechamiento del fósforo aplicado a dos profundidades y su efecto en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p. 205. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1).

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. Comportamento da compactação do solo no plantio direto e avaliação do seu efeito sobre o desenvolvimento do sistema radicular e produtividade de cultivares de soja. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL. 19., 1997, Jaboticabal, SP. **Ata e resumos...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997. p. 181. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 107).

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. Doze anos de manejo do solo em soja: sistema radicular, produtividade e algumas características físicas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: SBCS, 1995. v. 4, p. 1802-1803.

TORRES, E.; SARAIVA, O. F.; FARIAS, J. R. B. Resposta de diferentes cultivares de soja à compactação do solo. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 17, 1995. Goiânia. **Ata e resumos...** Goiânia: EMGOPA, 1995a. p. 126. (EMGOPA, Documentos, 28).

TORRES, E.; GALERANI, P. R.; SARAIVA, O. F. Avaliação de sistemas de produção de soja: manejo, rotação e cultivares. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 17., 1995, Goiânia. **Ata e resumos...** Goiânia: EMGOPA, 1995b. p. 117. (EMGOPA. Documentos, 28).

TU, J. C.; TAN, C. S. Effect of soil compaction on growth, yield and root rots of white beans in clay loam and sandy loam soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 23, n. 3, p. 233-238, 1991.

VEIGA, C. L.; OLIVEIRA, L. B. de. Influência do preparo do solo sobre a distribuição de raízes de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) em solo podzólico vermelho amarelo. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 6, n. 3, p. 295-307, set. 1976.

VIEIRA, C.; GOMES, F. R. Ensaio de adubação química do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 11, n. 65, p. 253-264, 1961.

VIEIRA, M. J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A. L. (Coord.). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 161-179.

VIEIRA, M. J. Propriedades físicas do solo. In: IAPAR. **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina, 1981. p. 19-30. (IAPAR. Circular, 23).

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 7, p. 873-882, jul. 1984.

WAGGER, M. G.; DENTON, H. P. Influence of cover crop and wheel traffic on soil physical properties in continuous no-tillage corn. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 53, n. 4, p. 1206–1210, July/Aug. 1989.

WIERSUM, L. K. The relationship of the size and structural rigidity of pores to their penetration by roots. **Plant and Soil**, The Hague, v. 9, p. 75-85, 1957.

YORINORI, J. T. Epifítia de podridão da raiz na soja causada por *Rhizoctonia solani* Kuhn no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 2, n. 1, p. 106-107, fev. 1977.

CAPÍTULO 12

Qualidade na Implantação da Lavoura

Corival Cândido da Silva e José Geraldo Di Stefano

A segurança alimentar é que determina a saúde e o vigor de um povo, portanto esse é um tema que, a cada dia, desperta mais preocupação nos órgãos governamentais, não governamentais e na sociedade em geral, uma vez que a demanda por alimentos cresce numa velocidade assustadora. Esse tema deve ser analisado sob dois pontos de vista, a qualidade dos alimentos e a quantidade produzida. Analisando agora somente sob o ponto de vista de quantidade produzida, esta é influenciada pela dimensão da área plantada e pela produtividade nela obtida. A produtividade por sua vez, depende do potencial genético da cultivar utilizada e da sua relação com o ambiente a ela proporcionado, resultando em melhor utilização da luz (fotossíntese), para que possa expressar o seu máximo potencial. As cultivares atualmente disponíveis têm potencial para suplantiar os maiores tetos de produtividades obtidos no país, conforme estimativas da Conab (2007). Esses são obtidos no Distrito Federal, em Mato Grosso, em Goiás e em Minas Gerais, com 3.000, 2.997, 2.640 e 2.350 kg/ha, respectivamente, na terceira época ou safra de inverno.

Alguns exemplos dessas cultivares são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Rendimentos informados no registro da cultivar, conforme resultados dos Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (Ensaio de VCU).

<i>Cultivar</i>	<i>Rendimento (kg/ha)</i>	<i>Local</i>	<i>Safra</i>
BRS Pontal	5.088	Sete Lagoas - MG	Inverno
	3.733	Lavras - MG	Águas
	2.943	Leopoldina - MG	Seca
BRS Requite	4.609	Patos de Minas - MG	Inverno
	3.467	Sete Lagoas - MG	Seca
BRS Horizonte	3.909	Planaltina - DF	Inverno
	4.123	Capão Bonito - SP	Águas
	3.562	Simão Dias - SC	Águas
BRS Cometa	3.878	Planaltina - DF	Inverno
	4.953	Abelardo Luz - SC	Águas
	3.775	Ponta Grossa - PR	Águas
BRS Supremo	4.126	Capão Bonito - SP	Águas
	3.800	Simão Dias - SC	Águas
	3.700	Abelardo Luz - SC	Águas
BRS Radiante	3.833	Dianópolis - TO	Inverno

O componente ambiente engloba entre diversos fatores, a organização dos espaços para o desenvolvimento das plantas em regime de máxima cooperação, e não competindo entre si. Considerando o caso mais específico do feijão, deve-se atentar para

o clima ideal da cultura, principalmente temperatura e umidade; o solo com boa aeração e não sujeito ao encharcamento; o manejo de plantas daninhas, de doenças e de insetos-praga; a adubação; a qualidade da semente; o manejo do solo; a época de semeadura e a operação de semeadura propriamente dita. Tal operação é fundamental para o estabelecimento do estande desejado, pois envolve as regulagens da máquina, para que a distribuição das sementes no campo fique como planejada, e a velocidade de deslocamento da máquina, a qual influencia a eficiência dos mecanismos dosadores. Silva et al. (1999) verificaram que os estandes inicial e final foram significativamente reduzidos quando se aumentou a velocidade de deslocamento da máquina de 3 para 6 km h⁻¹.

A distribuição de sementes, considerando especificamente o arranjo populacional, ou seja, a combinação de espaçamento entre linhas e o número de sementes na linha, foi e é um assunto objeto de dezenas de estudos nas mais diversas instituições do país que se dedicam à pesquisa com feijão.

O fato do melhor arranjo de plantas nos diferentes ambientes de produção ser um assunto que ainda desperta tanto interesse da pesquisa deve-se à sua grande importância na fase de implantação da lavoura. Essa, sendo executada de forma inadequada, pode comprometer as fases posteriores, pois o arranjo populacional se inter-relaciona com diversos outros fatores que afetam o desenvolvimento da planta de feijão, como penetração de luz no dossel; fertilidade; manejo de doenças, insetos-praga e de plantas daninhas; disponibilidade de água; e época de plantio. Aliado a isto, deve-se considerar também que a quantidade de sementes utilizada por hectare influencia diretamente na qualidade do grão colhido.

Os trabalhos publicados sobre a população ideal de plantas, relativos à cultura do feijoeiro, em geral, indicam populações de 200 a 240 mil plantas ha⁻¹ como adequadas para se obter os máximos rendimentos. Essas populações, no entanto, podem ser obtidas com diversos arranjos, combinando-se espaçamentos que variam de 20 a 70 cm entre linhas com densidades de 4 a 14 plantas por metro de linha, conforme demonstrado na Tabela 2. Às vezes agregam àquela indicação o arranjo populacional considerado mais adequado, normalmente 40 a 50 cm de espaçamento entre linhas com 10 a 12 plantas por metro, outras vezes limitam-se a considerar apenas a população por área, mesmo porque, sendo o feijoeiro uma planta com muita plasticidade, pode produzir satisfatoriamente numa faixa de

limites de população bastante ampla, em alguns casos chegando a uma variação de 100 a 400 mil plantas ha^{-1} (SOUZA et al., 2002). Em outras condições, embora a produtividade máxima possa ser alcançada em uma ampla faixa de população de plantas, abaixo de 185.000 plantas ha^{-1} não há mais possibilidade de compensação, conseqüentemente a produtividade é reduzida (STONE; SILVEIRA, 2008).

Tabela 2. Populações de plantas por hectare obtidas com as combinações entre seis espaçamentos entre fileiras e de duas a dezoito plantas por metro de fileira.

Densidade (plantas m^{-1})	Espaçamento entre fileiras (cm)					
	20	30	40	50	60	70
Número de plantas ha^{-1}						
2	100.000	66.666	50.000	40.000	33.334	28.572
3	150.000	99.999	75.000	60.000	50.001	42.858
4	200.000	133.332	100.000	80.000	66.668	57.144
5	250.000	166.665	125.000	100.000	83.335	71.430
6	300.000	199.998	150.000	120.000	100.002	85.716
7	350.000	233.331	175.000	140.000	116.669	100.002
8	400.000	266.664	200.000	160.000	133.336	114.288
9	450.000	299.997	225.000	180.000	150.003	128.574
10	500.000	333.330	250.000	200.000	166.670	142.860
11	550.000	366.663	275.000	220.000	183.337	157.146
12	600.000	399.996	300.000	240.000	200.004	171.432
13	650.000	433.329	325.000	260.000	216.671	185.718
14	700.000	466.662	350.000	280.000	233.338	200.004
15	750.000	499.995	375.000	300.000	250.005	214.290
16	800.000	533.328	400.000	320.000	266.672	228.576
17	850.000	566.661	425.000	340.000	283.339	242.862
18	900.000	599.994	450.000	360.000	300.006	257.148
Fileiras (m ha^{-1})	50.000	33.333	25.000	20.000	16.667	14.286

Nota:  Populações de plantas próximas aos limites mais comumente recomendadas.

 Populações de plantas obtidas com as combinações entre espaçamentos e densidades mais comumente recomendadas.

Com o desenvolvimento de novas cultivares e a grande diversidade de ambientes em que são cultivadas, deve-se ter uma atenção especial no planejamento para a implantação da lavoura. Levando em consideração as possíveis combinações mostradas na Tabela 2 e as características dessa espécie vegetal, como o hábito de crescimento, há que se decidir, para cada ambiente e para cada cultivar,

qual o arranjo mais adequado, considerando-se a operacionalidade de semeadura e as possíveis interações com outros fatores mencionados anteriormente.

É importante considerar que, mantendo populações de 200 a 240 mil plantas ha^{-1} , mas com espaçamentos menores, combinando-se com menores densidades de plantas na linha, as plantas ficam mais equidistantes, portanto a competição entre elas por água, luz e nutrientes é menor. Essa inter-relação deve ser levada em consideração e observada nos diferentes ambientes e sistemas de produção de cada época de plantio para o melhor planejamento do sistema desejado. Em ambientes frios, cultivares de ciclo precoce principalmente, podem vir a sofrer com a competição de plantas daninhas, devido ao atraso no seu desenvolvimento fenológico ou ao porte mais baixo das plantas. Em ambientes mais quentes, observa-se no campo, em altitudes abaixo de 500 m, um desenvolvimento vegetativo maior das plantas, principalmente nas de hábito indeterminado. Em Paracatu-MG, a aproximadamente 300 m de altitude, a cultivar Pérola é plantada por alguns produtores a 40 cm entre linhas com 6 plantas por metro. Uma outra situação a ser observada nas áreas de baixa altitude, mais quentes, é a interação planta-fertilidade do solo e manejo da água de irrigação no plantio de inverno. Adubação excessiva ou desequilibrada de nitrogênio pode acarretar, principalmente em plantas de hábito indeterminado, prostradas, um rápido desenvolvimento vegetativo, proporcionando o autosombreamento das plantas pelo fechamento precoce das linhas de plantio. Com isto, perde-se precocemente as folhas do baixeiro, não acontecendo o vingamento intenso da primeira florada.

Como reflexão, analisou-se a combinação entre espaçamento de 20 cm entre linhas e 5 plantas m^{-1} , obtendo-se população de 250 mil plantas ha^{-1} , com uma distribuição eqüidistante das plantas na área. Pois, tanto dentro da linha, quanto entre linhas, teoricamente elas ficam distanciadas de 20 cm entre si, aproveitando melhor a radiação solar e, em plantios de épocas frias, um melhor aquecimento do solo. Essa combinação, embora aparentemente adequada, não tem sido recomendada, porque as semeadoras não permitem essa regulagem, ou porque, especialmente em sistema de semeadura direta, a palhada sobre o solo provoca embuchamento da máquina, dificultando a operação. Mas, considerando principalmente as cultivares com plantas de porte ereto, não seria essa a combinação ideal? Será que essa combinação não poderá ser viabilizada no futuro? Uma reflexão sobre esse caso é plenamente justificável e necessária.

Embora não chegando ao limite de exercitar essa reflexão, mas chegando a uma condição muito próxima do arranjo citado anteriormente, um grupo de experimentos foi conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, nos anos 2005 e 2006, na época de outono-inverno, num Latossolo Vermelho distrófico, de boa fertilidade (Tabela 3), no qual foi avaliado o efeito de diversas combinações entre espaçamento e densidade de plantas sobre o rendimento de algumas cultivares disponibilizadas para o mercado nos últimos anos, ou em fase de desenvolvimento. As principais características dessas cultivares estão na Tabela 4, e seus rendimentos, nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 3. Características químicas¹ do solo da área experimental em três profundidades. Embrapa, Santo Antônio de Goiás, 2005.

Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	Ca ²	Mg	Al	H+Al	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	M.O.
		cmol _c	dm ⁻³	dm ⁻³	dm ⁻³			mg dm ⁻³	mg dm ⁻³			g dm ⁻³
0-10	5,7	1,89	0,86	0,1	4,79	31,0	100	1,8	6,1	54	15	20
10-20	5,7	1,62	0,75	0,1	4,93	9,9	90	1,8	5,1	56	13	18
20-30	5,6	1,44	0,72	0,1	5,31	6,8	84	1,7	5,0	58	13	16

¹Análises realizadas no Laboratório de Análises Física, Química e Tecnológica da Embrapa Arroz e Feijão.

²Ca, Mg e Al extraídos em KCl 1N; K, P, Cu, Fe, Mn e Zn extraídos em solução de Mehlich 1 (HCl 0,5N+H₂SO₄ 0,025 N). Matéria Orgânica determinada pelo método de Walkley Black.

Tabela 4. Características das cultivares de feijoeiro comum avaliadas nos experimentos sobre arranjos populacionais de plantas. Embrapa, Santo Antônio de Goiás, 2005/06.

Cultivar	Ciclo (dias)	Grupo comercial	Massa de 100 grãos (g)	Porte	Tipo de planta
BRS Pontal	87	Carioca	26,1	Semi-ereto	II/III
BRS Requite	87	Carioca	24,0	Semi-ereto	II/III
BRS Radiante	80	Manteigão/rajado	43,5	Ereto	I
Pérola	86	Carioca	27,0	Semi-ereto	II/III
BRS Valente	90	Preto	21,5	Ereto	II
BRS Supremo	83	Preto	24,6	Ereto	II
BRS Horizonte	85	Carioca	27,7	Ereto	II
BRS Estilo	-	Carioca	-	Ereto	II
BRS Esplendor	-	Preto	-	Ereto	II
Majestoso	-	Preto	-	Ereto	II
SUG 33	-	Manteigão/rajado	-	Ereto	II
DRK 18	-	Manteigão/vermelho	-	Ereto	II
BRS Cometa	-	Carioca	-	Ereto	II

Fonte: Reunião da Comissão Técnica Central-Brasileira de Feijão (2006).

Tabela 5. Efeito de espaçamento e densidade de plantas no rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de diversas cultivares de feijão. Embrapa, Santo Antônio de Goiás, 2005¹.

Cultivar	Espaçamento (cm)	Densidade planejada (plantas m ⁻¹)				Média L***
		6 L***	10 ^{n.s.}	14 L***	18 L***	
BRS Pontal	40 n.s.	4535	3911	4464	4391	4325
	50 n.s.	4061	3701	4302	3939	4001
	60 n.s.	3774	3591	3802	3992	3790
	70 n.s.	3259	3516	3234	3473	3370
	Média n.s.	3907	3680	3951	3949	3872
	Dens. obtida	5	8	11	14	-
BRS Requite	Espaçamento	6 L***	10 n.s.	14 n.s.	18 n.s.	Média L**
	40 n.s.	4219	3857	3733	3882	3923
	50 L***	3400	3699	3983	4015	3774
	60 n.s.	3594	3586	3729	3672	3645
	70 Q**	2920	3804	3546	3680	3488
	Média L**	3533	3737	3748	3812	3708
BRS Radiante	Espaçamento	6 L**	10 L*	14 L**	18 n.s.	Média L**
	30 n.s.	3941	3993	3846	3755	3884
	40 n.s.	3620	4166	4019	4066	3968
	50 n.s.	3363	3370	3338	3614	3421
	60 n.s.	3267	3690	3258	3458	3418
	Média n.s.	3548	3805	3615	3723	3673
Pérola	Espaçamento	6 n.s.	10 n.s.	14 n.s.	18 n.s.	Média n.s.
	40 n.s.	3591	3994	3892	3742	3805
	50 L*	3249	3295	3875	3634	3513
	60 L**	3387	3321	3866	3873	3612
	70 n.s.	3204	3540	3638	3392	3437
	Média L**	3358	3538	3818	3661	3594
Valente	Espaçamento	6 L*	10 L***	14 L***	18 n.s.	Média L***
	30 Q***	3733	4451	3974	3193	3837
	40 n.s.	3895	3981	3874	3495	3812
	50 n.s.	3227	3214	3413	3526	3345
	60 n.s.	3254	3089	2941	3284	3142
	Média n.s.	3527	3684	3551	3375	3534
BRS Supremo	Espaçamento	6 L***	10 n.s.	14 L**	18 n.s.	Média L*
	30 n.s.	3520	3126	3243	3252	3285
	40 n.s.	3370	3139	3119	3066	3173
	50 n.s.	2768	2908	2551	2952	2795
	60 n.s.	2816	2999	2808	3071	2930
	Média n.s.	3139	3043	2930	3085	3048
BRS Horizonte	Espaçamento	6 L**	10 L**	14 L**	18 L***	Média L***
	30 n.s.	2901	3141	3026	3087	3039
	40 n.s.	2916	2705	2967	2668	2814
	50 n.s.	2334	2603	2656	2491	2521
	60 n.s.	2182	2574	2446	2344	2386
	Média Q*	2583	2756	2774	2647	2690
	Espaçamento	6	9	12	16	-
	30 n.s.	2901	3141	3026	3087	3039
	40 n.s.	2916	2705	2967	2668	2814
	50 n.s.	2334	2603	2656	2491	2521
	60 n.s.	2182	2574	2446	2344	2386
	Média Q*	2583	2756	2774	2647	2690

¹L – Regressão linear; Q – Regressão quadrática; n.s. – Não significativo; *, ** e *** Significativos a 10%, 5% e 1%, respectivamente, pelo Teste de F.*

Tabela 6. Efeito de espaçamento e densidade de plantas no rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de diversas cultivares de feijão. Embrapa, Santo Antônio de Goiás, 2006¹.

Cultivar	Espaçamento (cm)	Densidade planejada (plantas m ⁻¹)			Média ^{n.s.}
		6 ^{n.s.}	10 ^{n.s.}	14 ^{Q*}	
BRS Pontal	30 ^{n.s.}	3783	3940	3856	3860
	40 ^{n.s.}	4052	3942	3912	3969
	50 ^{n.s.}	4029	3761	4266	4019
	60 ^{n.s.}	3577	3436	3419	3477
	Média ^{n.s.}	3860	3770	3863	3831
	Dens. obtida	8	11	13	-
BRS Estilo	Espaçamento	6 ^{n.s.}	10 ^{n.s.}	14 ^{n.s.}	Média ^{n.s.}
	30 ^{n.s.}	4052	3810	3404	3755
	40 ^{n.s.}	4161	3986	4080	4075
	50 ^{n.s.}	3780	3774	3427	3660
	60 ^{n.s.}	3408	3568	3442	3473
	Média ^{n.s.}	3850	3785	3588	3741
BRS Esplendor	Dens. obtida	7	11	11	-
	Espaçamento	6 ^{L***}	10 ^{L***}	14 ^{L*}	Média ^{L***}
	30 ^{n.s.}	4364	4139	4035	4180
	40 ^{n.s.}	3633	3320	4028	3660
	50 ^{n.s.}	3577	3394	3728	3566
	60 ^{n.s.}	3256	2729	3355	3113
Majestoso	Média ^{n.s.}	3708	3396	3787	3630
	Dens. obtida	7	12	15	-
	Espaçamento	6 ^{L**}	10 ^{n.s.}	14 ^{L***}	Média ^{L**}
	30 ^{L*}	3551	3483	4427	3820
	40 ^{n.s.}	3228	3216	3241	3228
	50 ^{n.s.}	3044	3191	3054	3096
SUG 33	60 ^{n.s.}	2607	2838	2651	2699
	Média ^{n.s.}	3107	3182	3343	3211
	Dens. obtida	8	10	12	-
	Espaçamento	6 ^{L**}	10 ^{n.s.}	14 ^{n.s.}	Média ^{n.s.}
	30 ^{n.s.}	3315	3306	3081	3234
	40 ^{L**}	3278	3370	3776	3475
DRK 18	50 ^{n.s.}	2875	3416	2757	3016
	60 ^{n.s.}	2881	3134	3048	3021
	Média ^{n.s.}	3087	3307	3166	3187
	Dens. obtida	8	11	11	-
	Espaçamento	6 ^{L**}	10 ^{L**}	14 ^{L*}	Média ^{L*}
	30 ^{n.s.}	3885	3328	3520	3608
BRS Cometa	40 ^{n.s.}	3125	2842	3298	3089
	50 ^{n.s.}	3079	3011	3641	3244
	60 ^{n.s.}	2972	2467	2652	2697
	Média ^{n.s.}	3265	2884	3262	3140
	Dens. obtida	8	11	12	-
	Espaçamento	6 ^{n.s.}	10 ^{L**}	14 ^{n.s.}	Média ^{L**}
BRS Cometa	30 ^{n.s.}	2954	2779	2779	2837
	40 ^{n.s.}	2469	2236)	2597	2434
	50 ^{L*}	2277	2501	3096	2625
	60 ^{n.s.}	2252	1649	2039	1980
	Média ^{n.s.}	2488	2291	2628	2469
	Dens. obtida	7	9	11	-

Analisando os resultados mostrados nas Tabelas 5 e 6, verifica-se que, em geral, os rendimentos decrescem linearmente à medida que os espaçamentos entre as linhas aumentam, e se mantendo praticamente constantes com o aumento das populações de plantas na linha. Considerando os limites de espaçamentos entre linhas de 30 e 70 cm, os resultados indicam, sobretudo para as cultivares de porte ereto, o menor espaçamento como o mais viável. Como os rendimentos foram significativamente ascendentes com a diminuição dos espaçamentos (análise de regressão), confirma-se também a viabilidade de refletir-se sobre espaçamentos menores, logicamente não desconsiderando as inter-relações com outros fatores e a viabilidade da operacionalização da cultura.

Quanto ao número de plantas na linha, embora em alguns tratamentos o obtido não foi tal como planejado, no geral pode-se concluir que não há necessidade de mais do que 10 plantas m^{-1} para que se obtenham os máximos rendimentos. Este limite confere uma margem de segurança ao produtor, uma vez que, até com populações menores ainda é possível obter rendimentos elevados, como pode ser visto nas Tabelas 5 e 6.

Esses indicadores obtidos nos ajustes fitotécnicos realizados na Embrapa Arroz e Feijão consideraram sempre o número de plantas obtido no final do experimento, como pode ser observado nas Tabelas 5 e 6.

Finalmente, é necessário ressaltar que por intermédio desses resultados espera-se que cada região ou propriedade consiga refletir e estabelecer suas próprias populações de plantas por hectare, para a cultura do feijoeiro. Técnicos e produtores devem compreender que para atingir o potencial de uma cultivar devem utilizar sementes com qualidade que garantam o estande final adequado para aquele ambiente local, gerando plantas de alta produtividade. Portanto, a utilização de sementes com qualidade sanitária e fisiológica é o componente de produção que diminui os riscos de insucesso do produtor, contribuindo para a sua rentabilidade.

Referências

CONAB. Estimativa de safra - feijão 3ª. Safra (comparativo de área, produtividade e produção: safras 2006/2007 e 2007/2008). Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/indicadores/IA_AGOST_2007.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2007.

REUNIÃO DA COMISSÃO TÉCNICA CENTRAL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 16., 2005, Goiânia. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na Região central-brasileira 2005-2007.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 139 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 193).

SILVA, J. G. da; KLUTHCOUSKI, J.; DI STEFANO, J. G.; AIDAR, H. Efeitos da velocidade de operação e da profundidade de adubação de uma semeadora adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do feijoeiro sob plantio direto. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 442-445. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99).

SOUZA, A. B. de; ANDRADE, M. J. B. de; MUNIZ, J. A.; REIS, R. P. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 87-98, jan./fev. 2002.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P.M. da. Limites de competição dos componentes da produtividade de grãos do feijoeiro-comum cv. Pérola. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 83-88, Apr./ June 2008.

CAPÍTULO 13

Produção de Semente Sadia

***Carlos Agustin Rava (in memorian) e Joaquim Geraldo
Cáprio da Costa***

Os melhoristas, utilizando os fundamentos genéticos mendelianos, têm realizado verdadeiros milagres no concernente à criação de novas cultivares. Entretanto, não é possível modificar as condições ecológicas do ambiente para uma perfeita interação entre este e as cultivares introduzidas. Vários anos, muita dedicação, esforço e conhecimento científico são necessários para a obtenção de cultivares com características superiores, de alta produtividade, resistência a doenças e pragas, alta inserção das primeiras vagens, resistência ao acamamento e outras características economicamente não menos importantes. Entretanto, todo o trabalho e êxito na obtenção de novas cultivares estarão inteiramente comprometidos se não existir um sistema organizado que leve essas novas cultivares aos agricultores, salvaguardando todas as suas características. Isto significa que as instituições que se dedicam ao melhoramento genético devem estar complementadas por organizações ou serviços que coloquem à disposição dos agricultores sementes com qualidade superior a das cultivares já em cultivo (COSTA; PEREIRA, 2000).

O agricultor que adquire sementes tem o direito de ver garantidos os recursos e o tempo investidos na execução das tarefas de produção que vão da semeadura até à colheita. Assim, após a semeadura, deverão resultar plantas sadias e vigorosas, com características fiéis à espécie e à cultivar. Portanto, não apenas o patrimônio genético da cultivar deve estar assegurado, mas também a pureza física, a qualidade fisiológica e o estado sanitário das sementes.

Uma semente de qualidade, além do potencial genético da cultivar, de suas características físicas e fisiológicas, deverá estar isenta de patógenos – bactérias, fungos, vírus – que afetam a emergência, o vigor da plântula, e constituem-se em focos de disseminação de doenças na lavoura (RAVA et al., 1981).

O feijoeiro comum é hospedeiro de várias bactérias fitopatogênicas, dos gêneros *Xanthomonas*, *Pseudomonas* e *Curtobacterium*, de fungos dos gêneros *Colletotrichum*, *Phaeoisariopsis*, *Macrophomina*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, etc., e de vírus transmitidos pela semente.

Yerkes e Crispin (1955) constataram a não transmissão do organismo causal da antracnose quando a semente infectada foi cultivada em regiões áridas (inverno no Estado de Morelos, México) e a irrigação realizada por infiltração. Navarro (1972), partindo de sementes genéticas de alta qualidade e cultivando-as em Petrolina, PE, com irrigação por infiltração, não constatou a ocorrência de doenças durante o período vegetativo.

Apesar das referências anteriores, existem exemplos bem ilustrativos para não basear a “limpeza” de sementes de feijoeiro comum exclusivamente no plantio em zonas áridas com irrigação por infiltração.

Issa et al. (1964), nessas condições e partindo de semente contaminada com os agentes causais da antracnose e do crestamento bacteriano comum, se bem obtiveram a redução da porcentagem de semente infectada, não conseguiram a total erradicação dos patógenos.

O agente causal do crestamento bacteriano comum, por tratar-se de uma bactéria, necessita de uma fase aquosa contínua desde o exterior da folha até o interior da cavidade subestomática (GOODMAN et al., 1967), a qual é subministrada pela água da chuva ou a irrigação por aspersão. A antracnose se desenvolve com temperaturas entre 13 e 27°C, com um ótimo de 17°C, e o fungo causador da doença esporula abundantemente nas nervuras das folhas, pecíolos, ramos, e principalmente nas vagens. Nestas, no centro das lesões deprimidas, sob condições ambientais favoráveis, forma-se uma massa de esporos de coloração rosada embebidos numa substância gelatinosa. Os respingos da água da chuva ou da irrigação por aspersão dissolvem essa matriz gelatinosa liberando os esporos do fungo, realizando a disseminação a curta distância (RAVA; SARTORATO, 1994).

Com referência à transmissão de doenças, os métodos de irrigação por aspersão são os que apresentam menores vantagens, principalmente por proporcionarem condições altamente favoráveis à disseminação e ao desenvolvimento de doenças da parte aérea. Já a irrigação por sulcos, pode causar o transporte de estruturas de resistência de patógenos (clamidósporos, esclerócios, etc.) de um local para outro. Recentemente, nas várzeas tropicais do Estado do Tocantins, durante a entressafra do arroz, o feijoeiro tem sido cultivado utilizando-se o método de subirrigação, no qual a água é aplicada diretamente sob a superfície do solo, geralmente por meio da criação, manutenção e controle do lençol freático a uma profundidade pré-estabelecida. A água na gleba eleva-se por capilaridade, até alcançar a semente e, posteriormente, as raízes das plantas. O método de irrigação por subirrigação não apresenta as limitações quanto à disseminação de patógenos anotados para os métodos de irrigação por aspersão e por sulcos.

Justificativa para o uso de sementes sadias

Sem as práticas adequadas de rotação de culturas, manejo intensivo da área, preservação de inimigos naturais dos agentes bióticos nocivos às culturas e, principalmente, de sementes sadias, a agricultura sustentável pode ficar apenas no discurso. Isso é fácil de compreender, visto que sementes infectadas demandam agrotóxicos que, geralmente, não são eficazes e, ao mesmo tempo, impossibilitam a potencialização do efeito das demais práticas e insumos utilizados na produção de grãos e fibras. No caso do feijoeiro comum, por exemplo, apenas o uso de sementes sadias pode resultar em aumento

no rendimento em até 45%¹, além de reduzir o uso de agrotóxicos. Em Unaí, MG, o uso de sementes certificadas resultou num aumento médio de produtividade de 20% (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito do uso de sementes certificadas sobre o rendimento de duas cultivares de feijão, em Unaí, MG.

Cultivar	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Grão	Semente
Pérola	2.594	3.119
Valente	2.074	2.447
% incremento	20	

Fonte: adaptado de Lobo Junior (2005).

“Não é possível que para o feijoeiro apenas cerca de 10% da área cultivada utilize semente certificada”. Além disso, essa pequena percentagem pode não se tratar de semente sadia. No Brasil, o uso de sementes certificadas para as diversas espécies graníferas é muito baixo, especialmente na cultura do feijoeiro comum, como é mostrado na Tabela 2 e na Fig. 1.

Tabela 2. Utilização de sementes certificadas, no Brasil, em 2007/2008.

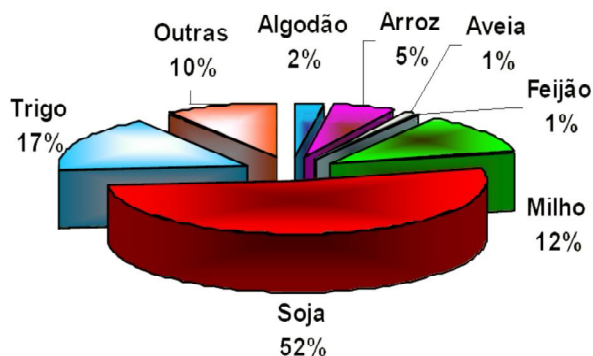
Espécie	Produção sementes		Área plantada grãos		Demanda sementes		Tx. Utili-
	Safras		Safras		safras 07/08		zação sem.
	05/06(t)	06/07(t)	06/07(ha)*	07/08(ha)**	Potencial(t)	Efetiva(t)	Safras07/08
Algodão	12.665	9.189	1.088.700	1.094.400	16.356	7.197	44
Arroz	14.100	11.547	1.814.900	1.673.900	133.912	53.565	40
Arroz irrigado	96.995	15.662	1.152.400	1.250.600	187.590	95.671	51
Aveia	7.495	10.013	321.400	106.100	6.366	2.865	45
Aveia preta	21.220	25.719	-	-	-	-	17
Batata	24.810	29.754	84.250	143.350	286.700	157.685	55
Centeio	447	110	4.300	3.700	333	110	33
Cevada	19.202	21.410	93.300	98.300	14.745	12.091	82
Feijão	21.695	11.763	4.179.400	3.891.600	233.856	30.401	13
Forrageiras temp.	11.264	1.354	-	-	-	-	-
Forrageiras trop.	102.455	121.993	-	-	-	-	-
Milho	250.582	195.511	13.836.800	14.605.400	292.108	242.450	63
Soja	997.957	959.403	20.639.500	21.219.100	1.273.146	687.499	54
Sorgo	12.792	12.190	669.900	148.200	7.482	6.564	88
Trigo	280.847	301.089	1.158.000	1.818.900	254.646	168.066	66
Triticale	11.664	8.060	107.700	94.400	11.328	5.777	51
Total	1.886.196	1.802.953	45.750.550	46.749.950	2.718.566	1.469.961	54

*CONAB - Décimo Levantamento - Julho/2007

**CONAB - Oitavo Levantamento - Maio/2008

Fonte: Miyamoto (2008).

¹ Informação obtida com Marco Antônio Lollato, pesquisador do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), Londrina, PR.

PRODUÇÃO DE SEMENTES SAFRA 06/07**PRODUÇÃO TOTAL = 1,50 MILHÕES DE TONELADAS****Fig. 1.** Produção de sementes safra 2006/2007.

Fonte: Miyamoto (2008).

O uso de sementes sadias é uma das principais ferramentas para a obtenção de bons rendimentos e manutenção da área livre de patógenos. Ademais, o trabalho de melhoramento genético estará inteiramente comprometido se não existir um sistema que leve as novas cultivares até os agricultores, salvaguardando suas características genéticas, fisiológicas e de sanidade. Isso significa que as instituições que se dedicam ao desenvolvimento de novas cultivares devem ser complementadas por organizações ou serviços que coloquem à disposição dos agricultores sementes com excelente qualidade.

Vale ressaltar que a partir da década de 60, quando teve início o processo mais intenso de produção de grãos, elegeu-se como questão incondicional para se obter uma boa colheita, o uso de semente de boa qualidade, principalmente no que diz respeito ao aspecto fitossanitário - "semente sadia". Ao longo dos anos, contudo, esse quesito foi esquecido, dando lugar à prática do tratamento de sementes com vários grupos de defensivos agrícolas, cujo uso, muitas vezes, é desnecessário e/ou abusivo. Alguns desses produtos, inclusive, podem causar sérios danos ao ambiente e às culturas anuais, interferindo negativamente, por exemplo, na fixação biológica do nitrogênio pelas leguminosas, na germinação das sementes e no vigor das plântulas. Isso tem causado, simultaneamente, poluição ambiental, perda de produtividade e aumento nos custos de produção das principais culturas anuais de grãos.

Quando produzidas em ambientes inóspitos, as sementes, principalmente de feijão e soja, podem ser portadoras das mais severas enfermidades. Exemplos disso são os casos de infestação de fungos com origem no solo, como as podridões radiculares por *Rhizoctonia* e *Fusarium*, que ocorrem em boa parte das regiões produtoras do Brasil, e de mofo-branco, bastante generalizado nas áreas irrigadas por aspersão. É oportuno lembrar que o mofo-branco requer medidas drásticas para o seu controle, como várias aplicações de fungicida e/ou manejo diferenciado do solo. Dentre outras doenças foliares, a antracnose, a mancha-angular, a mela ou teia micélica e o crestamento bacteriano comum são também transmitidas pelas sementes. Além do fato de essas doenças serem responsáveis por perdas de produtividade de até 50% e 100%, os custos de controle podem ultrapassar R\$ 500,00 por hectare, dependendo da intensidade de ataque. Assim, praticamente não existe mais semente sadia de feijão no mercado brasileiro, e novas áreas estão continuamente sendo infestadas, agravando o futuro abastecimento devido ao incremento exagerado nos custos de produção relativos ao uso de defensivos agrícolas e à queda no rendimento.

Acrescenta-se a isso que, muitas vezes, o tratamento das sementes infectadas - cuja importância em termos de custo é pouco representativo, mesmo com o uso de mais de um produto - não resulta na eliminação total dos patógenos. Assim, caminha-se para uma demanda cada vez maior no uso de defensivos agrícolas, não só para o tratamento das sementes como também para aplicação foliar.

Ambiente propício para a produção de sementes sadias

Para estudar especificamente o caso da antracnose, foram conduzidos dois experimentos na safra 2002 com o objetivo de determinar a viabilidade da produção de sementes de feijoeiro comum livres de *Colletotrichum lindemuthianum*, em condições de várzeas tropicais. Um experimento foi instalado na Fazenda Barreira da Cruz, no Município de Lagoa da Confusão-TO, utilizando a irrigação por subirrigação, e o outro, na Embrapa Arroz e Feijão, no Município de Santo Antônio de Goiás-GO, com irrigação por aspersão convencional. Cada experimento combinou sementes livres de antracnose e sementes contaminadas, com e sem tratamento químico e pulverizações foliares com fungicidas.

Nos tratamentos que incluíram o controle químico das sementes, foi utilizada a mistura de tiofanato metílico mais

quintozene (70 g + 225 g i.a./100 kg de sementes). Os tratamentos que incluíram pulverizações foliares com fungicidas diferiram entre as duas localidades. Na Embrapa Arroz e Feijão, foram realizadas seis pulverizações: aos 13 DAE, com oxicleto de cobre mais mancozeb (1.260 + 1.600 g i.a.); aos 23 DAE, com carbendazim mais fentin hidróxido (500 g + 200 g i.a.); aos 33 DAE, com pyraclostrobin mais fentin hidróxido (75 g + 200 g i.a.); aos 43 DAE, com carbendazin mais fentin hidróxido (500 g + 200 g i.a.); aos 53 DAE, com pyraclostrobin mais carbendazin (75 g + 500 g i.a.); e aos 63 DAE, com carbendazin mais tebuconazole (500 g + 200 g i.a.). Já na Fazenda Barreira da Cruz, foram realizadas duas pulverizações: aos 15 DAE, com oxicleto de cobre mais mancozeb (1.260 g + 1.600 g i.a.); e aos 30 DAE, com carbendazim mais fentin hidróxido (500 g + 200 g i.a.).

Na Embrapa Arroz e Feijão, quando se utilizou semente livre do patógeno, embora não tenham sido detectadas plantas com sintomas de antracnose, o teste de sanidade das sementes obtidas revelou que as mesmas estavam contaminadas. A presença de inóculo nas sementes pode ser atribuída ao trânsito dentro e entre as parcelas por ocasião da realização das pulverizações foliares. Corroborando com esses resultados, há registros na literatura de que nenhum dos fungicidas aplicados na parte aérea das plantas diminuiu a porcentagem de sementes contaminadas com antracnose.

Já no experimento conduzido nas várzeas do Tocantins, não foi constatada a presença de plantas com sintomas de antracnose nem de sementes contaminadas. Deve-se ressaltar que foram analisadas 9.600 sementes provenientes das parcelas onde foi utilizada semente contaminada, das quais 2.400 provinham de sementes e plantas que não haviam sofrido qualquer tratamento com fungicidas.

Na Embrapa Arroz e Feijão, as duas determinações do número de plantas com sintomas de antracnose foram realizadas aos 30 e 38 DAE, após a segunda e terceira pulverização, respectivamente. Devido ao alto crescimento das plantas, que dificultou a visualização individual das mesmas, não foi possível fazer as determinações após a segunda avaliação.

Os dois experimentos também diferiram quanto à germinação da semente obtida, sendo obtidos valores médios de 57% em Goiás e 91%, no Tocantins.

Os resultados apresentados na Tabela 3 demonstram a influência decisiva do ambiente tanto para o aparecimento de sintomas de antracnose nas plantas como para a obtenção de semente contaminada pelo patógeno. Ao analisar esses resultados, fica evidente que uma nova alternativa para a obtenção de sementes de feijão de alta qualidade sanitária e fisiológica pode ser viabilizada pela produção em várzeas tropicais, com irrigação por subirrigação durante o inverno, juntamente com a utilização das práticas recomendadas para eliminação dos patógenos transmissíveis pela semente, descritas no esquema de produção preconizado pela Embrapa Arroz e Feijão desde 1976.

Tabela 3. Efeito do local de produção, da sanidade, do tratamento de sementes e das pulverizações foliares com fungicidas na porcentagem de plantas com sintomas de antracnose e de sementes contaminadas com *Colletotrichum lindemuthianum*.

Tratamento	Planta com sintomas de antracnose (%)		Semente contaminada com <i>C. lindemuthianum</i> (%)	
	Embrapa Arroz e Feijão (GO)	Fazenda Barreira da Cruz (TO)	Embrapa Arroz e Feijão (GO)	Fazenda Barreira da Cruz (TO)
Semente livre de antracnose				
Tratada mais pulverização foliar	0,00	0,00	0,42	0,00
Tratada mais pulverização foliar	0,00	0,00	0,80	0,00
Não tratada mais pulverização foliar	0,00	0,00	0,67	0,00
Não tratada mais pulverização foliar	0,00	0,00	0,56	0,00
Semente contaminada				
Tratada mais pulverização foliar	1,35	0,00	1,95	0,00
Tratada mais pulverização foliar	0,72	0,00	2,08	0,00
Não tratada mais pulverização foliar	1,07	0,00	0,56	0,00
Não tratada mais pulverização foliar	3,08	0,00	0,63	0,00

Fonte: Rava e Costa (2002).

Entretanto, ainda subsistiam dúvidas quanto a qualidade fisiológica das sementes de feijão produzidas num ambiente com temperaturas tão altas como as prevalentes nas várzeas tropicais do Estado do Tocantins.

Com o intuito de dirimir tais dúvidas, foi conduzido outro estudo, no qual foram comparados três lotes de sementes das cultivares BRS Valente, Jalo Precoce e Carioca produzidas na várzea da Fazenda Barreira da Cruz, no Município da Lagoa da Confusão-TO, com outros três lotes

das mesmas cultivares produzidos na Embrapa Arroz e Feijão, no Município de Santo Antônio de Goiás-GO.

Foi obtida uma estimativa da massa de 100 sementes dos seis lotes mediante a pesagem de cinco repetições de 100 sementes cada uma, corrigidas para 13% de umidade e da massa da matéria seca por plântula. Apesar das condições de altas temperaturas predominantes nas várzeas do TO, a massa das sementes das cultivares mesoamericanas BRS Valente e Carioca foi maior do que a obtida em GO. Entretanto, na cultivar andina Jalo Precoce, o tamanho da semente foi reduzido significativamente, provavelmente por esta ser pouco adaptada às altas temperaturas, já que seu centro de origem é de clima frio (Tabela 4).

Tabela 4. Massa de 100 sementes e da matéria seca de plântulas.

<i>Cultivar/Origem</i>	<i>Massa 100 sementes (g)</i>	<i>Massa de plântulas (mg)</i>
Valente/TO	25,10a	204,00a
Valente/GO	22,91b	183,50a
Jalo Precoce/TO	36,26b	279,25b
Jalo Precoce/GO	39,58a	335,25a
Carioca/TO	27,01a	206,50a
Carioca/GO	22,32b	179,50b

Fonte: Rava et al. (2006).

No tempo zero do experimento (outubro de 2004), a cultivar BRS Valente produzida em GO superou, em média, em 10 pontos percentuais a produzida no TO. Entretanto, todos os tratamentos, com a única exceção da semente produzida em TO e conservada em condições de ambiente (Galpão de Sementes), mantiveram uma porcentagem de germinação superior a 80% durante o período de cinco meses de duração do experimento.

As sementes da cultivar Jalo Precoce produzidas em ambas as localidades apresentaram, no tempo zero, germinação similar. A queda na germinação foi mais rápida e acentuada nas sementes produzidas em Goiás, sendo no terceiro mês de armazenamento inferior a 80% nos dois ambientes, TO e GO. Apenas as sementes produzidas no TO e conservadas a $10 \pm 2^\circ\text{C}$ mantiveram a germinação superior a 80% durante cinco meses.

As sementes da cultivar Carioca produzidas em GO não atingiram o mínimo de 80% de germinação no tempo zero. As sementes produzidas em TO mantiveram a germinação acima de 80% após dois

meses de armazenamento nos dois ambientes e, até o fim do experimento, quando conservadas a $10 \pm 2^\circ\text{C}$.

Estes resultados demonstram também a superioridade da semente produzida nas várzeas tropicais com referência à sua qualidade fisiológica.

Em suma, os requisitos e/ou condições básicas para se produzir semente sadia são mundialmente conhecidos, quais sejam: fazer uso de semente sadia; baixa umidade relativa do ar; ausência de chuvas ou irrigação por aspersão; temperatura média noturna amena; e tratamento fitossanitário adequado.

No Brasil, as várzeas tropicais do Vale do Araguaia, onde a água não é limitante e o clima é seco, sem ocorrência de chuva entre maio e setembro, a irrigação por subirrigação constitui-se no sistema ideal para produzir sementes sadias, com baixo custo, podendo, a curto prazo, tornar-se no mais importante pólo de produção. Além da possibilidade de se obterem altas produtividades, esse ambiente apresenta algumas vantagens adicionais, tais como: a prática de inundação da área no período chuvoso para produção de arroz contribui para eliminar os patógenos do solo, notadamente os aeróbicos; o custo de irrigação é menor; há um grande aproveitamento da umidade residual das chuvas; são raros os registros de ocorrência de doenças foliares; e, pelo fato de a colheita ser feita no final do período seco/início do plantio da safra de verão, o período de armazenamento passa a ser curto ou, muitas vezes, até desnecessário.

A experiência dos autores deste artigo vivenciada nas várzeas do Tocantins desde 1992 - com atuação prática mais freqüente e intensa a partir de 2000 - permite destacar que, nesse período, não há registro de doenças de solo e foliares na cultura do feijoeiro, o que tem se revelado como o diferencial do trabalho de pesquisa realizado naquela região, especialmente porque o mesmo também tem sido verificado em outras culturas lá implantadas - como soja, amendoim, girassol, sorgo, milho, trigo, dentre outras - seja experimentalmente ou em plantio de larga escala.

Referências

COSTA, J. G. C. da; PEREIRA, G. V. Interface entre o fitomelhoramento e a produção de sementes. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Ed.). **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p. 13-24.

GOODMAN, R. N.; KIRÁLY, Z.; ZAITLIN, M. **The biochemistry and physiology of infectious plant diseases**. New York: Van Nostrand, 1967. 353 p.

ISSA, E.; REGIS, J. N. M.; VIEIRA, M. L.; ARAÚJO, J. T. de; MIYASAKA, S. Primeiros estudos para produção de sementes sadias de feijão em regiões áridas do nordeste brasileiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 21-25, 1964.

LOBO JUNIOR, M. Efeito da qualidade e tratamento de sementes a severidade de podridões radiculares em feijoeiro. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. (Ed.). **Resultados obtidos na área pólo de feijão no período de 2002 a 2004**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 18-22. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 147).

MIYAMOTO, Y. **O desafio do agronegócio brasileiro**: incorporar as inovações científicas e tecnológicas disponíveis e fatores de risco do sistema. Trabalho apresentado no XIX Seminário ABMR&: Safra 08/09 - Tendências e Desafios, São Paulo, SP, 2008. Disponível em: <http://www.abmra.org.br/atividades/2008_10_safra/palestras/ywao-miyamoto-abrasem.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2008.

NAVARRO, J. C. Produção de sementes básicas de feijão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1., 1971, Campinas. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1972. v. 2, p. 419-462.

RAVA, C. A.; COSTA, J. C. G. da. Produção de semente sadia. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2002. p. 241-148.

RAVA, C. A., SARTORATO, A. Antracnose. In: SARTORATO, A.; RAVA, C. A. (Ed.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 17-39.

RAVA, C. A.; AIDAR, H.; COSTA, J. G. C. da; KLUTHCOUSKI, J. Sementes infectadas: sustentabilidade das lavouras questionada! **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 115, p. 5-7, set. 2006.

RAVA, C. A.; VIEIRA, E. H. N.; COSTA, J. G. C. da; SILVEIRA, P. M. da. Obtenção de germoplasma de feijão livre de patógenos transmissíveis pela semente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 3, n. 3, p. 135-146, 1981.

YERKES, W. D.; CRISPIN, A. M. Antracnosis del frijol. **Agricultura Técnica en México**, México, DF, v. 2, p. 1-5, dic. 1955.

CAPÍTULO 14

Manejo das Plantas Daninhas

Tarcísio Cobucci

O manejo de plantas daninhas é um componente importante em muitos agroecossistemas, e a definição de plantas daninhas não é tão fácil. Existem várias maneiras de conceituar o que se entende por planta daninha e uma delas diz que “planta daninha é aquela que está fora de lugar”. Por exemplo, em um campo de feijão, plantas voluntárias de milho provenientes de sementes do cultivo anterior são consideradas plantas daninhas.

No agroecossistema, as plantas que crescem sem serem 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 simplesmente baixar sua população. Alguns efeitos benéficos dessas plantas podem ser, por exemplo, a diminuição de erosão, a reciclagem de nutrientes, a formação de cobertura morta e o favorecimento de insetos benéficos. Desta forma, o agricultor deve manejar as plantas daninhas de forma a obter o máximo de benefícios para as culturas e para o meio ambiente. As plantas invasoras são plantas daninhas ou são plantas cultivadas? O manejo de plantas daninhas deve buscar o controle completo dessas espécies? Esses são alguns questionamentos que devem ser feitos antes da determinação do manejo mais adequado, o qual deve partir de algumas premissas: minimizar a competição com as plantas cultivadas; maximizar os benefícios das plantas daninhas no sistema; e minimizar os efeitos nocivos no ambiente.

Aspectos gerais

Por ser o feijoeiro cultivado em diversas épocas do ano, sob diferentes sistemas de cultivo (solteiro e consorciado) e nas mais variadas condições edafoclimáticas, o mesmo pode sofrer interferência de diversas espécies de plantas daninhas. Além disso, por tratar-se de planta de ciclo vegetativo curto, torna-se bastante sensível à competição, sobretudo nos estádios iniciais de desenvolvimento vegetativo. Quando não controladas adequadamente, as plantas daninhas além de competirem por fatores essenciais (água, luz e nutrientes), dificultam a operação de colheita e depreciam a qualidade do produto, servindo, ainda, como hospedeiras intermediárias de insetos, nematóides e agentes causadores de doenças.

O feijoeiro (planta C-3) se desenvolve melhor em temperaturas mais amenas, em torno de 21°C, e apresenta baixo

ponto de compensação luminosa de 150 a 250 J m⁻² s⁻¹ (LAING et al., 1983, citado por COBUCCI et al., 1996), que são valores relativamente baixos (LOPES, 1988), principalmente em comparação com plantas C-4, como o milho e o sorgo, que apresentam taxa fotossintética máxima em níveis de luminosidade três vezes superior aos relatados para o feijão (PORTES, 1988). Nos plantios da "seca" e de outono-inverno, no Centro-Sul, temperaturas mais baixas favorecem o desenvolvimento do feijoeiro, tornando-se mais fácil o controle das plantas C-4, na maioria gramíneas. No período das águas, a ocorrência de altas temperaturas e intensa radiação solar favorecem o desenvolvimento das gramíneas em detrimento do feijoeiro, tornando-se obrigatório iniciar o controle mais precocemente no caso de gramíneas C-4, bem como de outras espécies como a beldroega, carurus e tiririca, sendo esses 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 sobre os estádios fenológicos da planta de feijão, descritos por Fernandez et al. (1985):

V₀ – germinação.

V₁ – emergência.

V₂ - desdobramento das folhas primárias.

V₃ – 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 seguinte.

V₄ – emissão da terceira folha trifoliolada.

A partir deste estágio há um aumento pronunciado do índice de área foliar. Esse estágio de crescimento é considerado um dos mais importantes pois determina o arranque da planta do feijoeiro. Qualquer estresse (hídrico, nutricional, competição com plantas daninhas, fitotoxicidade de produtos químicos) que ocorra nesse estágio poderá prejudicar o desenvolvimento da planta.

R₅ – pré-floração; aparece o primeiro botão floral e o primeiro rácimo.

R₆ – florescimento; abre-se a primeira flor.

Referências práticas evidenciam que o feijoeiro de hábito de crescimento indeterminado deverá atingir o estágio R6 com aproximadamente 20 a 22 folhas expandidas e fotossinteticamente ativas (FANCELLI; DOURADO NETO, 1999).

R₇ – formação de vagens; aparece a primeira vagem, medindo mais de 2,5 cm de comprimento.

R₈ – enchimento de vagens; inicia-se o enchimento da primeira vagem (crescimento da semente); ao final dessa etapa, as sementes começam a perder sua coloração verde e começam a mostrar a cor característica da cultivar; começa o desfolhamento da planta.

R₉ – maturação fisiológica; as vagens perdem a pigmentação e começam a secar; as sementes desenvolvem a coloração típica da cultivar.

Kozlowski et al. (1999) determinaram o período crítico de prevenção da interferência no feijoeiro (FT Nobre) a partir de dois modelos de interferência: inicialmente sujo, em que se manteve a presença das plantas daninhas na cultura do feijoeiro desde a sua emergência até que os diferentes estádios fenológicos fossem alcançados, quando então se fez o controle das mesmas; e, inicialmente limpo, em que se manteve a ausência das plantas daninhas desde a emergência do feijoeiro até os diferentes estádios fenológicos. Os dados foram ajustados a um modelo de regressão logística para a determinação do período crítico de prevenção da interferência (PCPI). Os autores concluíram que o PCPI está entre os estádios V4 e R6. Como mencionado anteriormente, após o estágio fenológico V4, a planta do feijoeiro apresenta uma taxa de crescimento maior ("arranque da planta") e, desta forma, qualquer competição que ocorra nessa época afeta o índice de área foliar, refletindo-se na produção final. A competição após R6 não afeta a produção.

O manejo de plantas daninhas envolve atividades dirigidas para as plantas daninhas (manejo direto) e/ou para o sistema formado pelo solo e pela cultura (manejo indireto). O manejo direto refere-se à eliminação direta das plantas daninhas com uso de herbicidas, ação mecânica ou manual e ação biológica.

No manejo do solo (manejo indireto) se trabalha com a relação sementes ativas e inativas. Neste caso, tem de se aumentar a germinação das plantas daninhas e depois controlá-las, com o uso de técnicas como, por exemplo, a aplicação sequencial de dessecantes. O manejo cultural

se baseia na construção de plantas de feijoeiro 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, velocidade correta de semeadura, manejo de adubação, arranjo espacial das plantas, época adequada de semeadura, dentre outros. A diversificação de cultivos (sucessão ou rotação), em que os restos culturais de um cultivo exerçam efeitos alelopáticos/supressivos sobre a biota nociva do outro, também é importante.

A estratégia de controle das plantas daninhas deve associar o melhor método e o momento oportuno, antes do período crítico de competição. A escolha do método, entretanto, deve estar relacionada às 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, objetivando manter as populações abaixo do nível de dano econômico e com o mínimo de impacto ambiental. Para cada condição edafoclimática, como a topografia do terreno, o tipo de solo ou a precipitação pluvial, como também em função das espécies de plantas daninhas presentes e dos tipos de equipamentos disponíveis, dentre outros fatores, é definido o método, ou a associação de métodos, de controle de plantas daninhas que permita ao produtor maior eficiência, economia e preservação do meio ambiente. A utilização de um único método de controle 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.

No caso do SPD, a maior concentração de sementes de plantas daninhas ocorre próximo à superfície, enquanto nos métodos convencionais de preparo do solo, as sementes ficam distribuídas no perfil do solo (BALL, 1992; CLEMENTS et al., 1996). Assim, o plantio direto tende a acelerar o decréscimo de sementes no solo por indução de germinação ou perda de viabilidade. Plantas daninhas anuais tendem a perder espaço para as perenes no sistema de plantio direto (LORENZI, 1984). No plantio direto ocorrem alterações na física, química e biologia do solo e interferência na penetração de luz, umidade e na temperatura do solo, resultando no parcial esgotamento do banco de sementes. Além disto, a cobertura morta causa impedimento físico à germinação e, durante a decomposição, pode produzir substâncias alelopáticas que atuam sobre as sementes das invasoras (GAZZIERO; SOUZA, 1993). Estudos em Ponta Grossa (CURSO..., 1996) mostraram que a inibição da germinação de sementes de *Brachiaria plantaginea* estava relacionada ao tipo de

cobertura morta. Nesses experimentos, as coberturas provenientes das plantas de canola, nabo forrageiro e ervilhaca, apesar de inicialmente possuírem um bom volume de massa seca, apresentam alta taxa de degradação, facilitando a germinação das plantas daninhas. A cobertura verde como prática de redução de população e competitividade das plantas daninhas no feijoeiro também pode ser utilizada, ainda que o principal objetivo do uso dessa prática seja o melhoramento das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Entretanto, muitas das espécies (*Stilozobium aterrimum*, *Crotalaria juncea*, *C. paulina*, *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Dolichos lablab*, dentre outras) podem inibir o desenvolvimento de certas espécies de plantas daninhas, cujos efeitos persistem após o corte e a distribuição de seus restos vegetais sobre o solo.

Segundo Menezes (1999), nos sistemas com cultivo intensivo, as plantas daninhas constituem fonte de inóculo primário das doenças do feijoeiro, durante a entressafra. Na sua maior parte, os problemas são causados por plantas de folhas largas, ao contrário das gramíneas, que 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 das 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 pousio e adubação verde.

Segundo Kluthcouski et al. (2000), a Embrapa Arroz e Feijão vem pesquisando o consórcio milho e *Brachiaria brizantha*, 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 têm mostrado que com o uso de subdoses de herbicidas nas culturas (milho e soja), com o objetivo de paralisar momentaneamente o crescimento da forrageira, a redução de produtividade da cultura é em torno de 5 a 10%. Tal redução é compensada com sobras, com a produção animal (formação de pasto após a colheita da cultura) e a formação de cobertura morta que contribui para a diminuição do uso de herbicidas, fungicidas e inseticidas no feijoeiro cultivado no inverno.

No cultivo do feijão, a maior quantidade de cobertura morta proveniente do sistema de consórcio contribuiu para a menor emergência de plantas daninhas (Fig. 1, 2 e 3).

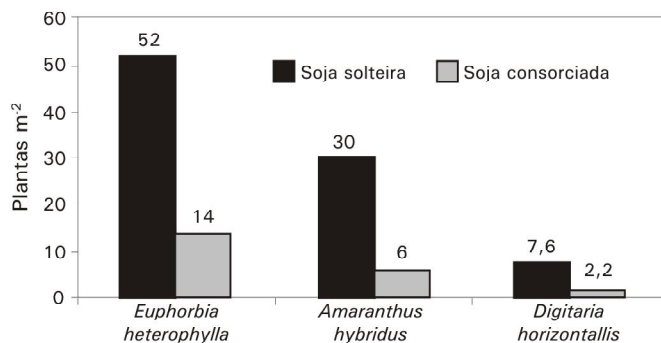


Fig. 1. Número de plantas daninhas m⁻² 15 dias após a emergência do feijoeiro em áreas submetidas à sucessão de soja solteira ou consorciadas com *Brachiaria brizantha*.

Fonte: Cobucci et al. (2001).

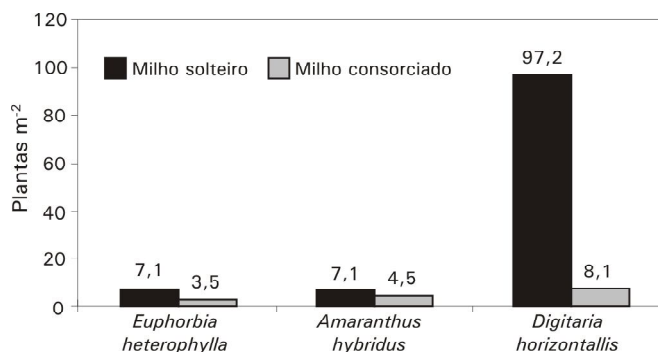


Fig. 2. Número de plantas daninhas m⁻² 15 dias após emergência do feijoeiro em áreas submetidas à sucessão de milho solteiro ou consorciadas com *Brachiaria brizantha*.

Fonte: Cobucci et al. (2001).

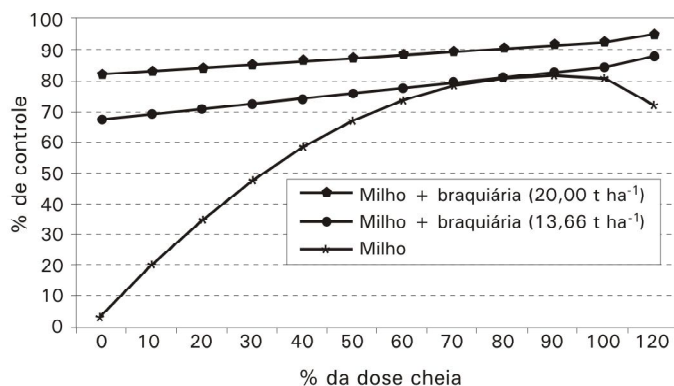


Fig. 3. Controle do leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) na cultura do feijão, 14 dias após a aplicação do herbicida Fomesafem + Imazamox.

Fonte: Cobucci et al. (2001).

Manejo das plantas daninhas com herbicidas

Na cultura do feijoeiro, os herbicidas podem ser aplicados em pré-plantio, pré-plantio incorporado (PPI), em pré-emergência (PE), cuja aplicação é feita após a semeadura e antes da emergência do feijoeiro, e em pós-emergência (POS) do feijoeiro.

Os herbicidas são largamente difundidos e utilizados na agricultura brasileira, dispensando, assim, maiores detalhes sobre as diferentes moléculas recomendadas para o feijoeiro. Contudo, vale ressaltar alguns aspectos importantes no manejo destes, por exemplo:

- Os herbicidas usados em pós-emergência devem ser aplicados quando as plantas daninhas encontram-se no estágio de planta jovem, normalmente com menos de quatro folhas verdadeiras. Essa fase corresponde ao período anterior à interferência, quando as plantas daninhas são mais facilmente controladas. Segundo Victoria Filho (1985), as condições para que haja sucesso na ação dos herbicidas aplicados em pós-emergência são: o herbicida deve atingir o alvo, ou seja, deve cobrir uniformemente a superfície foliar das plantas; deve ocorrer a retenção dos herbicidas na superfície foliar para que o mesmo seja absorvido. Se ocorrer chuva logo após a aplicação poderá haver falhas na atuação do herbicida, daí a necessidade de adição de surfactantes; fatores ambientais como umidade relativa, temperatura, luz, chuva e vento afetam a absorção dos herbicidas, ou seja, a sua passagem pela cutícula e pela parede celular, até atingir o interior da célula.
- As condições do solo representam um fator de grande importância para a eficiência dos herbicidas utilizados em pré-emergência. O 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, tornando-os menos disponíveis para absorção pelas plantas, reduzindo, ainda, sua mobilidade no solo. Estes aspectos são relevantes na determinação da dose a ser aplicada já que, quanto maior os teores de matéria orgânica e de argila, principalmente as de maior atividade (maior CTC), maiores dosagens serão requeridas.
- O teor de umidade no solo relaciona-se com a eficiência de praticamente todos os herbicidas pré-emergentes, sendo a maioria pouco eficiente quando aplicados em solo seco. No caso dos herbicidas pré-emergentes, que necessitam de boa umidade para a distribuição na superfície do solo, a aplicação em solo seco e o retardo de chuvas ou irrigações reduz a eficiência do produto. Com

os herbicidas pós-emergentes alcança-se maior eficiência quando as plantas apresentam elevada atividade metabólica, portanto sem estresse hídrico (COBUCCI et al., 1996).

- A umidade relativa do ar é fator muito importante para a eficiência dos herbicidas pós-emergentes, podendo, quando inferior a 60%, comprometer seriamente a eficiência da maioria dos herbicidas. A baixa umidade relativa do ar, durante ou logo após a aplicação do herbicida, causa desidratação da cutícula, podendo causar redução da 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 ainda à baixa umidade do solo, induz à síntese de cutícula, com aumento da camada lipofílica, dificultando a penetração dos herbicidas.
- 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 volatilização, prejudicando a absorção dos herbicidas. Tanto altas como baixas temperaturas podem causar estresses nas plantas daninhas, interferindo na absorção.
- 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 evitado se, no momento da aplicação, a velocidade do vento não for superior a 8 km h^{-1} .
- A tecnologia de aplicação é um dos fatores mais importantes na determinação da eficiência dos herbicidas. Existem casos em que apenas 0,1% do defensivo agrícola utilizado na agricultura atinge a alvo. No caso dos herbicidas, por tratar-se de alvo fixo, a eficiência deve ser superior. Contudo, é no manejo da aplicação que tanto pode-se aumentar a eficiência dos herbicidas como melhorar a relação benefício/custo. O mecanismo de aplicação dos herbicidas com pulverizadores terrestres e aéreos apresenta limites bem definidos: o pulverizador; as pontas de pulverização responsáveis pela distribuição do produto (bicos); e o alvo sobre o qual o produto deve atuar. Estes aspectos, somados às condições climáticas, irão determinar as características necessárias para que o herbicida atinja o alvo sem excessos e sem agressão ao meio ambiente e ao operador (MAROCHI, 1993). Outros cuidados referem-se a: evitar aplicações quando houver 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) ou quando o solo não estiver bem preparado ou com umidade ideal (pré-plantio incorporado e pré-emergentes); evitar o uso de água barrenta, com grande quantidade de argila em suspensão, evitando prejuízos à ação dos herbicidas; dentre outros.

- Mais recentemente, alguns agricultores iniciaram a aplicação de herbicidas via água de irrigação, método denominado de herbigação. As principais vantagens desse método são: redução dos danos mecânicos ao solo (compactação); propiciar umidade adequada no solo; e economia. A herbigação pode reduzir os custos de aplicação, em relação à aplicação tratorizada, em até 50% (OGG et al., 1983, citado por SILVA; COSTA, 1991). Apesar da importância, são poucos os registros sobre o uso dessa técnica no Brasil. Vale lembrar que a falta de produtos registrados para esse fim (SILVA; COSTA, 1991) e a necessidade de absoluto controle da lâmina de irrigação constituem os maiores entraves à utilização desta técnica. Além disto, esse método se restringe aos herbicidas aplicados ao solo, requerendo lâminas de água variáveis entre 5 e 25 mm, devendo ser tanto menor quanto mais arenoso for o solo, já que o produto pode ser arrastado para perfis abaixo da zona de emergência das plantas daninhas. A solubilidade e o coeficiente de absorção (kd) também influenciam na altura da lâmina de água a ser aplicada (COBUCCI et al., 1996). A aplicação do herbicida através da irrigação é recomendada para produtos pré-emergentes (SILVA; COSTA, 1991), tais como atrazine, alachlor, benefin, bensulide, butylate, chloramben, cyanazina, DCPA, diphenamid, EPTC, ethalfluralina, fluormeturon, imazaquin, metolachlor, metribuzine, oryzalina, pendimethalina e trifluralina.
- A principal característica do Sistema Plantio Direto, no tocante à plantas daninhas, é a sua eliminação antes da semeadura da cultura. Essa operação "chave" substitui as operações de preparo do solo destinadas, dentre outros objetivos, ao controle das plantas daninhas. Essa fase é denominada de manejo ou dessecação e são empregados diversos herbicidas. A maioria das plantas daninhas anuais são de fácil manejo, já as perenes são mais problemáticas, principalmente as gramíneas, a partir de seis meses de germinação. Os principais herbicidas recomendados para o manejo de área em SPD são glifosate e sulfosate. Esses herbicidas causam pouco impacto ao ambiente, já que a degradação pelos micro-organismos ocorre em poucos dias. É fundamental que tais produtos sejam

aplicados quando as plantas estão em pleno desenvolvimento e apresentam boa cobertura vegetal, evitando-se aplicações quando as plantas daninhas encontram-se estressadas, seja por deficiência hídrica ou por baixas temperaturas. Esses produtos podem ser aplicados através de volumes de calda inferiores a 50 L ha^{-1} , prática que otimiza a absorção pelas plantas, devido ao menor escorrimento sobre as folhas. Deve-se evitar aplicação quando houver risco de ocorrência de chuva dentro de um período de até seis horas após a aplicação.

- Segundo Yamada (2006), o efeito do glifosate é maior nas raízes do que na parte aérea das plantas, sendo que ele pode passar da planta-alvo para a planta-não alvo através das raízes. Ele observou que o crescimento do girassol, cultivado em vaso onde havia *Lolium perene* como planta de cobertura, era afetado pelo intervalo de tempo entre a dessecação desta com o glifosate e o plantio de girassol, e quanto menor esse intervalo, menor era o crescimento da planta de girassol. Observou, ainda, que essa redução no crescimento estava relacionada com o aumento de ácido chiquímico nas raízes, induzido pelo glifosate. E o aumento do teor de ácido chiquímico, que mede indiretamente o efeito do glifosate, estava relacionado com o cálcio no solo, que era menor no Arenosol. Ou seja, quanto menor o teor de cálcio no solo, maior a passagem do glifosate da planta-alvo para a planta-não alvo e, conseqüentemente, maior o acúmulo de ácido chiquímico. Assim sendo, deve-se respeitar o tempo de espera de duas a três semanas entre a dessecação e a semeadura de culturas anuais para que as plantas não sofram interferências do herbicida, do efeito alelopático das plantas daninhas, do sombreamento, etc., e tenham um desenvolvimento inicial rápido e vigoroso. Caso o tempo de espera entre a dessecação e a semeadura não seja considerado, a absorção do glifosate remobilizado na rizosfera poderá resultar na diminuição da produção da planta-não alvo. Em experimentos realizados nas áreas de cooperados da COAMO, no Paraná, por exemplo, observou-se que a dessecação realizada 20 dias antes da semeadura da soja e do milho no sistema seqüencial (SIC – sistema integrado de controle de plantas daninhas) resultou num incremento de cerca de 11 sacas ha^{-1} de soja e de $18,5 \text{ sacos ha}^{-1}$ de milho, quando comparada ao sistema aplique-plante.
- Segundo Cobucci et al. (1996), a absorção simultânea de paraquat e diuron pelas plantas daninhas inibe a rápida ação do paraquat, conferindo uma melhor ação do produto sobre as invasoras. Período

de meia hora sem chuva após a aplicação é suficiente para a boa eficiência desses herbicidas. 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 efetivo 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, recomenda-se realizar aplicações seqüenciais acrescentando-se 2,4-D na primeira aplicação. Em função da rápida velocidade de absorção do 2,4-D pelas plantas, o paraquat não prejudica a absorção e a eficiência desse herbicida, sendo os dois produtos compatíveis para aplicação simultânea.

- Quando o 2,4-D for utilizado para dessecação, deve-se observar criteriosamente o período de carência para a semeadura do feijão. Se ocorrerem chuvas acima de 40 mm após a aplicação do 2,4-D, o referido período pode ser reduzido para três a quatro dias, já que o herbicida é facilmente lixiviado para camadas abaixo do nível das sementes.
- A rotação de herbicidas, assim como de culturas, evita o surgimento de planta-problema. Enquanto o glifosate e sulfosate controlam melhor a guanxuma e gramíneas perenes, o paraquat e paraquat + diuron apresentam superioridade no controle da trapoeraba. Desta forma, aplicações seqüenciais com doses reduzidas de glifosate ou sulfosate com ou sem 2,4-D e a aplicação do paraquat alguns dias após, apresenta excelentes resultados no manejo de todas as combinações de plantas daninhas que poderão estar presentes na área. Alguns produtos estão em estudo para substituição do 2,4-D na mistura com glifosate ou sulfosate na dessecação de área: sulfentrazone, 150 g i.a.ha⁻¹ (GAZZIERO et al., 2000), flumioxazin, 20 g i.a ha⁻¹ (SILVA; COBUCCI, 2000) e carfentrazone-ethyl, 20-30 g i.a ha⁻¹ (GARCIA; NASCIMENTO, 2000). Em todos estes casos não há necessidade de período de espera antes do plantio do feijoeiro.
- A capacidade competitiva das plantas daninhas depende muito do momento da emergência em relação ao feijoeiro, de tal forma que, quando se propicia uma germinação mais rápida da cultura e, ocorrendo, também, atraso na emergência das plantas daninhas, a competição será menor (VICTORIA FILHO, 1994).
- Quanto à seletividade dos herbicidas para o feijoeiro, segundo Victoria Filho (1994), ocorre da seguinte maneira: nas aplicações em PPI, além da seletividade fisiológica, as sementes de feijão,

colocadas na camada tratada pelo herbicida, conseguem sair rapidamente dessa camada por possuírem raízes pivotantes. As gramíneas não têm a mesma capacidade devido às raízes serem fasciculadas; nas aplicações em pré-emergência, a seletividade deve-se a um posicionamento no solo e, em muitas situações, está envolvida a seletividade fisiológica; e nas aplicações em pós-emergência, a seletividade é mais a fisiológica, através de mecanismos de degradação que evitam injúrias às plantas. Na prática, problemas de fitotoxicidade de herbicidas podem ocorrer em função da época de aplicação dos mesmos. No estágio V4, em que ocorre o arranque da planta do feijoeiro, é recomendável que não ocorram injúrias na planta, portanto a aplicação de herbicidas deve ser até o estágio V3. Alguns produtos apresentam menor seletividade ao feijoeiro, como o herbicida imazamox (Sweeper), desta forma, o aumento da dose acima da recomendada afeta o rendimento de grãos (Fig. 4). Trabalhos de campo têm mostrado que a mistura de bentazon ao imazamox aumenta a sua seletividade à cultura (Figs. 4 e 5). Ainda não existem trabalhos que explicam os efeitos fisiológicos e bioquímicos desta mistura, entretanto trabalhos de campo evidenciam que, além de diminuir a fitotoxicidade do imazamox, a mistura com o bentazon pode promover um efeito sinérgico, com aumento da produtividade.

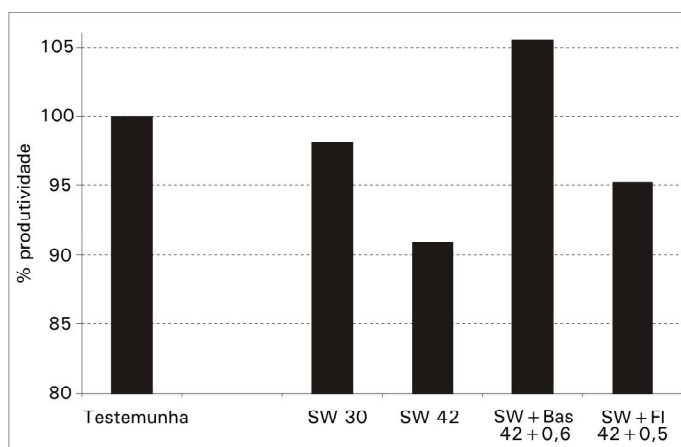


Fig. 4. Médias de 11 ensaios (1995/1998) da produtividade do feijoeiro em função das aplicações de herbicidas, Sweeper (SW) 30 g ha⁻¹ e 42 g ha⁻¹, sweeper + Basagran (SW+Bas) e Sweeper + Flex (SW+FI).

Fonte: Cobucci e Machado (1999).

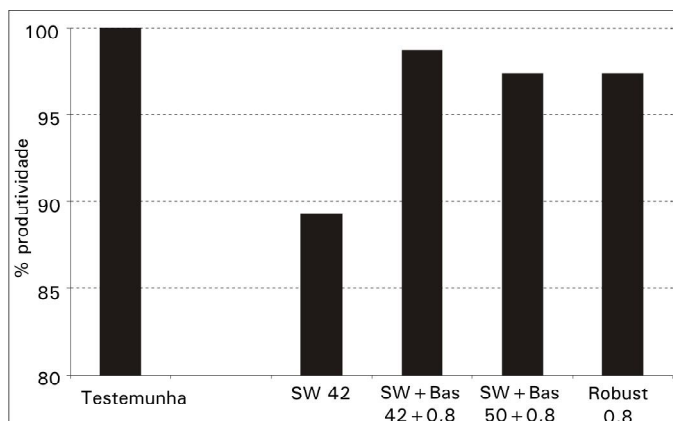


Fig. 5. Médias de 9 ensaios (1999) da produtividade do feijoeiro em função das aplicações de herbicidas, Sweeper (SW) 42 g ha⁻¹, sweeper + Basagran (SW + Bas) e Robust.

Fonte: Cobucci e Machado (1999).

Manejo cultural das plantas daninhas

O controle cultural consiste em utilizar as características inerentes ao feijoeiro e às plantas daninhas, de modo que a cultura leve vantagem sobre estas (FERREIRA et al., 1994). Ainda que o feijoeiro, em virtude de suas características fisiológicas e hábitos de crescimento, apresente reduzida capacidade competitiva com as plantas daninhas, o método cultural é extremamente importante para que se propicie à planta cultivada as melhores condições possíveis para que ela se estabeleça rapidamente na superfície do solo. Considerando a sua reduzida capacidade competitiva, 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 tanto apropriada como homogênea ao longo do sulco de semeadura. Na prática, o espaçamento adequado 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 para a escolha do espaçamento. A redução do espaçamento entre linhas geralmente proporciona vantagem competitiva à maioria das culturas sobre as plantas daninhas sensíveis ao sombreamento (LORENZI, 1994). Para o feijoeiro, as variedades de hábito de crescimento determinado e indeterminado arbustivo devem ser semeadas em espaçamentos menores que o usual de 0,45-0,5 m,

sendo tanto menores quanto menor for a fertilidade do solo ou a adubação utilizada. Para as de hábito de crescimento indeterminado prostrado, pertencentes ao grupo comercial carioca, o mais cultivado no país, o espaçamento pode ser próximo do convencional, levando-se em conta as condições edafoclimáticas. Variedades de feijão tipo IV, hábito indeterminado volúvel, são normalmente cultivadas com espalderamento.

A rotação de culturas, dentre as inúmeras vantagens que proporciona, é praticada como meio de prevenir o surgimento de altas populações de certas espécies de plantas daninhas mais adaptáveis a uma 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 esses 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 sejam bem contrastantes com as do feijoeiro.

Referências

- BALL, D. A. Weed seedbank response to tillage, herbicides and crop-rotation sequence. **Weed Science**, Ithaca, v. 40, n. 4, p. 654-659, Oct./Dec. 1992.
- CLEMENTS, D. R.; BENOIT, D. L.; MURPHY, S. D.; SWANTON, C. J. Tillage effects on weed seed return and seedbank composition. **Weed Science**, Ithaca, v. 44, n. 2, p. 314-322, Apr./June 1996.
- COBUCCI, T.; MACHADO, E. Seletividade, eficiência de controle de plantas daninhas e persistência no solo de imazamox aplicado na cultura do feijoeiro. **Planta Daninha**, Londrina, v. 17, n. 3, p. 419-432, 1999.
- COBUCCI, T.; 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: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 433-464.
- COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Aproveitando-se da planta daninha. **Cultivar**, Pelotas, v. 3, n. 27, p. 26-30, abr. 2001.

CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 1995, Castro. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1996. 377 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia do feijoeiro. In: CARDOSO, J. A.; CORREIA, N. M. (Ed.). **Seminário sobre cultura do feijoeiro**. Uberlândia: UFU, 1999. p. 7-24.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F.; SCHOONHOVEN, A. van (Ed.). **Frijol: investigación y producción**. Cali: CIAT, 1985. p. 61-78.

FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SILVA, J. F. da. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do feijão de outono-inverno. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 178, p. 38-42, 1994.

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: SBCPD, 2000. p. 121.

GAZZIERO, D. L. P.; SOUZA, I. F. de. Manejo integrado de plantas daninhas. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. de M. de (Ed.). **Cultura da soja nos Cerrados**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p. 183-208.

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: IWSS, 2000. p. 134-135.

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

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).

LOPES, N. F. Adaptabilidade fisiológica ao consórcio. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988. p. 375-395.

LORENZI, H. J. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Plantio direto no Brasil.** Campinas, 1984. p. 13-46.

LORENZI, H. J. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional.** Nova Odessa: Plantarum, 1994. 336 p.

MAROCHI, A. I. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: CURSO INTENSIVO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 1993, Castro. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1993. p. 152-178.

MENEZES, J. R. Manejo integrado de doenças e plantas daninhas na cultura de feijão. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Feijão Irrigado: estratégias básicas de manejo.** Piracicaba: Publique, 1999. p. 120-142.

PORTES, T. de A. Ecofisiologia. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988. p. 125-156.

SILVA, J. B.; COSTA, E. F. Aplicação de herbicidas na cultura do milho via irrigação por aspersão. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório técnico Anual da Embrapa-CNPMS 1985-1987.** Sete Lagoas, 1991. p. 89-90.

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: SBCPD, 2000. p. 235.

VICTORIA FILHO, R. Manejo integrado de plantas daninhas no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS DO FEIJOEIRO, 5., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1994. p. 100-111.

VICTORIA FILHO, R. Potencial de concorrência de plantas daninhas em plantio direto. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Atualização em plantio direto**. Campinas, 1985. p. 31-48.

YAMADA, T. Efeito do glifosato na incidência de doenças de plantas. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 116, p. 5-7, dez. 2006.

CAPÍTULO 15

Manejo da Adubação Nitrogenada

Homero Aidar e João Kluthcouski

O nitrogênio é o nutriente que mais limita o desenvolvimento, a produtividade e a biomassa da maioria das culturas (LOPES et al., 2004).

O nitrogênio, que pode ser disponibilizado às plantas e que define o potencial produtivo das culturas, provém do ar atmosférico, no caso da maioria das leguminosas, da matéria orgânica do solo, da reciclagem dos resíduos de culturas anteriores e dos fertilizantes nitrogenados de origem mineral ou orgânica.

Tem sido habitual a recomendação do parcelamento da adubação nitrogenada com o intuito de aumentar a eficiência do nitrogênio ou para prevenir as possíveis perdas por volatilização e, sobretudo, por lixiviação. Por outro lado, são poucos os estudos sobre a época de maior demanda de nitrogênio pelas diferentes espécies vegetais, principalmente as de ciclo anual. São poucas também as informações sobre a relação entre o N x matéria orgânica x micro-organismos x cultura precedente. É possível, portanto, que a suplementação desse nutriente possa estar sendo ministrada tardiamente - nesse caso, com a principal função de melhorar o nível protéico, e não a produtividade das espécies cultivadas, particularmente as graníferas.

Com a evolução na adoção do Sistema Plantio Direto - SPD, assim como nas várzeas tropicais sob qualquer tipo de manejo do solo, é de se esperar um aumento gradativo no teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, da atividade microbiológica dos solos. Isso pode alterar não apenas o ciclo do nitrogênio no solo, tornando-o menos disponível para as plantas, em um determinado período, como também o fluxo de perdas. Assim, na prática, pode-se verificar inúmeros equívocos cometidos na aplicação desse fertilizante, no que diz respeito sobretudo à doses, épocas e método de incorporação, notadamente em solos mais ricos em matéria orgânica. Dessa forma, em alguns casos, a antecipação da adubação nitrogenada em relação às recomendações anteriores ou, até mesmo, em relação à semeadura da cultura, pode ser mais eficiente no que se refere ao aumento da produtividade das culturas graníferas anuais.

Barber (1995), estudando a cultura do milho, verificou que o período de máximo influxo de nutrientes pelas raízes ocorre nos primeiros 20 dias do ciclo da planta, sendo esse influxo sete e 20 vezes menor aos 30 e 50 dias, respectivamente.

Silva et al. (2002) obtiveram a maior produtividade do feijoeiro cultivado sob palhada picada de milho com 60 kg de N ha⁻¹, aplicado na semeadura. Considerando a palhada inteira, a maior produtividade foi obtida com a aplicação de metade da dose de nitrogênio na semeadura e metade em cobertura. Esses mesmos autores concluíram que, sob

SPD após milho, independentemente de a palhada ter sido mantida inteira ou picada, a dose de 60 kg ha⁻¹ de N é a mais adequada para o feijoeiro, aplicada por ocasião da semeadura.

É conveniente, também, lembrar que com o incremento da matéria orgânica do solo e tempo em SPD, o crédito de N do solo pode ser alterado (Fig. 1), exigindo mudanças nas recomendações convencionais de doses de N.

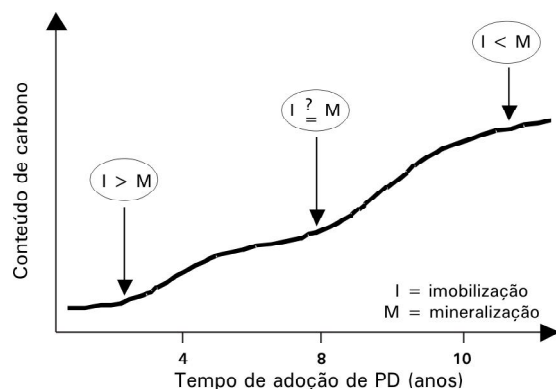


Fig. 1. Aumento da matéria orgânica do solo em função do tempo de Sistema Plantio Direto e influência na mineralização e imobilização de N no solo.

Fonte: Sá (1999).

Em Santa Helena de Goiás, GO, em um Latossolo Roxo de alta fertilidade, mantido sob SPD por mais de duas décadas, foram conduzidos vários experimentos sobre o manejo do nitrogênio no SPD, tendo como cobertura morta a palhada de braquiária (*Brachiaria brizantha*). Os dados apresentados na Tabela 1 evidenciam que, em áreas sob longo período em SPD, o aporte de nitrogênio do solo é bastante representativo, podendo obter-se quase 3 t de feijão ha⁻¹ apenas com a aplicação de 13 kg de N mineral ha⁻¹, proveniente dos 150 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico, aplicado simultaneamente à semeadura. Contudo, a aplicação antecipada do N resultou em aumento significativo da produção de feijão até a dose de 90 kg de N ha⁻¹, sendo mais expressivo até 45 kg. Verificou-se também que, na ausência de N antecipado, a aplicação da mesma dosagem, em cobertura imediatamente após a emergência das plantas, ou seja, 0 DAE, resultou em ganho de rendimento similar comparado à antecipação de sua aplicação. Isso demonstra que, no período inicial de desenvolvimento, o feijoeiro necessita de uma dose de nitrogênio maior que aquela que rotineiramente é aplicada. Entretanto, para a obtenção de produtividades superiores a 4,2 t ha⁻¹, nas condições de terras altas, faz-se necessário complementar o nitrogênio em cobertura, podendo esse ser aplicado, preferencialmente, nos primeiros 10 DAE.

Tabela 1. Efeitos de métodos e épocas de aplicação de nitrogênio sobre o rendimento do feijoeiro, cultivar Pérola, em palhada de braquiária, em Santa Helena de Goiás, GO.

Tratamento ¹	Rendimento (kg ha ⁻¹)					Rendimento médio (kg ha ⁻¹)
	Nitrogênio antecipado ²					
	0	45	45+60 ³	90	135	
Sem cobertura	2.894	3.995	4.075	3.952	3.861	3.755c
0 DAE	4.001	4.189	4.220	4.473	4.132	4.203b
10 DAE	3.315	4.162	5.077	5.455	4.924	4.527a
20 DAE	3.540	3.705	3.821	4.232	4.193	3.898c
30 DAE ¹	3.515	4.123	4.093	4.499	4.268	4.100b
Média ⁴	3.453d	4.035c	4.257b	4.462a	4.275ab	-
CV (%)	7,9					
DMS	204,9					

¹ 45 kg de N ha⁻¹, na forma de uréia.

² Nitrogênio aplicado um dia antes da semeadura, em linhas, na profundidade de 6 cm, tendo a uréia Petrobrás como fonte.

³ Refere-se a 60 kg de K₂O ha⁻¹, além da adubação nitrogenada.

⁴ Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Resultados com a mesma tendência foram também obtidos em solo de boa fertilidade e teor de matéria orgânica de 2,9%, em Cristalina, GO, onde, sem cobertura nitrogenada e sob palhada de braquiária, a aplicação antecipada de 90 kg de N ha⁻¹ proporcionou maior produtividade, não diferindo significativamente, entretanto, da dose de 30 kg de N ha⁻¹ (Tabela 2). Isso evidencia que a demanda de N-mineral pelo feijoeiro é reduzida em áreas mantidas sob SPD, por médio ou longo tempo, e em palhada de braquiária.

Tabela 2. Produtividade média do feijoeiro, cultivar Pérola, em função do manejo da adubação nitrogenada, em palhada de braquiária, no SPD, em Cristalina, GO, 2005.

Época da cobertura (45 kg de N ha ⁻¹) ¹	N antecipado (kg ha ⁻¹) ²				Média ³
	0	30	60	90	
Sem cobertura	2.953 C b	3.519 AB a	3.317 BC ab	3.758 A a	3.387 A
Cob. 10 DAE	3.483 A a	3.507 A a	3.232 A b	3.513 A a	3.434 A
Cob. 15 DAE	3.167 A ab	3.425 A a	3.416 A ab	3.468 A a	3.369 A
Cob. 30 DAE	3.000 C b	3.257 BC a	3.653 A a	3.586 AB a	3.374 A
Média ³	3.151 b	3.427 a	3.404 a	3.581 a	
C. V. (%)	7,6				

¹ Adubação de base: 250 kg da fórmula 5-37-00 ha⁻¹ e 60 kg de K₂O ha⁻¹, na forma de KCl aplicado a lanco.

² Nitrogênio aplicado um dia antes da semeadura, em linhas, na profundidade de 6 cm, tendo a uréia Petrobrás como fonte.

³ Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na horizontal, e maiúsculas na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Na safra de inverno de 2005, em área cujo precedente cultural foi o milho forrageiro, verificou-se uma redução média acentuada no rendimento do feijoeiro (Tabela 3), devido, muito provavelmente, à ausência de palhada

e do efeito positivo da pastagem como cultura antecessora. Entretanto, houve efeito significativo da antecipação e da cobertura nitrogenada.

Tabela 3. Efeito da aplicação antecipada e em cobertura de nitrogênio sobre a produtividade do feijoeiro, cultivar Pérola, após silagem de milho, no SPD. Santa Helena de Goiás, GO. 2005.

<i>Cobertura¹</i>	<i>Dose de nitrogênio (kg ha⁻¹)</i>					<i>Média</i>
	<i>0</i>	<i>30</i>	<i>60</i>	<i>90</i>	<i>120</i>	
Com	2.291aC	2.580aBC	2.356bC	3.239aA	3.174aA	2.728a
Sem	1.888bD	2.302bC	2.507aBC	2.735bB	2.523bBC	2.391b
Média	2.090C	2.441B	2.431B	2.987A	2.849A	-
CV (%)	11					

¹ Cobertura com 45 kg ha⁻¹ de N, aos 10 DAE.

Médias seguidas por letras minúsculas não diferem entre as linhas e, seguidas por maiúsculas, quanto ao nível de N. Teste DMS a 5% de significância.

Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Em condições de média fertilidade, baixo teor de matéria orgânica e, principalmente, em solo com 70% de areia, no manejo convencional do solo, a antecipação do nitrogênio também propiciou aumentos significativos no rendimento de várias cultivares de feijão até a dose de 90 kg ha⁻¹ (Tabela 4), indicando que as perdas de nitrogênio podem não ter sido expressivas nas condições químicas, físicas e de manejo desse solo.

Tabela 4. Efeito da aplicação antecipada de nitrogênio sobre a produtividade de doze cultivares de feijão. Brejinho de Nazaré, TO. 2005.

<i>Cultivar</i>	<i>Dose de nitrogênio (kg ha⁻¹)¹</i>					<i>Média²</i>
	<i>0</i>	<i>30</i>	<i>60</i>	<i>90</i>	<i>120</i>	
Requinte	1.091	1.101	1.564	2.763	2.593	1.822de
Pérola	783	1.205	2.021	2.393	2.196	1.719ef
Pontal	1.400	1.471	2.277	2.442	2.804	2.079bc
Princesa	1.204	1.432	2.245	2.449	2.663	1.999bc
Carioca	1.608	1.617	2.260	2.759	2.531	2.155ab
C. Pitoco	1.676	1.710	2.377	2.752	3.081	2.319 a
Jalo	1.021	1.339	1.590	2.045	2.230	1.645f
Radiante	1.107	1.459	1.973	2.538	2.604	1.936cd
Valente	934	1.353	1.933	2.663	2.724	1.922cd
D. Negro	1.221	1.635	2.284	2.612	2.861	2.123b
Grafite	1.296	1.376	2.040	2.972	2.689	2.075bc
Rudá	1.586	1.962	2.499	2.878	2.599	2.305a
Média	1.244D	1.472C	2.089B	2.605A	2.631A	
CV(%)	14					

¹ Nitrogênio na forma de uréia, aplicada imediatamente antes do plantio. Adubação de base com 200 kg ha⁻¹ de 04-18-08 + micronutrientes.

² Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto ao nível de N, e minúsculas, quanto às cultivares, no nível de 5% pelo teste de Duncan.

Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Nas várzeas tropicais, mais especificamente nos municípios tocantinenses de Lagoa da Confusão e Formoso do Araguaia, em solos classificados como Inceptissolos, o manejo do N na cultura do feijoeiro tem sido objeto de investigação de vários pesquisadores. Santos e Silva (2002), por exemplo, verificaram, em áreas de várzeas no sistema de subirrigação, em Formoso do Araguaia, TO, que os efeitos das doses 0, 40, 80, 120 e 160 kg de N ha⁻¹, em cobertura, aos 25 DAE seguindo as recomendações convencionais, foram lineares, em dois anos, sobre o rendimento do feijão, sendo a produtividade máxima estimada de 2.753 kg ha⁻¹, com 175 kg de N ha⁻¹.

Assim, nas várzeas do Tocantins, a aplicação do nitrogênio, exclusivamente em cobertura, pode resultar em maior retardamento na disponibilização desse nutriente para as plantas, bem como dos demais nutrientes que se encontram no complexo orgânico do solo.

Num outro estudo, em que se comparou o efeito da aplicação antecipada de N combinada com diferentes fontes de fertilizante, constatou-se que, independentemente do fertilizante aplicado, a antecipação do N resultou em um aumento médio de 66% no rendimento de grãos da cultivar de feijão Carioca Precoce (Tabela 5). O efeito da antecipação do N no tratamento em que não se aplicou macro ou micronutriente demonstra a importância do nitrogênio no cultivo do feijoeiro, nas condições de várzeas, evidenciando que esse é o nutriente mais limitante na fase inicial de desenvolvimento da cultura naquelas condições.

Tabela 5. Efeito de fontes de fertilizantes e da antecipação ou não da aplicação do nitrogênio sobre o rendimento do feijão, cultivar Carioca Precoce, em várzea tropical com subirrigação, em Lagoa da Confusão, TO, em 2003.

Fertilizante ¹	Rendimento (kg ha ⁻¹)		Média
	Sem N antecipado	Com N antecipado ²	
Sem adubo	954	2.321	1.638c
04-24-12	1.857	2.996	2.427a
Escória ³	1.505	2.872	2.189b
N3Yoorin S2 ⁴	2.311	2.830	2.571a
Média	1.657	2.755	-
DMS	171,5		
CV (%)	11,4		

¹ Aplicação de 400 kg ha⁻¹.

² Aplicação de 90 kg de N ha⁻¹, na forma de uréia, imediatamente antes da semeadura.

³ Resíduo de siderurgia contendo, principalmente, silício, cálcio e magnésio.

⁴ Fertilizante contendo micronutrientes.

Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Na Fig. 2 são expostos os dados, também, das várzeas tropicais, sobre o comportamento médio das cultivares e linhagens testadas, em relação às doses de N incorporadas imediatamente antes da semeadura. A dose de 90 kg de N ha⁻¹, em pré-semeadura, foi também a mais eficiente para todas as cultivares e linhagens avaliadas, destacando-se a cultivar Carioca.

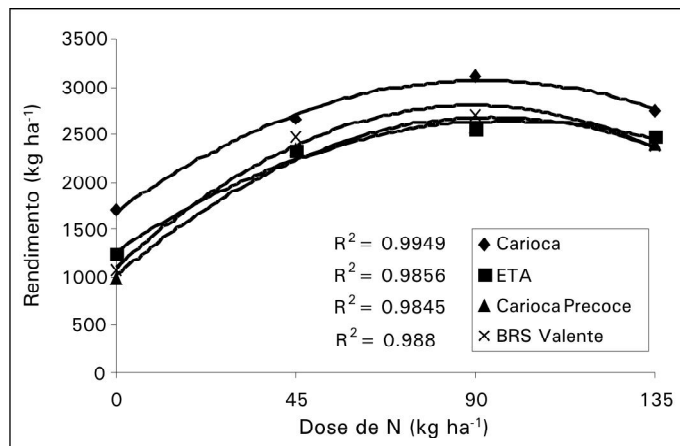


Fig. 2. Efeitos de doses de nitrogênio, aplicadas imediatamente antes da semeadura, sobre a produtividade de cultivares e linhagens¹ de feijão, em várzea tropical, em Lagoa da Confusão, TO, em 2004. Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Os resultados obtidos nos estudos sobre a aplicação de nitrogênio na cultura do feijoeiro permitem inferir que a aplicação de todo o N, por ocasião da semeadura, é a prática mais indicada. Com essa possibilidade, abriu-se a perspectiva de redução do espaçamento entre fileiras de plantas, o que resultará em diminuição do número de tratos culturais na lavoura de feijoeiro, bem como do uso de herbicidas pós-emergentes.

Referências

BARBER, S. A. **Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach.** 2nd ed. New York: J. Wiley, 1995. 414 p.

¹ ETA corresponde a uma mistura de linhagens de feijão preto precoce.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. de A. Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 113, p. 1-24, mar. 2006. Encarte técnico.

LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto**: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004. 110 p.

SÁ, J. C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: SBCS: UFLA, 1999. p. 291-309.

SANTOS, A. B. dos; SILVA, O. F. da. Manejo do nitrogênio. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 207-216.

SILVA, G. de M. e; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Manejo da adubação nitrogenada no feijoeiro irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 1-5, jan./jun. 2002.

CAPÍTULO 16

Manejo da Irrigação

José Aloísio Alves Moreira e Luís Fernando Stone

Pesquisas e revisão de literatura feitas por Moreira e Stone (2006) mostram que, dos vários segmentos da produção agrícola, a irrigação é a maior usuária de água e de energia elétrica. Apesar da grande quantidade de água utilizada, a irrigação representa a maneira mais eficiente e produtiva de se produzir alimentos. Acredita-se que, no futuro, a grande maioria da produção de alimentos será proveniente da agricultura irrigada.

Visto que os principais fatores da produção agrícola irrigada, a energia elétrica e a água, são recursos finitos e têm que ser pagos, a tendência dos custos de bombeamento será sempre crescente. Por isso, para aumentar a rentabilidade do processo de irrigação é necessário produzir cada vez mais grãos por unidade de água aplicada.

A irrigação constitui um processo contínuo, que vai desde a tomada de água até a distribuição da mesma para a cultura. Entretanto, o processo, mesmo contínuo, apresenta duas fases com características próprias e bem definidas: a fase hidráulica e a fase agrícola. Dentro dessas duas etapas é possível estabelecer estratégias de ação com o objetivo de otimizar cada operação, visando a redução dos custos de irrigação e o consequente aumento do retorno econômico.

Na fase agrícola, o requerimento de água pela cultura, em função do percentual de cobertura do solo pela palhada, no Sistema Plantio Direto - SPD, constitui informação importante para os produtores que queiram otimizar o funcionamento dos equipamentos de irrigação.

A semeadura direta de culturas de grãos irrigados por aspersão na palhada é uma prática comum na Região Central do Brasil. Essa é uma alternativa de manejo correto e sustentável de sistemas agrícolas intensivos. O solo no 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 convencional do solo (VIEIRA, 1981; VIEIRA; MUZILLI, 1984). À primeira vista, este comportamento não é favorável para permitir altos índices de infiltração. Porém, no SPD, o solo encontra-se protegido pela cobertura morta, o que aumenta a rugosidade da superfície. Assim, aliando-se o efeito da cobertura ao da maior estabilidade estrutural, a infiltração de água no solo sob SPD tem sido mais elevada que em outros sistemas de preparo, ocasionando menor perda de água por escoamento superficial (ROTH; VIEIRA, 1983). Outra característica hídrica importante do solo sob SPD é o seu maior armazenamento de água. Nas tensões matriciais mais baixas, a

distribuição do tamanho dos poros é altamente correlacionada com o armazenamento de água no solo. Desta maneira, aqueles sistemas de preparo que provocam maior revolvimento do solo e, portanto, aumentam o seu volume, armazenam menos água na camada revolvida em comparação à outra camada idêntica sem revolvimento (VIEIRA, 1981). Aliado ao aspecto armazenamento, fatores como temperatura e cobertura superficial têm garantido ao perfil do solo com menor revolvimento, em muitas situações, maiores conteúdos de água para as plantas (LAL, 1974; VIEIRA, 1981; SIDIRAS et al., 1983; SALTON; MIELNICZUK, 1995). Pode-se deduzir, portanto, que o manejo da irrigação deve ser diferenciado no SPD em relação ao sistema de preparo convencional do solo, principalmente em relação à lâmina total de água e ao intervalo entre irrigações.

O objetivo da irrigação é fornecer água às culturas no momento certo e na quantidade adequada. Com um manejo adequado, um sistema de irrigação deve proporcionar maior eficiência de uso de água, aumentando a produtividade das culturas, diminuindo os custos de produção e, conseqüentemente, proporcionando maior retorno dos investimentos.

No meio rural, a irrigação é responsável pela maior parte do consumo de água e energia elétrica. Muitas vezes, parte da energia utilizada na irrigação é supérflua em razão das perdas de água devido ao manejo inadequado da irrigação. Por não adotar uma estratégia de manejo eficiente, o produtor normalmente irriga em excesso, temeroso que a cultura sofra deficiência hídrica que possa comprometer a produção.

A irrigação em excesso tem como consequência, o desperdício de energia gasta com bombeamento desnecessário de água. Para exemplificar, um milímetro de lâmina de água excedente em uma área irrigada de 100 ha, representa a condução desnecessária de 1000 m³ de água, que pode consumir, dependendo das condições do equipamento, de 3 a 8 kWh de energia elétrica (MAROUELLI et al., 1996). Em estudo mais recente, Carlesso et al. (2003) estimaram em R\$100,00 o custo de aplicação de 1 mm de água em pivô de 100 ha. Deve-se, portanto, manejar racionalmente a irrigação para se definir o momento exato e a quantidade de água a ser aportada na área irrigada para atender às necessidades hídricas das culturas.

São vários os procedimentos que podem ser adotados como critérios para se determinar quando e quanto de água deve ser aplicado em uma cultura. A maioria dos critérios se baseia no estado

da água em um ou mais componentes do sistema solo-planta-atmosfera. De acordo com inúmeros pesquisadores, o ideal seria monitorar o grau de deficiência hídrica na própria planta. Muitos indicadores podem ser utilizados para esse fim - abertura estomática, temperatura de folha, taxa de transpiração, potencial osmótico, potencial de água, entre outros, todos estes são parâmetros que poderiam, com boa precisão, fornecer informações para se estabelecer critérios para quantificar as necessidades de água de uma cultura. Entretanto, para esses procedimentos, os equipamentos são dispendiosos e inacessíveis à maioria dos produtores.

De mais fácil acesso e menos complexas, as medidas do estado da água no solo podem ser usadas para a avaliação das necessidades hídricas das plantas.

Medidas do conteúdo ou tensão da água no solo podem ser utilizadas para avaliar indiretamente a deficiência hídrica de uma cultura. O uso de medidas de tensão da água no solo para o controle da irrigação tem como principal vantagem a possibilidade de extrapolação dos resultados para solos semelhantes com poucas modificações. Isto é possível porque a absorção de água pela planta é realizada em resposta a diferenças de potenciais, que produz, de certa forma, um efeito semelhante na planta independentemente do local considerado (SILVA et al., 1976).

Os critérios baseados em medidas climáticas também fornecem subsídios para estimar as necessidades hídricas de uma cultura. Com base em determinadas variáveis, como a radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e evaporação da água do solo, é possível determinar, por meio de equações empíricas, a evapotranspiração de um cultivo de referência (ET_o) e, com o auxílio de coeficientes apropriados - coeficientes de cultura (K_c), estimar as necessidades hídricas de uma cultura. Para esse fim, também podem ser utilizadas, adicionalmente, medidas de evaporação de uma superfície livre de água, em tanques evaporimétricos, tipo tanque Classe A.

O coeficiente de cultura (K_c) é a relação entre a evapotranspiração da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o). ET_c é a perda de água para a atmosfera por evaporação e transpiração de uma cultura em condições ótimas de desenvolvimento. ET_o é a evapotranspiração ocorrente em uma superfície vegetada com grama batatais, *Paspalum*

notatum Flügge, bem provida de água, em fase de desenvolvimento ativo e com bordadura adequada.

A ETo pode ser estimada por meio de fórmulas empíricas ou por meio de tanques evaporimétricos, dos quais o mais usado é o tanque USWB Classe A.

Quando o tanque Classe A é usado, a evaporação do tanque (ECA) é transformada em ETo por meio do coeficiente do tanque (Kp), que leva em conta as condições meteorológicas reinantes e o meio circundante ao tanque (Tabela 1). Assim:

ETo = ECA x Kp

Tabela 1. Valores do coeficiente de tanque.

Vento (m s ⁻¹)	Posição do tanque R ¹ (m)	Tanque circundado por grama			Tanque circundado por solo nu		
		Umidade relativa média			Umidade relativa média		
		Baixa < 40%	Média 40-70%	Alta > 70%	Baixa < 40%	Média 40-70%	Alta > 70%
Fraco < 2	0	0,55	0,65	0,75	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	0,50	0,60	0,70
Moderado 2-5	0	0,50	0,60	0,65	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	0,45	0,55	0,60
Forte 5-8	0	0,45	0,50	0,60	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	0,50	0,55	0,75
	100	0,60	0,65	0,75	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	0,40	0,45	0,55
Muito Forte > 8	0	0,40	0,45	0,50	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	0,35	0,40	0,45

¹Por R, entende-se a menor distância do centro do tanque ao limite da bordadura.
Nota: Para extensas áreas de solo nu, reduzir os valores de Kp de 20%, em condições de alta temperatura e vento forte, e de 10 a 5%, em condições de moderada temperatura, vento e umidade.
Fonte: Doorenbos e Kassam (1979).

Conhecida a E_{To} , que é obtida pela multiplicação da evaporação do tanque pelo coeficiente do tanque (Tabela 1) a E_{Tc} pode ser calculada por:

$$E_{Tc} = E_{To} \times K_c$$

Para estimar as necessidade hídricas de cultura de grãos, visando o manejo da irrigação, Moreira e Stone (2006) determinaram o K_c para o feijão sob diferentes níveis de cobertura do solo pela palhada, no SPD, no período de outono/inverno, (Fig. 1). Os valores máximos de K_c , para a cultura e níveis de cobertura do solo, ocorreram no período reprodutivo. Observa-se que foram obtidos diferentes valores de K_c para os diferentes níveis de cobertura da superfície do solo. Para o feijão, comparando o valor de K_c , no período reprodutivo, obtido no solo sem cobertura, em torno de 1,25, para o solo com 100% de cobertura, em torno de 1,0, observa-se que a cobertura total do solo pela palhada propiciou economia de água de cerca de 20% (Fig. 1). Isto é, ocorre economia expressiva de água quando o solo é totalmente coberto pela palhada. Sabe-se, entretanto, da dificuldade de se manter, nos sistemas agrícolas tradicionais, o solo totalmente coberto pelos resíduos da cultura anterior.

A palhada atua na primeira fase do processo de evaporação da água do solo, reduzindo a taxa de evaporação devido à reflexão de energia radiante. A taxa de redução depende da magnitude da cobertura morta e da arquitetura e desenvolvimento do dossel da planta cultivada. Assim, quando a palhada é pouca ou é rapidamente decomposta, e a cultura cobre rapidamente o solo, esse benefício não é tão expressivo. Esta é a razão da diferença de comportamento, entre os solos cobertos e descobertos, em relação à eficiência do uso da água. Devido à rápida decomposição dos resíduos com baixa relação C/N em condições de clima tropical, diminuindo seu volume, reduzindo a porcentagem de cobertura do solo e aumentando, em consequência, as perdas de água por evaporação e pelo escoamento superficial, a eficiência do uso da água é menor no SPD à medida que a cobertura morta for menor e/ou não perdurar até o final do ciclo da planta. Moreira et al. (1999) observou que a economia de água começa a ser importante a partir de 50% de cobertura do solo pela palhada, implicando em menor número de irrigações (Fig. 2).

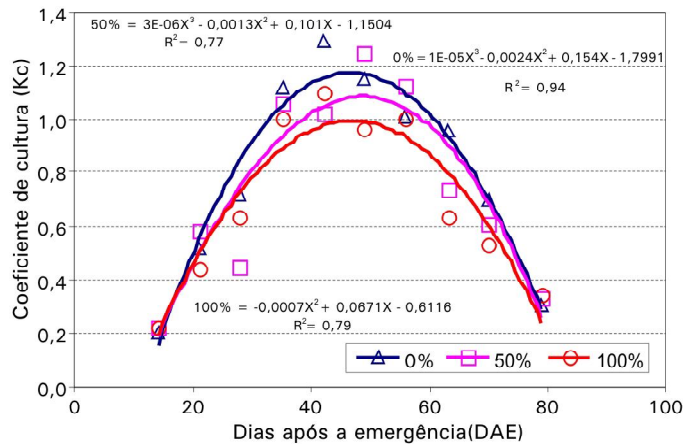


Fig. 1. Coeficientes de cultura do feijoeiro no SPD, em diferentes níveis de cobertura do solo pela palhada.

Assim, sugere-se como alternativa para a produção de palhada objetivando a cobertura total do solo, o Sistema Santa Fé, preconizado pela Embrapa Arroz e Feijão (KLUTHCOUSKI et al., 2003). O Sistema baseia-se na produção consorciada de culturas de grãos, com forrageiras tropicais, como as do gênero *Brachiaria*. Um dos objetivos do Sistema Santa Fé é a produção de palhada em qualidade e quantidade para o cultivo de culturas de grãos irrigadas no período de outono/inverno (Fig. 3).

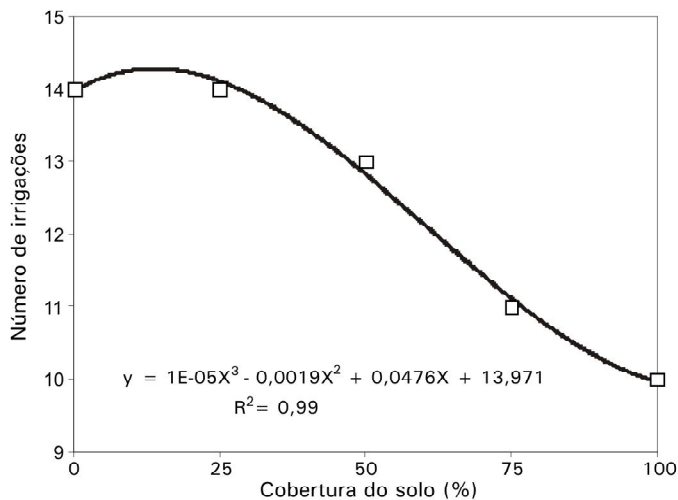


Fig. 2. Número de irrigações, em função da porcentagem de cobertura do solo pela palhada.
Fonte: adaptado de Moreira et al. (1999).



Fig. 3. Biomassa de cobertura morta, na cultura do feijoeiro irrigado, em áreas submetidas à sucessão do milho consorciadas com *Brachiaria brizantha*.

Referências

- CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M. da; ALMEIDA, M. Z. Controle total: o manejo da irrigação usando estações meteorológicas automáticas, computadores e comunicação via Internet garante precisão e menos despesas. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 3, n. 16, p. 20-23, jan./fev. 2003.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212 p. (Estudio FAO. Riego y Drenaje, 33).
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.
- LAL, R. No-tillage effects on soil properties and maize (*Zea mays* L.) production in Western Nigeria. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 40, n. 2, p. 321-331, 1974.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C. e; SILVA, H. R. da. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1996. 72 p.
- MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F. Manejo da irrigação para culturas de grãos no sistema plantio direto: coeficiente de cultura. **Item: Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, n. 68, p. 60-64, 2006.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. **Manejo da irrigação do feijoeiro em plantio direto: cobertura do solo**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em foco, 26).

ROTH, C.; VIEIRA, M. J. Infiltração de água no solo. **Plantio Direto**, Ponta Grossa, v. 1, n. 3, p. 4, 1983.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um podzólico vermelho-escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 313-319, maio/ago. 1995.

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, 1983.

SILVA, E. M. da; PINTO, A. C. de Q.; AZEVEDO, J. A. de. **Manejo de irrigação e fertirrigação na cultura da mangueira**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1976. 77 p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 61).

VIEIRA, M. J. Propriedades físicas do solo. In: IAPAR. **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina, 1981. p. 19-32. (IAPAR. Circular, 23).

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 7, p. 873-882, jul. 1984.

CAPÍTULO 17

Manejo Integrado de Pragas do Feijoeiro

Eliane Dias Quintela

Ao cultivo do feijoeiro pode estar associada uma série de espécies de artrópodes e moluscos, que podem causar reduções no rendimento do feijoeiro que variam de 11 a 100%, dependendo da espécie da praga, da cultivar plantada e da época de cultivo.

Dentre as principais pragas com ocorrência generalizada nas regiões produtoras incluem-se a mosca-branca, as vaquinhas, a cigarrinha-verde e os carunchos. Pragas principais com ocorrência regional incluem-se o ácaro-branco, a larva-minadora, a lagarta das folhas, os tripses, a lagarta-elasma, a lagarta rosca, as lesmas, as lagartas-das-vagens e os percevejos. Como pragas ocasionais e de ocorrência localizada tem-se o ácaro rajado, a bicheira-do-feijoeiro, a broca-das-axilas, a broca-da-vagem, o gorgulho-do-solo e o tamanduá-da-soja.

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) das lavouras compõe-se de um conjunto de práticas tecnológicas e seus efeitos são potencializados sob sistemas que envolvem a sinergia entre plantas, em rotação e sucessão e, sobretudo busca-se o equilíbrio com a natureza, ao otimizar a atuação de inimigos naturais, com o uso mínimo de inseticidas. O MIP é definido como um sistema de manejo de pragas que no contexto associa o ambiente e a dinâmica populacional da espécie, utiliza todas as técnicas apropriadas e métodos de forma tão compatível quanto possível e mantém a população da praga em níveis abaixo daqueles capazes de causar dano econômico (QUINTELA, 2001).

O conjunto de técnicas e processos envolve esforço diferenciado (ex. mão-de-obra treinada) e seus efeitos são cumulativos ao longo do tempo, contribuindo para a sustentabilidade do desenvolvimento da agricultura. Os benefícios são acumulados pela quase ausência de pulverizações, cujos efeitos são danosos à saúde humana e ao ambiente, e pela redução dos custos de produção das lavouras, em qualquer nível.

Tecnologias de manejo integrado de pragas do feijoeiro (MIP-Feijão), se bem implementadas, podem reduzir, em média, 50% a aplicação de químicos, sem aumentar o risco de perdas de produção devido ao ataque de pragas.

Principais Pragas do Feijoeiro

O ciclo da cultura do feijoeiro é completado em 70 a 110 dias, dependendo da cultivar e das condições climáticas. Ao cultivo do feijoeiro podem estar associadas uma série de espécies de artrópodes e

moluscos, que ocorrem na cultura de acordo com a fenologia da planta e devem ser levadas em consideração quando for realizado o monitoramento. Essas espécies são agrupadas em quatro categorias: pragas do solo, pragas das folhas, pragas das vagens e pragas de grãos armazenados. A época de ocorrência vai depender da fase de desenvolvimento da cultura.

Pragas das sementes, plântulas e raízes

As principais pragas pertencentes a este grupo são lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*), lagarta do cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*), lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*) e lesmas (*Sarasinula linguaeformis*, *Derocherus* spp., *Limax* spp. e *Phyllocaulis* spp.).

As pragas de hábitos subterrâneos, por serem difíceis de controlar e pela escassez de informações quanto à biologia, comportamento e interações com o meio ambiente, estão sendo consideradas pragas chaves dentro do sistema de produção de grãos, principalmente no Sistema Plantio Direto (SPD). Como a técnica do SPD dispensa o preparo do solo, perturbando o mínimo possível a sua estrutura física e biológica e mantendo praticamente intacta a cobertura morta composta de resíduos de colheitas anteriores (palhada), sua prática tem favorecido o aparecimento de pragas subterrâneas (lesmas, lagarta rosca, larva alfinete, larva arame e corós).

As lagartas cortadeiras podem causar maiores danos na fase de germinação e no início de desenvolvimento da planta. Após esta fase, o feijoeiro tolera melhor os danos por lagartas. Lavouras de feijão semeadas após a colheita da soja ou milho também têm sido danificadas pela lagarta do cartucho do milho e a lagarta da soja.

Os danos causados pela lagarta do cartucho têm sido confundidos com os da lagarta rosca, devido ao modo semelhante de causar danos ao feijoeiro e pela semelhança entre as lagartas. A lagarta rosca prefere locais mais úmidos e tem aumentado em áreas sob plantio direto, ocorrendo na maioria das regiões produtoras de feijão.

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.

As lagartas cortam as plântulas rente ao solo e podem consumir sementes. O dano causado pelo inseto será maior se houver população elevada de lagartas grandes, provenientes de plantas hospedeiras, na

fase de germinação das plantas. Em plantas mais desenvolvidas, as larvas raspam o caule na altura do solo. Essas plantas mais desenvolvidas podem tolerar o dano por mais tempo, porém murcham e podem sofrer tombamento pelo vento.

Das pragas que atacam as plântulas do feijoeiro, a mais importante é a lagarta elasmô, podendo ser encontrada na maioria das regiões produtoras de feijão do Brasil. Ataca um grande número de plantas, principalmente as gramíneas. Além do feijoeiro, é considerada praga no arroz, milho, sorgo, trigo, soja, tremoço, amendoim e hortaliças. Sua ocorrência está condicionada a períodos de estiagem no início do desenvolvimento da cultura. A lagarta elasmô perfura o caule próximo a superfície do solo (colo) ou logo abaixo e faz galerias ascendentes no xilema, provocando amarelecimento, murcha e morte das plantas. Dano maior ocorre quando as plantas são atacadas na fase inicial de desenvolvimento. Plantas com mais de 20 dias raramente são atacadas. As larvas do 1º e 2º 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 e quando as plantas estão com 10-12 cm de altura e com 2 folhas.

A proliferação de lesmas em culturas anuais, como as leguminosas, tem aumentado significativamente em diferentes regiões do Brasil, principalmente em SPD. As lesmas são muito sensíveis à desidratação e preferem ambientes úmidos e temperatura amena para se desenvolverem, ambiente normalmente encontrado em SPD, devido à maior cobertura do solo pela palhada. No feijoeiro, tem sido observada causando danos em cultivos irrigados no Distrito Federal, Minas Gerais, Goiás e São Paulo. No sul do Brasil, o nabo-forrageiro (crucíferas) e leguminosas têm favorecido a proliferação das lesmas do gênero *Deroceus* spp., *Limax* spp. e *Phyllocaulis* spp.

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 sob SPD. Em hortaliças, o rejeito vegetal, originário do desbaste e raleamento nos canteiros, favorece a concentração de alta população desse molusco.

A maioria dos danos causados pelas lesmas ocorre nas bordas da cultura, perto das áreas mais úmidas, e avança para o interior, especialmente se a vegetação e os restos de cultura oferecerem proteção para as lesmas durante o dia. Com a chegada do período seco e com a colheita do milho e da soja, as lesmas migram para áreas de cultivo de feijoeiro irrigado por aspersão. 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, semelhante à lagarta rosca. Plântulas inteiras podem ser consumidas e dano nas vagens pode ser observado.

Além de causar danos às plantas, as lesmas, em altos níveis populacionais, podem transmitir doenças. O nematóide *Angiostrongylus costaricensis* pode ser transmitido ao ser humano, principalmente crianças, através do muco produzido pela lesma, doença denominada angiostrongilose abdominal. Muitos casos dessa 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 as 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 desfolhadores

Destacam-se neste grupo as vaquinhas (*Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuata*), mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) e lagartas das folhas (*Omiodes indicata*, *Urbanus proteus* e *Pseudoplusia includens*).

As vaquinhas podem causar danos severos ao feijoeiro, em especial quando ocorrem altas populações no início do desenvolvimento da cultura. Ocorrem na maioria das regiões produtoras de feijão e são os principais fatores responsáveis pelo baixo rendimento da cultura em toda a Amazônia.

Os adultos das vaquinhas causam desfolha durante todo o ciclo da cultura, reduzindo a área fotossintética. Os danos mais significativos ocorrem no estágio de plântula, pois podem consumir o broto apical, se ocorrer altas populações de insetos e não houver área foliar disponível, causando a morte da planta. Em outros estádios, o dano é menor, pois vários estudos têm indicado que o feijoeiro pode tolerar níveis consideráveis de desfolha (20-66%) sem que ocorra perda na produção.

Os adultos podem alimentar-se de flores e vagens, quando a incidência de adultos for alta na fase reprodutiva da planta. As larvas alimentam-se das raízes, nódulos e sementes em germinação, fazendo perfurações no local de alimentação. Quando as larvas alimentam-se das sementes, as folhas cotiledonares podem apresentar perfurações semelhantes às causadas pelos adultos. Se o dano na raiz for severo, as plantas atrofiam e ocorre um amarelecimento das folhas basais.

Infestações de mosca minadora têm sido observadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Paraná. A infestação por larva minadora normalmente está limitada às folhas primárias devido à ação de inimigos naturais (parasitóides e predadores). Na maioria das vezes, não há necessidade de utilizar inseticidas para o seu controle e tem se tornado problema sério em áreas em que seus parasitóides são eliminados. Os adultos alimentam-se da exsudação das folhas, através da punctura realizada pelas fêmeas pelo ovipositor. As larvas abrem galerias serpenteadas entre a epiderme superior e a inferior das folhas, formando lesões esbranquiçadas, podendo penetrar nas nervuras. Quando a população de larvas na folha é alta, ocorre redução significativa da área fotossintética, podendo causar murcha e queda prematura das folhas.

A lagarta enroladeira das folhas (*O. indicata*) tem causado danos consideráveis ao feijoeiro devido ao seu difícil controle. Em algumas lavouras de feijão nos estados de Goiás e São Paulo têm se observado desfolha total das plantas por essa lagarta. A *U. proteus*, conhecida como lagarta cabeça de fósforo, pode causar prejuízo ao feijoeiro esporadicamente, dobrando as margens das folhas do feijoeiro e, assim, reduzindo a área fotossintética. A lagarta *P. includens* é conhecida como falsa-medideira, a qual não consome as nervuras das folhas de feijão e a desfolha apresenta um aspecto rendilhado.

Pragas sugadoras e raspadoras

As principais pragas deste grupo são a cigarrinha verde (*Empoasca kraemer*), mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipos A e B), tripses (*Thrips palmi*, *Caliothrips brasiliensis*, *Caliothrips phaseoli*; *Thrips tabaci*), ácaros branco e rajado (*Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus urticae*).

A cigarrinha verde ocorre na maioria das regiões produtoras de feijão no Brasil, mas a época de incidência é variável nas diversas regiões, preferindo clima seco e quente. As ninfas são de coloração esverdeada,

semelhantes aos adultos, não possuem asas e se locomovem lateralmente. Os adultos e ninfas localizam-se normalmente na face inferior das folhas. O dano é causado pelas ninfas e adultos que se alimentam do floema da planta, sugando a seiva, podendo provocar amarelecimento seguido de um secamento nas margens das folhas, reduzindo severamente o rendimento. Uma toxina parece estar envolvida no dano à planta, mas ainda não foi demonstrado experimentalmente. Os sintomas dos danos causados pela cigarrinha caracterizam-se pelo amarelecimento das bordas foliares e pela sua curvatura para baixo. O dano é mais severo quando altas populações da cigarrinha verde ocorrem no início do crescimento do feijão ou durante o seu florescimento. Nesses casos, o inseto pode acarretar perdas acima de 60% em feijão.

Entre as pragas que ocorrem no feijoeiro, as moscas brancas *Bemisia tabaci* biótipos A e B causam enormes prejuízos, principalmente pela transmissão do Vírus do Mosaico Dourado do Feijoeiro (BGMV), estando presentes na maioria das regiões produtoras de feijão (MENTEN et al., 1980; BIANCHINI et al., 1981; ALMEIDA et al., 1984; BIANCHINI, 1993, 1994). O biótipo B foi classificado anteriormente como uma nova espécie denominada *B. argentifolli*, entretanto, em congresso realizado na Itália no ano 2000, os pesquisadores estabeleceram a existência do biótipo B de *B. tabaci*, com base no cruzamento entre raças, descartando a hipótese de uma nova espécie do gênero *Bemisia*. O biótipo B de *B. tabaci* é considerado mais agressivo que o biótipo A devido à maior virulência e à maior resistência aos tratamentos químicos e tem sido a espécie predominante nas lavouras de feijoeiro. Estima-se que um milhão de hectares plantados tradicionalmente com feijão são perdidos na América Latina, principalmente no verão, quando a população do vetor (*Bemisia tabaci*) é alta.

O dano direto causado pela mosca branca, pela sucção da seiva da planta, não causa dano 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. A mosca-branca pode ocorrer durante todo o desenvolvimento da cultura, entretanto tem preferência por plantas mais jovens e a população tende a diminuir com o crescimento do feijoeiro. No caso do vírus do mosaico dourado, os danos são mais significativos

quanto mais jovem a planta for infectada e, após o florescimento, as perdas devido ao vírus são reduzidas. As plantas infectadas precocemente (até os 20 dias de idade) podem mostrar grande redução no porte, vagens deformadas, sementes descoloridas, deformadas e com massa reduzida.

Várias espécies de tripes ocorrem na cultura do feijoeiro, havendo atualmente uma predominância do *Thrips palmi*. No Brasil, desde a data de sua primeira coleta no Estado de São Paulo em 1992, o *T. palmi* vem causando danos em várias hortícolas, incluindo o feijoeiro. Sua rápida dispersão e estabelecimento foram favorecidos por suas características biológicas e pela resistência a um grande número de produtos químicos. As condições favoráveis ao desenvolvimento dos tripes são temperaturas elevadas e baixa umidade. Os danos por espécies de tripes são decorrentes da alimentação das ninfas e adultos nas folhas e flores. As folhas inicialmente apresentam pontos brancos na face superior. Pontos prateados surgem na superfície inferior das folhas, resultantes da entrada de ar nos tecidos dos quais os tripes se alimentaram. Com o tempo, os tecidos mortos necrosam, ficam bronzeados ou ressecam e tornam-se quebradiços. Brotos foliares e botões florais quando atacados tendem a atrofiar. Pode também ocorrer uma queda prematura dos botões florais e vagens, se a população de tripes for alta.

A ocorrência do ácaro branco tem aumentado significativamente no feijoeiro, principalmente no plantio de inverno e da seca. O ácaro rajado tem sido observado no plantio de inverno, em áreas onde se plantou anteriormente o algodão ou sorgo.

Os adultos e ninfas dos ácaros escarificam o tecido vegetal e alimentam-se da seiva que é extravasada. Em altas infestações, o ácaro branco ataca as vagens que ficam prateadas e, posteriormente, bronzeadas e retorcidas.

Pragas das hastes e axilas

Pertencem a este grupo a broca das axilas (*Epinotia aporema*) e o tamanduá da soja ou bicudo da soja (*Sternechus subsignatus*).

A broca das axilas ocorre esporadicamente no feijoeiro e é mais comum em regiões em que se cultiva soja. O ataque geralmente inicia-se pelo ponteiro das plantas. As larvas penetram no caule, através das axilas dos brotos terminais do feijoeiro, e formam uma galeria descendente, onde ficam abrigadas. Elas unem os folíolos com uma teia e podem alimentar-se do caule ou dos ramos da planta, podendo

causar sua quebra e favorecer a entrada de patógenos. No broto atacado, a larva pode alimentar-se do tecido foliar, causando o desenvolvimento anormal ou a sua morte. O inseto também pode alimentar-se de flores e vagens do feijoeiro.

O tamanduá tem como hospedeiro preferencial as leguminosas como a soja, feijoeiro, lab-lab e o guandu. No feijoeiro, tem causado danos na Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e região Sul do Brasil. Os adultos atacam os pecíolos e a haste principal, desfiando os tecidos ao redor da haste. As larvas desenvolvem-se no interior das hastes, abrindo galerias em seu interior, que podem provocar a quebra e muitas vezes a morte das plantas. Se o ataque acontecer no início do estágio vegetativo, ocorre a morte da planta e diminuição da população de plantas, podendo acarretar perda total da área infestada. Em plantas mais desenvolvidas, se o desenvolvimento da galha ocorrer na haste principal, a planta pode se quebrar pela ação do vento ou das chuvas.

Pragas das vagens

As principais pragas deste grupo são o percevejos dos grãos (*Neomegalotomus parvus*, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildini* e *Euschistus heros*) e a lagarta das vagens (*Maruca testulalis*, *Etiella zinchenella* e *Thecla jebus*).

A espécie *Neomegalotomus parvus* tem aumentado significativamente em lavouras de feijão, com ocorrência em São Paulo, Minas Gerais e Goiás. Infestações por percevejos, como o *Nezara viridula*, *Piezodorus guildini* e *Euschistus heros*, comuns à lavoura de soja, vêm aumentando de intensidade a cada ano na cultura do feijão.

Os percevejos possuem alta capacidade de causar danos e, mesmo em baixas populações, causam danos significativos às vagens, alimentando-se diretamente dos grãos desde o início da formação das vagens. Os grãos atacados ficam menores, enrugados, chochos e mais escuros. Além dos danos diretos no produto final, os percevejos prejudicam também a qualidade das sementes, reduzindo o poder germinativo e transmitindo a mancha de levedura provocada pelo fungo *Nematospora corylli*, o que causa depreciação acentuada quanto à classificação comercial do produto. No Rio Grande do Sul, as perdas causadas à produção por infestações naturais de *Nezara viridula* foram avaliadas em cerca de 30% e, ainda, reduziu o poder germinativo das sementes. As perdas causadas por *Piezodorus guildini* são inferiores, atingindo 8,5 a 16% para populações de 2 e 4 percevejos por três plantas, respectivamente.

As lagartas das vagens eram consideradas pragas secundárias no feijoeiro, por não apresentarem ataques frequentes em todos os anos. Entretanto, a ocorrência dessas lagartas tem aumentado nas lavouras de feijão nas regiões do Sul e Centro-Oeste do Brasil. As lagartas alimentam-se das vagens e dos grãos, destruindo os grãos em formação. As perfurações nas vagens favorecem a entrada de saprófitas e depreciam o produto final, pela presença de excrementos e grãos danificados.

Pragas dos grãos armazenados

São representantes deste grupo de pragas os carunchos (*Zabrotes subfasciatus* e *Acanthoscelides obtectus*).

As duas espécies de carunchos são cosmopolitas, ocorrendo em todos os países que cultivam o feijoeiro. O *Zabrotes subfasciatus* ocorre nas regiões mais quentes dos trópicos, enquanto que o *Acanthoscelides obtectus* é o principal caruncho do feijoeiro nas regiões temperadas de clima ameno.

Os carunchos causam danos aos grãos devido às galerias feitas pelas larvas, destruindo os cotilédones, reduzindo a massa da semente e favorecendo a entrada de micro-organismos e ácaros. Ocorre também um aquecimento dos grãos. Também afetam a germinação da semente pela destruição do embrião. Além disso, depreciam a qualidade comercial dos grãos devido à presença de insetos, ovos e excrementos.

Manejo Integrado de Pragas no Feijoeiro

Com a expansão da área cultivada do feijoeiro sob irrigação, o cultivo sucessivo (por ex. soja, feijoeiro) e intensivo das áreas (por ex. milho safrinha), bem como o uso intensivo de inseticidas químicos, favoreceram o aumento de pragas nas culturas. Com o aumento das pragas, o uso de inseticidas tem sido constante e muitas vezes indiscriminado, aumentando o custo de controle e tornando-o mais difícil e complexo. Em muitos casos, esse controle é realizado com base em calendário (normalmente em pulverizações semanais) ou pela presença do inseto, mesmo que a população esteja abaixo do nível de controle. Existe, também, uma tendência a superestimar o dano do inseto. O uso constante, e muitas vezes indiscriminado de inseticidas, ocasiona invariavelmente reduções da população de organismos benéficos, fazendo com que o agricultor fique cada vez mais dependente dos produtos químicos. Além disso, a praga desenvolve resistência aos

inseticidas, ficando muito difícil de ser controlada, obrigando o agricultor a mudar de produto, aumentar a dose ou até mesmo misturar ou usar produtos mais tóxicos.

Para auxiliar os produtores e técnicos na tomada de decisão em relação ao controle de pragas do feijoeiro, a Embrapa Arroz e Feijão está implementando o MIP-Feijão, para que o controle das pragas seja feito de forma racional e econômica. O MIP-Feijão leva em consideração o reconhecimento das pragas que realmente causam danos à cultura, a capacidade de recuperação das plantas aos danos causados pelas pragas, o número máximo de indivíduos dessas pragas que podem ser tolerados antes que ocorra dano econômico (nível de controle), e o uso de inseticidas seletivos de forma criteriosa. Desta forma, espera-se produzir feijão mais eficientemente, minimizando os custos, diminuindo o impacto ambiental dos produtos químicos e garantindo a sobrevivência dos inimigos naturais das pragas (insetos benéficos).

A tecnologia do 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 3.030,7 kg ha⁻¹ (Tabela 1). 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% (Tabelas 2 e 3).

Tabela 1. Área plantada, número de pulverizações e custo de controle em áreas conduzidas de acordo com o manejo integrado de pragas e de acordo com o produtor, no plantio de milho, em Santa Helena de Goiás, GO, em 2000.

<i>Cultivar</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Número de pulverizações</i>	<i>Produtividade (kg/ha⁻¹)</i>	<i>Custo de controle (R\$) (Produto + aplicação)</i>
MIP- Feijão				
Pérola	58	3	3.650	76,92
Pérola	18	2	2.823	46,04
Pérola	20	2	3.231	46,04
Pérola	20	2	2.419	46,04
Média		2,2	3030	54,00
Área do Produtor				
Pérola	90	7,3	2.989	350,40
Redução média	-	5,1	-	296,40

Fonte: Quintela (2001).

Tabela 2. Cultivar, área plantada, produtividade, número de pulverizações e custo de controle em áreas conduzidas de acordo com o manejo integrado de pragas e de acordo com o produtor, no plantio de julho/agosto, em Cristalina, GO, em 2001.

<i>Cultivar</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Número de pulverizações</i>	<i>Produtividade (kg/ha⁻¹)</i>	<i>Custo de controle (R\$) (Produto + aplicação)</i>
MIP-Feijão				
Pérola	75	1	2.905	46,50
Carioca Precocinho ¹	55	0	2.053	0,0
Média	-	0,5	-	23,30
Área do Produtor				
Pérola	75	5,0	2.850	215,70
Redução média	-	4,5	-	169,20

¹Cultivar do produtor

Fonte: Quintela (2001).

Tabela 3. Cultivar, área plantada, número de pulverizações, produtividade e custo de controle em áreas conduzidas de acordo com o manejo integrado de pragas e de acordo com o produtor, no plantio de outubro, em Gameleira de Goiás, GO, em 2001.

<i>Cultivar</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Número de pulverizações</i>	<i>Produtividade (kg/ha⁻¹)</i>	<i>Custo de controle (R\$) (Produto + aplicação)</i>
MIP-Feijão				
Pérola	35	0	2.368	0,0
Pérola	11	0	2.981	0,0
Média	-	0,0	-	0,0
Área do Produtor				
	39	2,0	2.104	76,55
Redução média	-	2,0	-	76,55

Fonte: Quintela (2001).

Passos para a realização do MIP-Feijão

Para que o manejo integrado das pragas possa ser efetuado com eficiência, é imprescindível o conhecimento das pragas do feijoeiro, seus danos e os inimigos naturais que podem ocorrer na lavoura. A amostragem dos inimigos naturais auxiliará o produtor na tomada de decisão quanto ao controle das pragas. Detalhes sobre os passos para a realização do MIP são descritos por Quintela (2001).

Amostragem das pragas e dos 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 cinco ha, devem ser realizadas quatro amostragens; em lavouras de até dez ha, efetuam-se cinco amostragens; em lavouras de até 30 ha, deve-se amostrar seis pontos; em lavouras de até 50 ha, são amostrados oito pontos; e, nas de até 100 ha, recomenda-se amostrar dez pontos. O caminhar na lavoura para amostragem das pragas deve ser feito de forma que represente o melhor possível a área total, normalmente em “zigzag”. Em áreas maiores que 100 ha, recomenda-se dividir as áreas em talhões menores. Se a diversidade e a população de inimigos naturais for elevada e a população da praga estiver próxima ao nível de controle, é aconselhável aguardar 3-4 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.

Deve-se amostrar as plantas em 2 m de linha até o estádio de 3-4 folhas trifolioladas. Para isso, marcam-se 2 m na linha de plantio, amostrando da seguinte forma para cada praga ou dano: a) pragas de solo - anotar o número de plantas mortas; b) vaquinhas, mosca branca, cigarrinha verde e inimigos naturais - amostrar as folhas na parte superior e inferior; c) ácaro branco - verificar a presença de sintomas de ataque nas folhas da parte superior da planta. Outras pragas e danos devem ser amostrados da seguinte forma: a) desfolha - amostragem visual do nível de desfolha, em área de raio igual a 5 m, centrada no ponto de amostragem; b) larva minadora - amostrar o número de larvas com lupa de aumento em dez folhas trifolioladas/ponto de amostragem, não considerando o ataque nas folhas primárias; c) tripes - bater vigorosamente as plantas presentes em 1 m de linha em placa branca/ponto de amostragem; d) lesmas - em locais de ataques de lesmas, contar as lesmas em 1 m²/ponto de amostragem. Após o estádio de 3-4 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. O pano deve ser inserido cuidadosamente entre duas filas de feijão, para não perturbar os insetos e os inimigos naturais presentes nas plantas. As plantas devem ser batidas vigorosamente sobre o pano para deslocar os insetos e inimigos naturais. Anota-se na ficha de levantamento de campo os insetos caídos no pano. Nessa etapa, também devem ser anotados os níveis de desfolha, os números de tripes, lesmas, larvas minadoras e a presença de sintoma de ataque do ácaro-branco, como descrito anteriormente.

Forma de amostragem no estágio de florescimento e de formação de vagens

Nesses 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: 1) verificar a presença de sintomas de ataque do ácaro-branco nas folhas na parte superior da planta, na área da batida de pano; 2) contar os percevejos que estão na parte superior da planta e mover cuidadosamente as plantas para observar os percevejos que estão nas partes mediana e inferior das plantas; 3) após amostragem dos percevejos, bater vigorosamente as plantas sobre o pano de batida e contar os insetos e os inimigos naturais caídos no pano; 4) amostrar visualmente as vagens quanto à presença de lagartas; 5) próximo à área amostrada, amostrar visualmente os tripses nas flores, coletando 25 flores/ponto de amostragem. Os resultados das amostragens devem ser anotados nas fichas de amostragem para as pragas, tripses nas flores e inimigos naturais (Fig. 1).

Tomada de decisão

Para saber qual o momento adequado para efetuar o controle com inseticidas é necessário consultar a Tabela 4, que mostra os níveis de controle para as principais pragas do feijoeiro. Para facilitar a consulta a campo, esses níveis estão inseridos na última coluna da ficha de amostragem para as pragas. Esses níveis estão amparados por uma boa margem de segurança, de forma que a sua utilização cuidadosa permitirá a aplicação de inseticidas somente quando houver necessidade, sem que ocorra perda na produção.

Escolha dos inseticidas

Se o nível para o controle da praga for 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, como descrito por Quintela (2001).

Manejo integrado de pragas do feijoeiro em áreas de incidência da mosca-branca

Devido à importância da mosca-branca como transmissora do vírus-do-mosaico dourado do feijoeiro (VMDF), o seu manejo deve ser

PRAGA OU DANO		Pontos de amostragem										Total	Média	Nível de controle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Plantas mortas														2 plantas cortadas ou com sintomas de murcha
Vaquinhas														20 insetos/pano ou em 2 metros de linha
Desfolha														50% fls. Primárias 30% antes floração 15% após floração
Mosca branca														Não determinado
Minadora														1 a 2 larvas vivas/folha, não considerar folhas primárias
Cigarrinha verde														40 ninfas/pano ou em 2 metros de linha
Tripes														100 tripes em 1 metro 3 tripes/flor
Ácaros	Branco 													6 plantas com sintomas e presença do ácaro
	Rajado 													
Lesmas														1 lesma/m ²
Percevejos														2 percevejos/pano
Lagartas da vagem														20 vagens atacadas em 2 metros de linha
Outros insetos														

Fig. 1. Ficha de amostragem de pragas do feijoeiro.

Tabela 4. Níveis de controle para as principais pragas do feijoeiro.

<i>Pragas ou Dano</i>	<i>Estádio de Desenvolvimento do Feijoeiro</i>	<i>Nível de Controle</i>
Plantas mortas	Na fase vegetativa	Duas plantas cortadas ou com sintomas de murcha em 2m de linha
Vaquinhas	Até formação de vagens	20 insetos/pano ou em 2 m de linha
Desfolha	Folhas primárias	50% de desfolha
	Antes da floração	30% de desfolha
	Após floração	15% de desfolha
Minadora	Fase vegetativa	Uma a duas larvas vivas por folha. Não considerar as folhas primárias
Cigarrinha verde	Até floração	40 ninfas/pano ou em 2 m de linha
Tripes	Até floração	100 tripes em 1 metro; 3 tripes/flor
Ácaros	Até formação de vagens	Seis plantas com sintomas e presença dos ácaros
Lesmas	Até a maturação fisiológica	Uma lesma/m 2 ou 1 lesma armadilha/noite
Percevejos	Formação das vagens até a maturação fisiológica	Dois percevejos grandes/ pano de batida
Lagartas da vagem	Formação das vagens até a maturação fisiológica	20 vagens atacadas em 2 m de linha

realizado de acordo com a época de cultivo. Em áreas com histórico de alta incidência do mosaico-dourado e no cultivo do feijão da “seca” (janeiro a abril), desde que a mosca-branca esteja presente na área amostrada, seu controle deve ser feito da semeadura até o estágio de florescimento, com tratamento de sementes e complementado com pulverizações semanais. Normalmente, 4-5 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 se fazer o controle da mosca-branca, pois os danos causados pelo VMDF são pouco significativos, não justificando o controle do vetor. No cultivo 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. Nestas épocas de cultivo, geralmente, as populações da mosca-branca são menores, pois não ocorrem culturas de soja e algodão, que multiplicam essa praga, ou essas lavouras não estão em final de ciclo.

Quintela (2001) relata que 20 cultivares de feijão semeadas em novembro não apresentaram o VMDF. Em dezembro, houve incidência da virose aos 45 dias (fase da planta em que a virose causa danos pouco significativos), enquanto em janeiro e fevereiro, constatarem 100% de infecção. No cultivo de inverno, observou-se, em três safras, que o

rendimento do feijoeiro nas áreas tratadas com inseticidas foi semelhante às áreas das testemunhas (sem inseticidas) e foi mínima a ocorrência de plantas com a doença. A semeadura em épocas menos propícias à disseminação do vírus, isto é, quando a população do vetor é mais baixa, é importantíssima prática cultural para o controle do VMDF. A definição de épocas de cultivo e/ou regionalização da época de semeadura do feijoeiro tem reduzido significativamente as perdas por transmissão do vírus-do-mosaico-dourado pela mosca branca. Por exemplo, no Paraná, perdas de 100% observadas na produção do feijão durante a safra da seca foram reduzidas para valores pouco significativos, principalmente pela regionalização da época de semeadura da cultura. Na República Dominicana, observou-se que o vírus-do-mosaico-dourado não foi detectado em várias espécies de plantas daninhas e concluiu-se que o feijoeiro é a fonte primária de inóculo do vírus. Desta forma, um período de sete semanas sem cultivo de feijão foi determinado pelo governo desse país e as perdas devidas ao vírus-do-mosaico-dourado foram reduzidas significativamente. Portanto, o problema com a transmissão do vírus pela mosca branca poderia ser diminuído significativamente se fosse realizada a regionalização do plantio do feijoeiro, evitando-se o plantio da "seca" (janeiro a março).

Adoção da Tecnologia MIP - Feijão

Diagnóstico realizado por Teixeira et al. (2006), em 70 propriedades, totalizando 56 mil hectares, da região sudoeste de Goiás, nos Municípios de Santa Helena de Goiás (12), Rio Verde (33), Montividiu (13) e Jataí (12), em propriedades caracterizadas por grandes extensões de áreas de cultivo da soja, milho, alguns plantios de feijão, mostrou que apenas um pequeno contingente de agricultores adotam a tecnologia do MIP.

Dos 70 entrevistados, 68 responderam que cultivam soja, 39 cultivam milho e 9 cultivam o feijoeiro, em três épocas de cultivo.

A adoção do MIP pelos produtores foi considerada quando eram realizadas amostragens periódicas das pragas e seus inimigos naturais, através de preenchimento de fichas de campo e na utilização de níveis de controle para cada praga.

Quando questionados sobre presença de insetos nas lavouras e seu controle, 50% dos entrevistados revelaram ter algum conhecimento sobre a tecnologia MIP, mas somente um produtor utiliza parcialmente a tecnologia. Entretanto, a maioria dos produtores (89,7%) manifestou que gostaria de implementar a tecnologia do MIP em suas fazendas.

As principais razões para a não adoção das práticas (do MIP) são apontadas: a necessidade de funcionário treinado (47,14%); o

agricultor realiza o controle químico preventivo das pragas (22,86%); consideram o MIP de difícil adoção, por questões econômicas (27%); ou por insegurança e falta de orientação (25,7% dos casos), outros 14,3% dos agricultores se dizem sem preparo para mudar ou acham muito difícil (4,3%).

O cultivo do feijão, diferentemente da soja e do milho, que aparecem no sistema em rotação, é em geral isolado e aparece na amostra em um número reduzido de nove propriedades, ou 13% do total. Na amostra selecionada, as áreas com irrigação representam 37% dos plantios de feijoeiro.

O uso de tecnologias melhoradas na cultura do feijoeiro, apesar do limitado número de produtores na amostra, parece mais intenso pela presença de importante contingente de áreas irrigadas, cujo sistema tem características que o tornam mais exigente.

Observou-se, no conjunto dos agricultores, altos e crescentes níveis de utilização de inseticidas, ao todo chegando a 27 no último ano e com média de 4,8 aplicações por cultivo, o que é expressivamente maior que para a soja e o milho.

Observam-se níveis também expressivos de uso de sementes tratadas no cultivo de feijão, sendo de apenas 22% o índice de agricultores que não o fazem.

Considerações Finais

A tecnologia do MIP-Feijão se enquadra na demanda da sociedade por uma agricultura em que haja maior respeito ao meio ambiente e que resulte na colheita de produtos com menos resíduos químicos. O controle de pragas nas culturas deve ser abordado no seu todo, através do entendimento do sistema de produção, especialmente em relação ao desenvolvimento da planta, ao conhecimento biológico das pragas e de suas interações com a cultura e o ambiente, às relações de custo e benefício e aos efeitos em relação à saúde pública e qualidade do ambiente. O monitoramento (amostragem) dos elementos do ecossistema, como por exemplo as pragas, os seus inimigos naturais e outros fatores que limitam a sua população, é fator determinante para o sucesso do manejo integrado de pragas.

Quando houver um maior entendimento do ecossistema a ser manejado e dos processos naturais que limitam a população da praga nas diversas culturas que estão inseridas no ambiente de produção, estar-se-á

dando um passo fundamental em direção à sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola. A estratégia do MIP se resume ao “uso de medidas de controle de redução dos danos da praga para níveis toleráveis através da combinação de várias técnicas, incluindo o controle biológico natural (predadores, parasitóides e patógenos), plantas resistentes, controle cultural e físico e, quando necessário e apropriado, o uso de produtos químicos”.

Referências

- ALMEIDA, L. D. de; PEREIRA, J. C. V. N. A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; COSTA, A. S. Avaliação de perdas causadas pelo mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 9, n. 2, p. 213-219, jun. 1984.
- BIANCHINI, A. Controle do mosaico dourado do feijoeiro no Paraná. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993. p. 181.
- BIANCHINI, A. Novas linhagens de feijoeiro resistentes ao vírus do mosaico dourado e cultivares recomendadas para o controle da virose. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, p. 329, ago. 1994. Suplemento, ref. 387. Edição dos Resumos do XXVII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Itajaí, SC, ago. 1994.
- BIANCHINI, A.; HOHMANN, C. L.; ALBERINI J. L. Distribuição geográfica e orientações técnicas para prevenção do mosaico dourado do feijoeiro no Estado do Paraná. **Informe da Pesquisa**, Londrina, v. 5, n. 42, p.1-3, dez. 1981.
- MENTEN, J. O. M.; TULMANN NETO, A.; ANDO, A. Avaliação de danos causados pelo vírus do mosaico dourado do feijoeiro (VMDF). **Turrialba**, San José, v. 30, n. 2, p. 173-176, abr./jun. 1980.
- QUINTELA, E. D. **Manejo integrado de pragas do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 46).
- TEIXEIRA, S. M.; QUINTELA, E. D.; FERREIRA, S. B.; GUIMARÃES, W. F. F.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Adoção de tecnologias na agricultura em Goiás - o caso do Manejo Integrado de Pragas (MIP). **Conjuntura Econômica Goiana**, Goiânia, n. 9, ago. 2006. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/sepin/pub/conj/conj9/07.htm>>. Acesso em: 22 dez. 2008.

CAPÍTULO 18

Manejo Integrado de Doenças do Feijoeiro Comum

Murillo Lobo Junior

Os sistemas produtivos de cultivo do feijoeiro comum foram submetidos a diversas mudanças tecnológicas nas últimas décadas, de intensidade variável conforme a região, as quais foram responsáveis por mudanças drásticas nas relações planta x patógenos x ambiente x micro-organismos. Tais mudanças permitiram um salto do potencial produtivo da cultura de 500 kg ha⁻¹ para mais de 5.000 kg ha⁻¹ desde a década de 60 até este início de século XXI, porém, em muitos casos sem a redução proporcional dos riscos conhecidos ao cultivo dessa espécie.

Entre as principais mudanças tecnológicas que afetaram a incidência e severidade de doenças estão a semeadura direta, os cultivos em safrinha e sob irrigação, a adoção em larga escala de poucas cultivares, todas suscetíveis aos patógenos que habitam o solo. Entre os antigos problemas do feijoeiro comum permanecem o uso de grãos próprios em 90% dos cultivos, que perpetuam uma série de doenças de importância econômica no campo e que comprometem o sucesso de inovações tecnológicas. Portanto, o controle de doenças requer a combinação de práticas já consagradas e outras de desenvolvimento mais recente, as quais compõem o manejo integrado de doenças (HALL; NASSER, 1996). A seguir, estão as práticas consideradas imprescindíveis para o controle de doenças do feijoeiro comum.

Uso de Sementes de Qualidade

A obtenção de 100% de plantas homogêneas em cada gleba é o primeiro passo para a obtenção de altas produtividades e da segurança da produção do feijoeiro comum. Os patógenos têm papel decisivo neste momento. A semeadura de sementes infectadas com patógenos da parte aérea como *Colletotrichum lindemuthianum* (antracnose) e *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (crestamento bacteriano comum) pode gerar epidemias de difícil controle no início da cultura, e a necessidade de um maior número de pulverizações com aumento de custos.

Os riscos de baixo rendimento do feijoeiro comum por doenças, em sua maioria transmitidas por sementes, e por outros fatores, têm pressionado produtores e técnicos a aumentar o uso de sementes como tecnologia para controle preventivo de doenças, redução de custos e prática necessária para a obtenção de altas produtividades. Os riscos de epidemias são relacionados, em parte, com a escassez de sementes de qualidade no mercado em todas as

regiões produtoras, especialmente onde há concentração de plantios em área e/ou mais de uma safra anual. O risco de ocorrência de doenças em larga escala aumenta proporcionalmente à medida em que o plantio intensivo do feijoeiro comum é feito com grãos infectados e condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de vários patógenos.

A antracnose é uma das doenças mais importantes para o feijoeiro comum afetando, em todo o mundo, as cultivares suscetíveis estabelecidas em localidades com temperaturas moderadas a frias e alta umidade relativa. A doença apresenta ampla distribuição no Brasil e causa maiores danos nos principais estados produtores da cultura. Os danos ocasionados pela doença são tanto maiores quanto mais precoce for o seu aparecimento na lavoura e podem ser da ordem de 100%, quando são semeadas sementes infectadas sob condições de ambiente favorável à doença.

Mesmo em outros países, a antracnose e outras doenças foliares são limitantes à produção do feijoeiro quando são usadas sementes infectadas. A porcentagem de sementes infectadas é determinante da severidade da antracnose durante o desenvolvimento da cultura, pois o inóculo secundário produzido é proporcional à quantidade de inóculo inicial (PEREIRA et al., 2002). Por essas razões, o uso de sementes saudáveis e protegidas é sempre recomendado nos programas de manejo integrado de doenças ou de boas práticas para a condução de lavouras.

O tratamento de sementes é a última oportunidade para a obtenção de sementes “livres” de patógenos. Vantagens e metodologias utilizadas para obtenção e proteção de sementes de qualidade foram discutidas na literatura (MENTEN, 1991; COSTA; SILVA, 1999). Por diversas razões, as dificuldades para adoção dessas práticas de modo integral permanecem em evidência, o que colabora para a dependência de fungicidas e baixas produtividades, muito aquém do potencial produtivo da espécie.

Assim como outras doenças foliares, a antracnose é uma doença policíclica (o patógeno multiplica-se por várias vezes em um único ciclo da cultura). Portanto, iniciar uma lavoura com sementes infectadas com *C. lindemuthianum* acarreta na provável alta dependência de controle químico, no risco de se ter uma lavoura potencialmente já comprometida desde o seu início e que provavelmente irá gerar novas sementes infectadas.

O controle químico da antracnose, por meio do tratamento das sementes, somente será efetivo se destruir o inóculo alojado

internamente na mesma. Esse tipo de controle só se alcança com os fungicidas sistêmicos, que são absorvidos durante o processo de embebição das sementes no solo. Entretanto, quando o patógeno está alojado no endosperma, a erradicação de 100% do inóculo ainda é muito difícil pelos fungicidas atualmente disponíveis. Os resultados apresentados na Tabela 1 são um exemplo das taxas de controle alcançadas pelo tratamento de sementes e também podem variar conforme a cultivar e o isolado que está infectando as sementes.

Tabela 1. Número de plantas infectadas e porcentagem de germinação de sementes após tratamentos com fungicidas para o controle de *Colletotrichum lindemuthianum* inoculado em sementes de feijão cultivar Carioca.

Produto/formulação/dosagem (g ou mL/ 100 kg sementes)	Número de plantas com antracnose	Germinação (%)
Benomyl PM (50)	0,09 a	97,50 a
Quintozene PM (262,5)	3,50 b	99,00 a
Benomyl PM (50) + Quintozene PM (225)	0,00 a	99,33 a
Carboxin + Thiram PM (105+105)	0,00 a	96,84 a
Carboxin + Thiram SC (70+70)	0,09 a	98,67 a
Thiram PM (105)	4,08 b	97,17 a
Difeconazole SC (10)	5,25 b	97,87 a
Fludioxonil SC (10)	4,25 b	97,17 a
Tolyfluanid PM (100)	3,08 b	97,84 a
Pencycuron + Tolyfluanid PM (60+150)	4,00 b	97,17 a
Carbendazin SC (50)	0,00 a	99,00 a
Testemunha	13,67 c	88,67 b
C.V.(%)	26,35	6,36

Fonte: Rava e Sartorato (1996).

No caso de patógenos que possuem variabilidade, como *C. lindemuthianum*, é comum encontrar vários patótipos em uma mesma região ou estado, introduzidos por sementes. O transporte a longas distâncias de patótipos de *C. lindemuthianum* causa ainda problemas de difícil solução, como a quebra da resistência de cultivares, reduzindo a eficiência do controle genético, entre as opções importantes para o manejo integrado de doenças.

A utilização de cultivares que apresentem resistência aos principais patótipos do agente causal da antracnose é, sem dúvida, o método mais prático e econômico de controlá-la. O processo de melhoramento e lançamento de novas cultivares resistentes demora

vários anos e, a durabilidade da resistência de uma cultivar dependerá da aplicação de medidas complementares de controle que contribuam para diminuir a pressão de seleção no patógeno. A antracnose encontrava-se controlada no estado de São Paulo, entre 1980 e 1990, com o uso de sementes saudáveis (ITO et al., 2003). Com a introdução de sementes infectadas provenientes de outras regiões, danos consideráveis têm ocorrido anualmente e a doença persiste até o presente como fator limitante à produção em algumas regiões desse estado.

Cultivar anualmente o feijoeiro iniciando-se lavouras com a semeadura de grãos também é uma opção de alto risco para a introdução de novos patógenos com importância epidêmica, novas raças fisiológicas ou patótipos que dificultam ainda mais o manejo de doenças no campo, e que podem ser prevenidas com o uso de sementes saudáveis. A obtenção de sementes saudáveis, por sua vez, começa na sua produção, em condições que são claramente diferentes das utilizadas para a produção de grãos.

Nas semeaduras da estação chuvosa (safra “das águas”) prevalecem doenças da parte aérea transmitidas pelas sementes, que se disseminam rapidamente causando desfolha e grandes perdas na produção, como a antracnose e o crestamento bacteriano (ITO et al., 1997). As semeaduras “das águas” concentram a grande maioria das lavouras conduzidas por pequenos e médios produtores, onde doenças foliares podem exigir uma série de pulverizações, principalmente na presença de cultivares suscetíveis. Contudo, mesmo em regiões com histórico de antracnose, as pulverizações de fungicidas podem ser desnecessárias quando é feita a semeadura de sementes certificadas e saudáveis. Já no caso de grãos próprios infectados com *C. lindemuthianum*, várias pulverizações podem ser necessárias para controle da antracnose, como condicionante à obtenção de maiores produtividades, demonstrando que o uso de sementes certificadas e saudáveis permite a diminuição do número de pulverizações necessárias para o controle da antracnose. Mesmo com um custo maior para adquirir semente de melhor qualidade, a economia na aplicação de fungicida compensa o investimento feito com a compra de sementes.

A detecção de *X. axonopodis* pv. *phaseoli* é outro exemplo claro de dificuldades para detecção de patógenos em sementes, pois podem ocorrer epidemias do crestamento bacteriano a partir de uma semente infectada em uma amostra de 10.000. A inspeção de campos de produção também pode ser dificultada, pois os sintomas do

crestamento bacteriano em folhas podem ser expressos apenas acima de 5×10^6 UFC/20 cm² de área foliar (WELLER; SAETTLER, 1980a, 1980b). Abaixo dessa densidade é possível que a bactéria passe por todo o ciclo do feijoeiro sem ser notada e atinja as sementes por meio de populações epifíticas, em plantas assintomáticas que, sob condições favoráveis, podem causar epidemias praticamente incontroláveis. Como alternativa, vários métodos que empregam técnicas de biologia molecular podem sobrepor as dificuldades atuais, e no futuro poderão ser validados e incorporados à rotina de detecção de patógenos e ao controle de doenças transmissíveis por sementes.

Tratamento de Sementes

As opções de controle de doenças são obviamente reduzidas quando há queda de preços do feijão, e então são sentidas de forma muito pior as consequências da semeadura de sementes de baixa qualidade. Conforme apresentado na Tabela 2, investir em sementes de boa qualidade e no tratamento com fungicidas sintéticos funciona como um seguro para a lavoura, que aumenta muito as chances de produtividades mais altas e retorno econômico. As informações apresentadas a seguir mostram em semeaduras com duas cultivares, as diferenças entre a produção do feijoeiro comum causadas por podridões radiculares (*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* e *Rhizoctonia solani*), de acordo com a origem e tratamento químico de sementes, considerando o preço de R\$60,00 para a cultivar Pérola (grãos tipo “carioca”) e R\$75,00 para a cultivar Valente, de grãos pretos (Tabela 2).

Estudos também quantificaram as vantagens do uso de sementes de qualidade e por poucas gerações esse material pode ser multiplicado até perder suas características ideais de sanidade, germinação e vigor (LOLLATO, 1999). Quando se utilizam sementes básicas ou certificadas pode ocorrer aumento de 20% de produtividade em comparação com a semeadura de grãos, sendo todos submetidos ao tratamento com fungicidas antes da semeadura. Quando se suprime o tratamento de sementes, essa diferença pode chegar a 40%, com a redução no número de vagens por planta.

De modo geral, sementes de cultivares do grupo andino – manteigão – são as mais suscetíveis às podridões radiculares e perdem mais rapidamente o seu vigor do que as do grupo meso-americano. O tratamento de sementes não restaura o vigor das sementes, mas no caso de materiais mais suscetíveis e com vigor incerto, faz certamente a diferença na hora de se conduzir uma lavoura.

Tabela 2. Produtividade e rendimento econômico do feijoeiro comum 'Pérola' e 'Valente', em cultivo irrigado por pivô central, de acordo com a origem e o tratamento de sementes (TS). Unaí - MG, 2004.

Tratamento	Cultivar			
	Pérola		Valente	
	Grão	Semente	Grão	Semente
Sem TS*	2594 Aa	3119 Ba	2074 Ab	2447 Ab
Com TS	3562 Ab	3454 Aa	2778 Aa	3090 Aa
Diferença (kg/ha)				
Com TS – Sem TS	968	335	704	643
Diferença (R\$/ha)				
Com TS – Sem TS	1048,60	362,92	880,00	696,58

*TS = Tratamento de sementes com fludioxonil 200 mL / 100 kg sementes.

Letras minúsculas comparam os tratamentos fungicidas dentro de grão do produtor ou semente certificada.

Letras maiúsculas comparam grão do produtor e semente certificada dentro de cada tratamento fungicida.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Lobo Junior (2005).

Para a situação prevalente, é sempre recomendável fazer o tratamento de sementes com fungicidas, que pode erradicar os fungos aderidos ao tegumento e controlar grande parte daqueles que podem infectar o endosperma ou embrião. A proteção de plantas nos seus estádios iniciais é outro benefício de grande valor promovido pelo tratamento de sementes, necessário também para garantir a formação de um estande com população de plantas uniforme. Portanto, há uma ótima relação entre custo/benefício nessa prática.

Como a proporção de sementes infectadas aumenta em um lote obtido sob condições favoráveis às doenças, a adoção de padrões de tolerância mais rígidos em relação à presença de patógenos importantes em sementes é justificada. A baixa proporção de patógenos no lote pode causar uma falsa impressão de boa qualidade de sementes. Porém, se considerarmos a presença de 0,5% de sementes infectadas por um patógeno policíclico como *C. lindemuthianum*, sob condições favoráveis há inóculo inicial para causar uma epidemia da doença. Neste caso, em um estande de 250.000 plantas por hectare, poderia haver já no início da lavoura uma proporção de mais de uma planta infectada por metro quadrado. Sabendo-se que as plantas doentes podem disseminar o patógeno da parte aérea para as plantas vizinhas, e que esse ciclo ocorre várias vezes durante o ciclo da cultura, toda a lavoura pode ser tomada pela doença causando prejuízos severos. Em um lote com 5% de sementes infectadas por *C. lindemuthianum*, a incidência da antracnose chegou a quase 100% de plantas doentes ao final do ciclo da cultura.

Mais recentemente, a exploração de várzeas tropicais no estado do Tocantins tem trazido novos rumos à produção de sementes de qualidade, sob custos acessíveis (SOARES et al., 2005). A atividade microbiana superior em quatro vezes à observada em solos de Cerrado, além da inundação das várzeas para cultivo do arroz dificultam o desenvolvimento de patógenos de solo. Além disso, a irrigação por subsuperfície (ou subirrigação) durante a semeadura na estação seca dispensa a aspersão, e a ausência de molhamento foliar por longos períodos inibe o desenvolvimento de patógenos da parte aérea.

Mesmo com a semeadura de sementes infectadas, nesse ambiente pode-se colher sementes saudáveis. A produção de sementes de feijão em várzeas tropicais é economicamente viável mesmo com a distância até as regiões tradicionais de cultivo de feijão. Esse sistema abre a perspectiva de produção em volume suficiente para o abastecimento de muitas regiões com sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária.

Plantio Direto sobre Palhada de Braquiárias

A adoção em larga escala da semeadura direta é um dos exemplos mais notáveis de mudanças impactantes nos sistemas de cultivo do feijoeiro comum, por alterar o manejo da fertilidade do solo, o controle de plantas daninhas, a conservação de solo e água, além da própria semeadura, que substituiu o uso de arados e grades pela adubação e semeadura sem o revolvimento do solo. Todas essas alterações trouxeram vários benefícios ao feijoeiro comum e a outras culturas envolvidas nos sistemas de produção, divididos entre conservação ambiental, redução de custos e aumento de produtividade.

A semeadura direta mal executada pode causar problemas fitossanitários ao feijoeiro comum e outras culturas, principalmente quando for realizada com solo compactado e/ou não se obedecer a um esquema racional de rotação de culturas. É o que se observa, em inúmeros cultivos do feijoeiro comum, que pode ser atacado por um complexo de doenças causadas por patógenos que habitam o solo. Este complexo é formado por doenças como o mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), as podridões radiculares e a murcha causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*.

Mesmo com várias inovações incorporadas a diferentes sistemas de produção nas últimas décadas, os danos causados por espécies como *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia*

sclerotiorum persistem pela alta agressividade dos patógenos, ausência de resistência genética disponível e sobrevivência no solo em estruturas de resistência, mesmo sem a presença de suas hospedeiras. Como consequência, é comum ocorrer podridões e murchas de difícil controle, que podem causar até 100% de perdas na produção.

As monoculturas e as rotações curtas do feijoeiro comum com outras espécies anuais sob semeadura direta causam o acúmulo de isolados patogênicos de *F. solani* ou *F. oxysporum*. Esse aumento rápido da densidade de inóculo ocorre mesmo em rotações curtas com plantas não-hospedeiras, pois se sabe que espécies de *Fusarium* são excelentes colonizadoras da rizosfera e da palhada de espécies não suscetíveis, como o milho e o sorgo. As correlações entre incidência de murcha-de-fusário e a estimativa do número de propágulos de *Fusarium* spp. no solo aumentam com as semeaduras consecutivas de cultivares suscetíveis à murcha-de-fusário (TOLEDO-SOUZA, 2006).

Sabendo-se das facilidades dos patógenos em se estabelecer no solo e das limitações de várias práticas culturais que limitem ou previnam as doenças causadas pelos patógenos do solo, é essencial reconstruir o solo para o manejar de modo sustentável a longo prazo. Por isso, as práticas e os sistemas de manejo que favoreçam a recuperação da qualidade do solo têm sido cada vez mais valorizados. Práticas culturais que reduzam a densidade de inóculo de patógenos, recuperem a matéria orgânica, a microbiota benéfica e a estrutura do solo, com o aumento da diversidade da microbiota favorecem a recuperação da qualidade do solo e, conseqüentemente, diminuem os problemas e danos causados por fitopatógenos do solo (LOBO JUNIOR et al., 2004). Os mecanismos responsáveis por essas alterações ainda estão longe de serem perfeitamente compreendidos, mas as informações apresentadas a seguir podem ser consideradas como orientações para um melhor controle de doenças.

A desinfestação de solos tem sido obtida com eficiência em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária, que geram melhorias na sua estrutura física, incrementos na ciclagem de nutrientes, entre outros fatores. Nesses sistemas, a supressão de patógenos tem sido creditada ao manejo de espécies de *Brachiaria*, em especial *B. brizantha* e *B. ruziziensis*, que junto ao aporte de matéria orgânica no solo e à formação de palhada, estimulam o desenvolvimento de fungos e bactérias que reduzem o inóculo de patógenos (COSTA; RAVA, 2003). Essa supressão de doenças pode ser vista como uma manifestação da estabilidade e saúde do ecossistema.

Bons resultados no controle de patógenos de solo têm sido alcançados com o Sistema Santa Fé, fundamentado na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente o milho, com braquiárias. O consórcio é estabelecido simultaneamente à semeadura da cultura anual ou cerca de 10 a 20 dias após a emergência dessa. O manejo desse sistema minimiza a competição precoce da forrageira, evitando redução do rendimento das culturas anuais. Após a colheita dessas, obtém-se uma produção da forrageira abundante e de alta qualidade que pode abrigar parte representativa do rebanho bovino no período seco, ou palhada para a semeadura direta. Além de facilidades para se obter a massa seca necessária para a cobertura e proteção do solo, a palhada de braquiária tem degradação mais lenta do que a de outras culturas, podendo manter o solo totalmente coberto até à floração do feijoeiro comum, que é o período crítico para a ocorrência do mofo branco.

Em lavouras comerciais sob Integração Lavoura-Pecuária envolvendo braquiárias tem sido observada uma redução da severidade e dos danos causados pelo mofo branco, e uma menor dependência de fungicidas (OLIVEIRA et al., 2002; COSTA; RAVA, 2003). A palhada funciona como uma barreira física à formação de apotécios de *S. sclerotiorum*, que dependem de luz para completar seu desenvolvimento (ABAWI; GROGAN, 1979). Além disso, a palhada também serve como barreira aos ascósporos lançados dos apotécios, evitando que caiam sobre as flores em senescência e que, a partir dessas, possam infectar as plantas. Com a menor pressão de doença, produtores que dependiam de três ou quatro aplicações de fungicidas para controle do mofo branco reduziram a necessidade do controle químico para apenas uma pulverização.

Sob o solo, a degradação microbiana de escleródios é a principal razão para a redução da densidade de inóculo de *S. sclerotiorum*. Há muitos fungos e bactérias do solo que parasitam ou utilizam escleródios como fontes de carbono, colaborando para que a redução do inóculo seja viabilizada. Entre vários exemplos, para *S. sclerotiorum* foi observada uma diferença drástica entre o número de escleródios no solo após um ano de cultivo com braquiária e soja de, respectivamente, 2,62 e 49,2 escleródios m⁻².

Conforme a distribuição de chuvas ou o manejo da irrigação, pode-se formar um microclima favorável à germinação de apotécios de *S. sclerotiorum* sob a braquiária (ou outra espécie que também favoreça à formação de um microclima favorável à germinação carpogênica), mantendo-se a umidade do solo alta por algumas semanas. Nessa

situação, a formação de apotécios é induzida sob uma cultura não-hospedeira e pode levar ao esgotamento de uma grande quantidade de escleródios no solo, que não germinam novamente.

A recuperação de áreas com braquiárias também pode levar a uma recuperação da estrutura física do solo, pois as raízes da forrageira rompem camadas compactadas e penetram em camadas mais profundas. As raízes do feijoeiro comum se aproveitam da melhor estrutura do solo e dos espaços deixados pelas raízes decompostas da braquiária para atingir camadas mais profundas do solo, facilitando tanto sua nutrição quanto ao escape de podridões radiculares. Conforme ocorre o acúmulo de inóculo dos patógenos junto à superfície do solo, as raízes têm menor chance de serem infectadas em camadas inferiores.

O aumento rápido do inóculo de *F. solani* e *R. solani* ao se retornar ao cultivo de grãos não quer dizer necessariamente que haverá dano às plantas, mas conforme outras conseqüências dos cultivos anuais vão se acumulando, como a compactação do solo, as condições conducivas à ocorrência de doenças retornam também. Com leguminosas (resíduos com relação C:N baixa), sob semeadura direta, as populações de *F. solani* aumentam a cada ano, ao contrário da sucessão com braquiárias solteiras ou em consórcio com milho, e também com o capim mombaça. Em situação intermediária manteve-se a sucessão feijão – estilosantes.

Junto aos patógenos, todas as espécies da comunidade microbiana do solo respondem de modo distinto a eventos, como adição de matéria orgânica, revolvimento, cobertura do solo com palhada, compactação e aplicação de insumos, que estressam ou estimulam os micro-organismos. De modo geral, os micro-organismos têm um papel importante como agentes causadores da fungistase, com sua ação mediada tanto pela limitação do carbono disponível ou pela produção de compostos antifúngicos. Entre diversas espécies de fungos e de bactérias envolvidas na supressividade a doenças, *F. oxysporum* é uma das espécies mais amplamente distribuídas em populações habitantes do solo, especialmente em rizosferas, ou mesmo como agente de controle biológico de patógenos como *S. sclerotiorum*.

Os isolados de *F. oxysporum* favorecidos pelo cultivo de braquiárias também podem ser antagonistas a *F. solani*. Outros gêneros estão também sendo investigados, e poderão indicar parte dos responsáveis pelo controle biológico natural que tem ocorrido sob Integração Lavoura-Pecuária, com o uso de braquiárias.

Manejo da Irrigação

A condução de lavouras de feijoeiro comum irrigadas por aspersão durante a estação seca foi intensificada a partir da década de 80, e hoje responde por 30% da produção de grãos tipo carioca no país.

Uma das vantagens do cultivo de feijão no período de maio a setembro é que os grãos são geralmente obtidos em condições de ambiente desfavoráveis à ocorrência de doenças foliares, visto que o período de molhamento foliar é reduzido nessa época, com a ausência de chuvas em períodos que podem durar 90 dias ou mais, com baixa umidade relativa. Por outro lado, as condições climáticas observadas no outono-inverno associadas ao uso intenso da irrigação proporcionam condições favoráveis ao desenvolvimento e à sobrevivência de patógenos habitantes do solo causadores de murchas e podridões. Esses patógenos têm sido introduzidos principalmente por meio de sementes infectadas ou contaminadas com estruturas de sobrevivência desses fungos (TU, 1988). A disseminação de patógenos endêmicos na região (*F. solani* e *R. solani*), favorecidos pela umidade fornecida pela irrigação, também foi aumentada nos últimos anos, como decorrência do cultivo de feijão irrigado.

Boa parte do sucesso no controle de patógenos de solo reside na restauração da comunidade microbiana e da estrutura do solo, debilitadas com a agricultura intensiva. Reconstruir o solo é possível, com práticas culturais, em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária, e/ou com o aporte de matéria orgânica, em processos que podem durar, em geral, dois anos ou mais, e que precisam sempre ser manejados criteriosamente.

A compactação do solo no sistema de semeadura direta é considerada como a principal causa de baixos rendimentos de culturas devido à elevada resistência do solo que inibe o desenvolvimento de raízes (TORMENA et al., 1998; DIAS JÚNIOR, 2000). Como consequência, muitos produtores utilizam grades ou arados, alternando a semeadura convencional com a semeadura direta. A compactação do solo por si só é uma ameaça à continuidade do sistema semeadura direta, que aumenta a severidade de doenças causadas pelos patógenos habitantes do solo. Por serem aeróbicos, seu inóculo concentra-se principalmente nas camadas mais superficiais, e seus danos podem ser facilmente observados ao se abrir uma trincheira para avaliação de lesões e volume do sistema radicular das plantas. Além de limitar o desenvolvimento de raízes à camada do solo onde se encontra a maior densidade de inóculo dos patógenos, a compactação também favorece a ocorrência de podridões radiculares e murchas devido ao acúmulo de água na camada

mais superficial, facilitando ainda mais a ocorrência de doenças. O solo mais frio e mais úmido por períodos mais longos também é mais favorável às doenças em questão. Desta forma, práticas como subsolagem ou uso de plantas com capacidade de descompactação podem ser empregadas para corrigir esse fator e permitir um melhor desenvolvimento de plantas.

De modo geral, restaurar a qualidade do solo envolve promover alterações que estimulam a recuperação de populações de saprófitas e antagonistas, além de fornecer à planta um ambiente para que ela se desenvolva e escape das podridões e murchas vasculares. No solo, as dificuldades ao desenvolvimento de patógenos podem ser chamadas de "fungistase" do solo (LOCKWOOD, 1977). Em um solo fungistático, os micro-organismos aumentam a exsudação de nutrientes a partir de propágulos de fungos, levando à sua debilitação. A quantidade de exsudação a partir de propágulos de fungos é proporcional à população microbiana no solo e, portanto, promover ou recuperar a biomassa microbiana no solo é outro ponto a ser considerado, no controle de patógenos de solo.

Controle Biológico de Doenças

Outra opção de controle de patógenos de solo que tem conseguido cada vez mais adeptos é o controle biológico, que consiste na aplicação massal de micro-organismos que controlam os fitopatógenos e protegem as plantas. Essa forma de controle foi viabilizada, após décadas de pesquisa em vários países, com o desenvolvimento de formulações estáveis, que carregam uma grande quantidade de esporos viáveis, que possam ser competitivos para redução da densidade de inóculo e proteção dos sítios de infecção nas raízes.

Essa forma de controle de doenças tem se expandido rapidamente no Brasil, de forma relativamente empírica, com poucos estudos realizados em campo de forma sistematizada, o que acaba por dificultar sua aceitação por agricultores e profissionais da assistência técnica. Da mesma forma que fungicidas sintéticos, para cada cepa utilizada no biocontrole são necessários vários testes de eficiência agrônômica e de outros ajustes para seu uso adequado. Como os resultados são específicos, não podem ser extrapolados para outras cepas.

O tratamento de sementes com fungicidas sintéticos é uma medida recomendada para o controle integrado, de extrema importância por proteger sementes e plantas em seus estádios iniciais. Após a germinação, a proteção de plântulas ocorre somente por um período após o qual os

tecidos ainda estão muito suscetíveis e são atacados pelos patógenos. Após o fim do efeito residual do fungicida sintético, agentes de controle biológico como *Trichoderma harzianum* podem dar sequência à proteção de raízes, incrementando o controle de podridões radiculares, o que reflete na produção da cultura. Em um experimento conduzido em Luziânia (GO), na safra 2005/2006, sob condições de sequeiro, a produtividade da cultura em um tratamento com 1 kg de *T. harzianum* das cepas 1306 (ESALQ/USP) em formulação pó-molhável com 10^8 conídios g^{-1} , para cada 100 kg de sementes tratadas com 100 mL de Fludioxonil, produziu cerca de 400 kg a mais do que na testemunha (Fig.1), tratada somente com o fungicida. Foram observados melhor controle de *F. solani* e *R. solani* em raízes, aumento da massa de grãos e do número de vagens do feijoeiro (SOUZA et al., 2007). Além disso, as parcelas tratadas com o antagonista suportaram melhor o veranico de mais de duas semanas que ocorreu na região, pois essas plantas tinham um maior volume de raízes, que provavelmente permitiu uma absorção de água de modo mais adequado às necessidades da cultura.

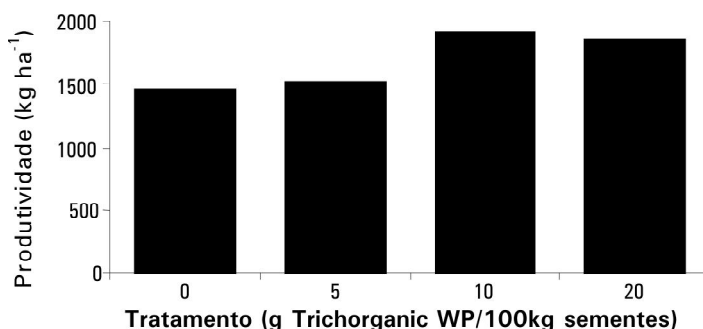


Fig.1. Produtividade do feijoeiro comum cv. Pérola de acordo com a dosagem de *Trichoderma harzianum* 1303/1306 em formulação pó-molhável com 10^8 conídios g^{-1} produto comercial, junto ao fungicida Fludioxonil a 100 g/100 kg sementes. Silvânia, GO, 2006.

O antagonista pode ser aplicado diretamente ao solo para a redução de inóculo inicial dos patógenos. O momento e a forma de aplicação variam de acordo com o alvo, ou seja, o patógeno a ser controlado. Para controle de podridões radiculares, antagonistas formulados podem ser aplicados em jato dirigido ao sulco de plantio, na semeadura. Testes realizados em Cristalina (GO) demonstraram que as dosagens de 800 mL e 1000 mL ha^{-1} da formulação com 2×10^{12} conídios de *T. harzianum* mL^{-1} foram as melhores para redução do inóculo de *F. solani* e *R. solani* junto às raízes. Em solo na linha de semeadura houve redução de até 67% do inóculo de *F. solani*, enquanto que para *R. solani* o decréscimo foi de até 85%, conforme

avaliado 30 dias após a semeadura (LOBO JUNIOR et al., 2007). Nesse estudo também foi observado que as cepas de *T. harzianum* foram capazes de se multiplicar no solo da linha de semeadura, indicando, além da eficiência do biocontrole, a capacidade do antagonista se estabelecer e sobreviver pelo menos até os 30 dias após a semeadura, conforme é desejável que o controle biológico no sulco de semeadura complemente o controle químico feito no tratamento de sementes. Em termos de produtividade, a aplicação de *T. harzianum* proporcionou um aumento de até 300 kg ha⁻¹, em comparação à testemunha.

Para redução da população de escleródios de *S. sclerotiorum*, a aplicação do antagonista deve ser feita via barra de pulverização ou água de irrigação para cobrir 100% da área infestada com o patógeno. Não se deve esperar que o jato dirigido ou mesmo o tratamento de sementes sejam eficientes para controlar *S. sclerotiorum*, pois área de contato do antagonista com o solo seria muito pequena, e não ocorre a proliferação do antagonista formando um manto sobre o solo. Um elemento chave para um melhor parasitismo de escleródios é a aplicação do produto biológico sob condições ideais para o desenvolvimento rápido do antagonista.

É essencial aplicar o antagonista na dosagem recomendada, que contenha esporos viáveis. Para não comprometer a viabilidade dos esporos, a embalagem deve ser mantida sob condições adequadas, de preferência em geladeira. Após a data de vencimento, que deve constar nas embalagens, a viabilidade de esporos diminui para abaixo do necessário para controlar os patógenos. Solo úmido, sem a incidência de raios solares e temperaturas entre 20 e 25°C são as condições ideais para o desenvolvimento do antagonista. A eficiência de *Trichoderma* é questionável sob temperaturas mais baixas, e nenhuma sob solo seco.

A dosagem mais eficiente para controle de um patógeno não é necessariamente a mais alta. Acima da dosagem “ideal”, a eficiência do controle biológico e a produtividade caem, e os custos de produção aumentam, pois o produtor está pagando pelo controle biológico. Para o mofo branco, recomenda-se a aplicação quando a cultura estiver com três a quatro trifólios. Além do sombreamento do solo fornecido pela cultura, o antagonista se beneficia também da maior atividade microbiana no solo, consequência da liberação de exudatos pelas raízes.

Além do tratamento de sementes, não há controle viável ou eficiente de podridões radiculares ou murchas vasculares com fungicidas sintéticos. O único caso em que o uso de fungicida pode ser viável é o controle do mofo

branco, quando utilizado sob critérios dentro de um esquema de manejo integrado da doença. Em especial, o controle químico produz melhores resultados quando há uma redução prévia da densidade de inóculo de *S. sclerotiorum*, seja por práticas culturais ou pelo controle biológico. Essa redução da população de escleródios é necessária para evitar um número excessivo de pulverizações, que elevam o custo de produção. Estima-se que o custo adicional com fungicidas em áreas altamente infestadas seja em torno 20% do custo de produção, que pode superar R\$3.000,00.

Mais recentemente, a disponibilização de cultivares de feijoeiro comum de porte ereto tem possibilitado o emprego do porte diferenciado como estratégia de escape a doenças causadas por patógenos de solo, mas com desenvolvimento de sintomas na parte aérea. Em cultivares como Horizonte, BRS Estilo, IAPAR 81 e FT Magnífico, o desenvolvimento da mela e do mofo branco ocorre mais tardiamente, em comparação a cultivares de crescimento prostrado, onde grandes reboleiras dessas doenças podem ser formadas e disseminá-las rapidamente dentro da lavoura (COSTA, 2007).

Conclusões

Boa parte do sucesso do controle de patógenos habitantes do solo reside na restauração da estrutura física do solo e de micro-organismos benéficos que controlam fitopatógenos. Por viabilizar a semeadura em áreas infestadas, o manejo de braquiárias facilita o planejamento da propriedade agrícola em médio e longo prazo. Junto com outras medidas para o manejo de diferentes patossistemas, tem seus benefícios resumidos em maior segurança e controle da produção sustentável do feijoeiro comum.

O uso de cultivares resistentes e de sementes de qualidade tratadas funciona como um seguro contra vários problemas de importância na lavoura, por facilitar os aumentos na produtividade e por reduzir os custos de produção. A semente não mente, apenas expressa a qualidade que tem. O Brasil tem uma área cultivada com feijão superior a 4.000.000 hectares e, em qualquer safra, para qualquer produtor, as vantagens da boa semente estão claras. Instalar as semeaduras com sementes sadias, com alto vigor e tratadas é parte essencial da prevenção ou redução dos problemas na lavoura.

A estratégia de integração de métodos tem sido uma forma eficiente para o controle de doenças causadas por patógenos de solo pelo sinergismo que há ao se associar duas ou mais estratégias, com incrementos no controle de doenças. As conseqüências das perdas de produtividade afetam, além dos produtores, os participantes do

agronegócio, os consumidores e o meio ambiente. A pressão por soluções para controle de patógenos de solo e a provável inserção, no futuro, das culturas em sistemas de produção integrada, reforçam a necessidade de inovações que permitam a sua sustentabilidade.

Referências

- ABAWI, G. S.; GROGAN, R. G. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, St. Paul, v. 69, n. 8, p. 899-904, Aug. 1979.
- COSTA, G. R. **Estratégias para o manejo integrado da mela do feijoeiro causada por *Thanatephorus cucumeris***. 2007. 103 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- COSTA, J. L. da S.; RAVA, C. A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 523-533.
- COSTA, J. L. da S.; SILVA, M. B. da. Tratamento de sementes. In: CANTERI, M. G.; DALLA PRIA, M.; SILVA, O. C. da. (Ed.). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro: orientações para manejo econômico e ecológico**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p. 111-125.
- DIAS JÚNIOR, M. S. Compactação do solo. In: NOVAIS, R. F. de; ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p. 55-94.
- HALL, R.; NASSER, L. C. B. Practice and precept in cultural management of bean diseases. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v. 18, n. 2, p. 176-185, 1996.
- ITO, M. F.; MENTEN, J. O. M.; CASTRO, J. L. de; MORAES, M. H. D. de. Importância do uso de sementes sadias de feijão e ou tratadas quimicamente. In: DIA DE CAMPO DE FEIJÃO, 19., 2003, Capão Bonito. **Anais...** Campinas: IAC, 2003. p. 37-49. (IAC Documentos, 71).
- ITO, M. F.; VALARINI, P. J.; PATRÍCIO, F. R. A.; SUGIMORI, M. H. Detecção de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* e fungos em sementes de feijão produzidas no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 118-121, abr./jun. 1997.

LOBO JUNIOR, M. Efeito da qualidade e tratamento de sementes na severidade de podridões radiculares em feijoeiro. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. (Ed.). **Resultados obtidos na área polo de feijão no período de 2002 a 2004**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 18-22. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).

LOBO JUNIOR, M.; SOUZA, J. N. G. de; SANTOS, A. B. dos. **Processos biológicos e densidade de microrganismos em solos de várzea tropical cultivados para implantação do sistema plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 6 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 89).

LOBO JUNIOR, M.; PIMENTA, G.; GONTIJO, G. H. A. Controle de *Fusarium solani* e *Rhizoctonia solani* em lavoura de feijoeiro comum com a aplicação de *Trichoderma harzianum* em jato dirigido. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 9., 2007, Campinas. **Biocontrole de doenças de plantas no Brasil: uso atual e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. Resumo 059.

LOCKWOOD, J. L. Fungistasis in soils. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, Cambridge, v. 52, n. 1, p. 1-43, 1977.

LOLLATO, M. A. Efeitos do número de gerações sobre a produção e qualidade de sementes de feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 561-563. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99).

MENTEN, J. O. M. Importância do tratamento de sementes. In: MENTEN, J. O. M. (Ed.). **Patógenos em semente: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: ESALQ: FEALQ, 1991. p. 203-224.

OLIVEIRA, R. M.; OLIVEIRA, I. P. de; FARIA, 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.

PEREIRA, J. M.; PINTO, C. M. F.; DHINGRA, O. D.; FARIA, R. F. Influência de sementes infectadas por *Colletotrichum lindemuthianum* na incidência da antracnose e na produtividade do feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 153-155.

RAVA, C. A.; SARTORATO, A. Eficiência de fungicidas no controle de *Colletotrichum lindemuthianum* inoculado em sementes de feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. v. 1, p. 210-212. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 69).

SOARES, D. M.; THUNG, M.; AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Produção de sementes de feijão em várzea tropical: opção economicamente viável. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. v. 2, p. 896-900. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 182).

SOUZA, R. C. P.; PIMENTA, G.; GONTIJO, G. H. A.; LOBO JUNIOR, M. Efeito do tratamento de sementes com *Trichoderma harzianum* '1306' e fludioxonil sobre a produtividade do feijoeiro comum. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, p. S 259, ago. 2007. Suplemento. ref. 0750. Edição dos Resumos do XL Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Maringá, PR, ago. 2007.

TOLEDO-SOUZA, E. D. **Influência de sistemas de cultivo e de sucessões de culturas em patógenos de solo do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2006. 100 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas dos solos sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, n. 2, p. 301-309, abr./jun. 1998.

TU, J. C. The role of white mold-infected white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds in the dissemination of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 121, n. 1, p. 40-50, Jan. 1988.

WELLER, D. M.; SAETTLER, A. W. Evaluation of seedborne *Xanthomonas phaseoli* and *X. phaseoli* var. *fuscans* as primary inocula in bean blights. **Phytopathology**, St. Paul, v. 70, n. 2, p. 148-152, Feb. 1980a.

WELLER, D. M.; SAETTLER, A. W. Colonization and distribution of *Xanthomonas phaseoli* and *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* in field-grown navy beans. **Phytopathology**, St. Paul, v. 70, n. 6, p. 500-506, June 1980b.

CAPÍTULO 19

Colheita "Com Qualidade" do Feijoeiro

José Geraldo da Silva, Luiz Antônio Vizeu e João Kluthcouski

Na produção de feijão em áreas médias e grandes, os sistemas de colheita semimecanizado e mecanizado são os mais comuns, mas seu uso adequado, com o fim de se obter boa qualidade na colheita, depende, entre outros, do estado de conservação e do modelo da colhedora, das condições da lavoura e do hábito de crescimento das plantas.

Das etapas de produção do feijão, a colheita é uma das mais importantes e, quando mal processada, pode provocar perda de grãos e interferir de maneira decisiva na qualidade do produto e no seu valor comercial.

Sistemas de colheita

De modo geral, são três os sistemas empregados na colheita do feijoeiro: o manual, o semimecanizado e o mecanizado. No primeiro sistema, todas as operações da colheita, como o arranquio, o recolhimento e o trilhamento, são feitas manualmente. No sistema semimecanizado, o arranquio e o enleiramento das plantas são, normalmente, manuais, e o trilhamento é mecanizado, empregando-se trilhadoras estacionárias, máquinas recolhedoras-trilhadoras ou colhedoras automotrizes adaptadas. No sistema mecanizado, todas as operações da colheita são feitas com máquinas, podendo realizar-se 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. O processo indireto é caracterizado pela utilização de equipamentos como o ceifador-enleirador, a recolhedora-trilhadora e o virador de leiras, em operações distintas. A vantagem de se fazer operações distintas está na qualidade do produto final, pois entre o corte/enleiramento e a trilha existe um tempo para que as plantas de feijoeiro sequem de maneira mais uniforme, evitando o barreamento dos grãos no ato da trilha. No sistema mecanizado direto, partes das plantas ainda verdes soltam umidade que, junto com a terra, acabam sujando o feijão. Os custos da colheita de feijão variam muito de um sistema para outro, sendo um dos principais critérios avaliados para definir o tipo de colheita. Porém, fatores como disponibilidade de mão-de-obra na propriedade, perda e dano mecânico aos grãos e necessidade de dessecação química das plantas devem ser considerados.

Preparo do solo e semeadura

Para que o ceifador-enleirador de plantas e a recolhadora-trilhadora tenham bom desempenho, com baixos percentuais de perda de grãos e boa capacidade de trilhamento, torna-se necessário a adoção de diversos procedimentos nas fases de instalação e condução da lavoura. Tanto no sistema plantio direto quanto no convencional, o solo deve ficar sem sulcos, buracos, raízes, tocos, pedras e plantas daninhas que prejudicam a ação dos equipamentos de colheita. A semeadura deve ser feita para se obter uma boa distribuição de plantas dentro da linha, de modo que as leiras formadas na colheita possam ser uniformes (sem falhas) e dessa forma proporcionar uma alimentação constante das trilhadoras, otimizando o processo de debulha e eliminando as quebras. Para isso, é necessário o uso de sementes com elevado percentual de germinação, semeadas mecanicamente na profundidade de 3 a 5 cm, utilizando-se de semeadoras adubadoras bem reguladas, capazes de proporcionar baixo percentual de danos às sementes. O uso de velocidade de plantio inferior a 6 km h^{-1} e de mecanismos apropriados para distribuir sementes/adubos e sulcar o solo contribuem para a melhoria da qualidade da semeadura. Outro aspecto importante é evitar os sulcos deixados pelas "botinhas" dos sulcadores das semeadoras. Caso a semeadora não possua discos específicos para tapar esses sulcos, deve-se passar um destorroador (Fig. 1) após a semeadura ou utilizar outro dispositivo qualquer que elimine os sulcos. As plantas de feijoeiro acamam no final do ciclo e algumas vagens se alojam nos sulcos e não são colhidas no ceifamento, gerando perdas. As operações posteriores (adubação de cobertura e aplicação de defensivos) precisam ser feitas de forma a não desnivelar o terreno. Durante a condução da lavoura devem ser adotadas práticas de controle de plantas daninhas, de doenças e de pragas. A adubação nitrogenada em cobertura realizada na época correta facilita o desenvolvimento das plantas. Lavouras mal conduzidas produzem plantas atípicas, inapropriadas para as operações do ceifador e da recolhadora-trilhadora. Para a irrigação, em geral, considera-se como ciclo da cultura o tempo decorrido da semeadura à maturação fisiológica, quando praticamente a planta entra em senescência e há redução significativa no consumo de água. Irrigar a partir da maturação, além de onerar o custo de produção do feijoeiro, pode prejudicar o funcionamento da barra de corte das máquinas, que passam a misturar muita terra nas plantas. É necessário deixar um espaço de tempo de quatro a cinco dias entre a última irrigação e o início do corte para maior eficiência do equipamento.



Fig. 1. Modelo de destorroador que elimina irregularidades do solo após a semeadura.

Cultivares

Existem dois tipos de hábito de crescimento em plantas de feijoeiro comum: determinado e indeterminado. O primeiro também é denominado de arbustivo pelo fato de a planta ser comparativamente baixa, ereta e muito ramificada (Tipo I). O caule principal termina numa inflorescência, não apresentando alongamento posterior mesmo sob condições favoráveis de umidade e temperatura. Nos feijoeiros de hábito indeterminado, a primeira inflorescência aparece do quinto ao oitavo nó do caule principal e as demais, progressivamente, nos nós que são acrescidos durante o desenvolvimento. Em condições favoráveis, as plantas com esse hábito podem continuar se desenvolvendo por um longo tempo. O hábito de crescimento indeterminado, em função da orientação de suas ramificações, é classificado em três tipos: Tipo II – indeterminado, com ramificação ereta e fechada; Tipo III – indeterminado, com ramificação aberta; Tipo IV – indeterminado, prostrado ou trepador. A maioria das variedades de feijão produzidas no Brasil possui hábito de crescimento indeterminado com plantas dos tipos II e III. As cultivares comerciais de grãos preto e carioca são exemplos dos tipos II e III, respectivamente. As cultivares do tipo II são mais apropriadas à colheita mecânica, com ceifador-enleirador ou com colhedora automotriz, do que as do tipo III. No tipo III, existem cultivares, como a Carioca, que se prostram, colocando grande quantidade de vagens em contato com o solo; em outras, como na cultivar Pérola, as plantas ao se entrelaçarem posicionam as vagens mais distantes do solo. Desta

forma, a cultivar Pérola, comparativamente à cultivar Carioca, proporciona menor perda de grãos na colheita mecanizada realizada com ceifador-enleirador ou com recolhadora trilhadora. Para colher com ceifador deve-se evitar cultivares precoces que não vegetam muito e não possuem ramas desenvolvidas, facilitando o processo de ceifamento. Os tipos I e IV são inapropriados ao ceifamento mecanizado.

Ponto de colheita

Para evitar perdas e obter produtos de boa qualidade, as lavouras devem ser colhidas, preferencialmente, logo após as sementes alcançarem a maturação fisiológica, que corresponde ao estágio de desenvolvimento em que as plantas estão começando a amarelar as folhas baixas, com as vagens mais velhas secas e com os grãos na sua capacidade máxima de desenvolvimento. Nas cultivares de grãos de cor preta, a maturação fisiológica é alcançada ao redor de 30 a 40% de umidade e nas de cor bege de 38 a 44%. Com elevada umidade nos grãos, os feijoeiros devem ser arrancados manualmente ou ceifados mecanicamente. Em ambos procedimentos as plantas são enleiradas e deixadas no campo expostas ao sol, para reduzir a umidade dos grãos a cerca de 18%, quando deve ser iniciada a operação de trilhamento. A maneira mais prática de se determinar o ponto de colheita é pela observação da cor do tegumento dos grãos das vagens mais novas, aquelas que se encontram próximas às extremidades dos ramos. Para as cultivares com tipo de grãos carioca, o ponto ideal de colheita ocorre quando as estrias dos grãos aparecem perfeitamente delineadas e visíveis sobre o tegumento, embora estes grãos estejam muito úmidos; para os feijões pretos, esse ponto ocorre quando os grãos assumem coloração azul escura; e, para os grãos de cor roxa, quando estes apresentam-se com coloração rosa escura. Quando o feijoeiro é deixado por um longo período no campo, após a maturação fisiológica, ocorrem perdas pela deiscência das vagens, natural ou provocada pela operação de arranquio ou de ceifamento das plantas, principalmente em regiões de clima quente e seco. Recomenda-se não deixar as plantas expostas por muito tempo ao sol para não depreciar a qualidade do produto por alteração da coloração ou por danos aos grãos no trilhamento. O retardamento da colheita também afeta as sementes pela elevação do número delas atacadas por pragas e pela redução do poder germinativo. A uniformidade de maturação das plantas e das vagens é um fator de extrema importância para que a colheita seja processada em condições ótimas. Fatores relacionados ao solo, à topografia do terreno, ao

ambiente, às práticas culturais, às doenças, à disponibilidade de água para as plantas e ao hábito de crescimento das cultivares causam desuniformidade na maturação do feijoeiro. As cultivares de hábito de crescimento determinado do tipo I apresentam maturação uniforme. Algumas cultivares de hábitos indeterminados, principalmente dos tipos III e IV, apresentam maturação desuniforme. A umidade dos grãos para a trilha deve situar-se entre 15 e 18%. Umidade elevada, acima de 18%, dificulta o trilhamento fazendo com que as plantas se enrolem no cilindro batedor, provocando embuchamento. Além disso, podem ocorrer amassamento de grãos devido à umidade elevada. Umidade baixa, inferior a 15%, pode provocar trincas, rachaduras e quebra dos grãos no trilhamento, afetando a qualidade do produto.

Corte e enleiramento

O equipamento que realiza o corte e enleiramento é o ceifador-enleirador de plantas (Fig. 2). Ele opera acoplado numa colhedora automotriz desprovida de plataforma de corte acionado por bomba e motor hidráulico. No ceifador, a barra de corte flexível ceifa as plantas de feijoeiro e o rolo recolhedor, formado por pinos metálicos flexíveis, recolhe e direciona as plantas para as esteiras transportadoras formarem uma leira central. O rolo possui ajuste de velocidade, para minimizar a deiscência das vagens. As rodas guias, juntamente com as sapatas plásticas, regulam a altura de operação da barra de corte. A operação do ceifador-enleirador dispensa a aplicação de dessecante químico no feijoeiro, pois a uniformização e a redução da umidade dos grãos se dá pela exposição das plantas ao sol após serem enleiradas (Fig. 3). Pelo fato de ceifar, e não de arrancar as plantas com raízes, o processo de secagem é mais rápido e uniforme, além de não juntar terra na leira, de modo que os grãos trilhados posteriormente pela recolhedor-trilhadora ficam limpos, sem barreamento (Fig. 4). O rendimento da operação do ceifador é afetado pelo hábito de crescimento das plantas, época e horário de colheita, produtividade da lavoura e condições de nivelamento da superfície do terreno. Em geral, o equipamento deve ser operado de 2 a 3 km h⁻¹, resultando numa capacidade de trabalho de cerca de 1 ha h⁻¹. Em ensaios realizados na Embrapa Arroz e Feijão, num terreno plano e bem nivelado, com feijoeiros das cultivares Pérola e Valente, utilizando um ceifador-enleirador, modelo Ceiflex, na velocidade de 2,8 km h⁻¹, com barra de ceifamento serrilhada para nove fileiras de plantas de cada vez, a altura média de corte das plantas foi de 28 mm para ambas cultivares e as perdas de grãos foram, na média, de 61 kg ha⁻¹ na Pérola e de 81 kg ha⁻¹, na Valente (Tabela 1).

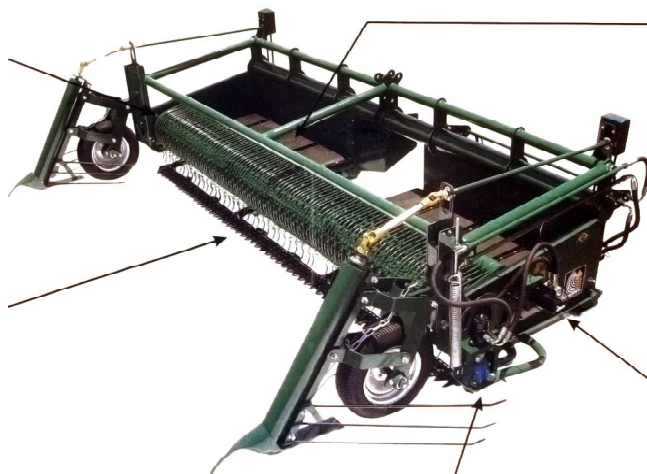


Fig. 2. Ceifador-enleirador de plantas de feijão.



Fig. 3. Feijão ceifado e enleirado em processo de secagem.



Fig. 4. Feijão ceifado e enleirado pronto para ser recolhido e trilhado.

Tabela 1. Altura de corte das plantas (mm) e perda de feijão (kg ha⁻¹) da cultivares Pérola e Valente, durante a operação do ceifador Ceiflex, influenciadas pela data e pelo horário de colheita¹.

Tratamento	Pérola		Valente	
	Altura	Perda	Altura	Perda
Data de colheita				
11 setembro	31 a	37,8 b	27	37,5 b
15 setembro	24 b	83,3 a	28	123,6 a
Hora de colheita²				
Manhã	34 a	48,8 b	27	78,1
Tarde	22 b	72,3 a	28	83,0

¹Para cada coluna e em cada variável, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ²Manhã = colheitas com Ceiflex realizadas de 8 às 9 horas (umidade dos grãos de 25,9 % em 11 setembro e de 10,4% em 15 setembro) e de 15 às 16 horas (umidade dos grãos de 21,3 % em 11 setembro e de 8,4 % em 15 setembro).

Viramento de leiras

O viramento de leiras é feito por um equipamento agrícola, movimentado pelo trator, que transfere as leiras de um local para outro invertendo sua posição para uniformizar e acelerar a secagem natural das plantas, visando o trilhamento (Fig. 5). Seu uso é imprescindível em feijoeiros ceifados ou arrancados com elevado teor de umidade ou quando as plantas enleiradas são umedecidas pela chuva. É provido de um rolo recolhedor de plantas formado por pinos metálicos, que recolhe e direciona a leira para a esteira transversal descarregá-la sobre o solo. O virador apresenta elevada capacidade de trabalho, pois pode ser operado em velocidade de cerca de 5 km h⁻¹. De acordo com o número de fileiras de plantas na leira o rendimento pode atingir a 2 ha h⁻¹. Na operação, deve-se evitar velocidades excessivas de deslocamento no campo e no rolo recolhedor do equipamento e virar as leiras nas primeiras horas da manhã para minimizar perdas de grãos.

Recolhimento e trilhamento

Essa operação é realizada pelas recolhedoras-trilhadoras que recolhem no campo as plantas enleiradas (Fig. 6 e 7), que foram arrancadas manualmente ou ceifadas mecanicamente, e realizam a batedura, a separação e o ensacamento ou o acondicionamento a granel dos grãos. 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, roda guia, cilindro condutor e cilindro condicionador (Fig. 8). O cilindro recolhedor é rotativo, no sentido anti-horário, com dedos de molas dispostos em sua periferia, que apanham as plantas enleiradas no solo; a roda guia acompanha os desníveis da superfície do terreno, mantendo o cilindro recolhedor bem próximo do solo; o cilindro condutor movimenta as plantas

em direção ao cilindro condicionador para este juntar as plantas e alimentar o cilindro de trilha. O sistema de trilhamento é provido de um cilindro trilhador de fluxo axial, com pinos batedores dispostos na sua periferia, e de uma tela cilíndrica perfurada denominada de "côncavo" (Fig. 9). 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 da máquina. O ajuste dos pinos batedores permite controlar a intensidade e o tempo de trilha em função da maturação da planta. Plantas parcialmente maduras necessitam de maior tempo de trilhamento para o desprendimento dos grãos das vagens. Esse tempo diminui à medida que aumenta o secamento. Quanto menor o tempo de trilhamento maior poderá ser a capacidade de trabalho da máquina e a velocidade de deslocamento do conjunto trator/recolhedora. O côncavo retém a palhada durante o trilhamento, permitindo somente a passagem de grãos trilhados e de pequenas impurezas. Os grãos e as impurezas que atravessam o côncavo caem na peneira vibratória que os transporta para a parte traseira da máquina onde um duto de sucção retira as impurezas. As vagens verdes caem no depósito de vagens e os grãos limpos são direcionados para o elevador de grãos. O rendimento da recolhedora trilhadora é afetado pelo seu modelo, umidade do feijoeiro, produtividade da lavoura e taxa de alimentação. Em geral, a máquina deve ser operada de 4 a 6 km h⁻¹, resultando numa capacidade de trabalho de 1,5 a 2 ha h⁻¹. Em ensaios realizados na Embrapa Arroz e Feijão (Tabela 2), uma recolhedora-trilhadora de feijão, modelo Double Master II, apresentou capacidade de trabalho de até 1,68 ha h⁻¹. A pureza dos grãos colhidos foi superior a 95% e a percentagem de grãos quebrados inferior a 3,81%. A perda média de grãos na operação foi de 24 kg ha⁻¹, bem inferior à perda de 71 kg ha⁻¹, provocada pelo arranquio e enleiramento manual das plantas. Hoje, existe no mercado modelos de recolhedoras-trilhadoras que podem ser operadas em velocidades mais elevadas, proporcionando capacidade de trabalho de até 3 ha h⁻¹.



Fig. 5. Virador de feijão em operação, importante para secagem uniforme das plantas.



Fig. 6. Recolhedora-trilhadora em operação.



Fig. 7. Recolhedora-trilhadora em operação.



Fig. 8. Sistema de recolhimento de plantas das recolhedoras-trilhadoras.



Fig. 9. Sistema de trilha axial de baixo impacto das recolhedoras-trilhadoras.

Tabela 2. Velocidade de operação, capacidade de trabalho, pureza dos grãos, percentagens de grãos quebrados e perda de grãos, durante a operação da recolhedora-trilhadora Double Master, em função do número de fileiras de plantas de feijão na leira e da velocidade de colheita¹.

<i>Tratamento</i>	<i>Velocidade (km h⁻¹)</i>	<i>Capacidade de trabalho (ha h⁻¹)</i>	<i>Pureza dos Grãos (%)</i>	<i>Grãos quebrados (%)</i>	<i>Perda de grãos (kg ha⁻¹)</i>
LEIRA					
L1= 6 fileiras	3,34 A	1,00 A	95,21 A	3,61 A	14,9 A
L2= 8 fileiras	3,38 A	1,35 B	95,35 A	3,34 A	30,1 A
L3= 10 fileiras	3,36 A	1,68 C	95,66 A	3,38 A	26,1 A
DMS	0,09	0,04	1,56	1,48	17,1
VELOCIDADE					
V1= 2,62 km/h	2,62 C	1,05 C	95,1 A	3,81 A	19,4 A
V2= 3,24 km/h	3,24 B	1,33 B	95,4 A	3,14 A	27,9 A
V3= 4,14 km/h	4,14 A	1,66 A	95,7 A	3,34 A	23,9 A
DMS	0,06	0,03	1,013	1,17	16,7

¹Médias de cada parâmetro seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ceifamento e trilhamento

As máquinas colhedoras automotrizes realizam simultaneamente as operações de ceifamento e trilhamento do feijoeiro. As automotrizes convencionais disponibilizadas no Brasil apresentam desempenho insatisfatório em relação à perda e à danificação de grãos de feijão. A melhoria de desempenho ocorreu com o desenvolvimento das plataformas de corte flexíveis e dos mecanismos para diminuir o dano e a mistura de terra nos grãos. Em geral, a plataforma da colhedora capta muita terra que se mistura com os grãos no ato do

trilhamento, provocando o barreamento. Essa depreciação do produto pode ser agravada na colheita dos feijoeiros cultivados em solos argilosos. Algumas colhedoras possuem ajuste do ângulo de operação da plataforma de corte em relação ao terreno, que ajuda a manter baixa a altura de corte das plantas e, conseqüentemente, a perda de grãos. O mecanismo de trilhamento das colhedoras é formado por cilindro trilhador com fluxo de plantas no sentido radial (Fig. 10) ou axial (Fig. 11). O cilindro radial possui barra de dedos ou de estrias, que apresenta desempenho inferior aos dedos por danificar maior quantidade de feijão. O cilindro de fluxo axial das colhedoras tem princípio de funcionamento semelhante ao descrito anteriormente para as recolhedoras-trilhadoras. A velocidade do cilindro trilhador e o ajuste da abertura entre cilindro e côncavo são os mais importantes parâmetros operacionais em relação às perdas e aos danos aos grãos. Os valores variam com a umidade dos grãos e com a taxa de alimentação da máquina e frequentemente mudam durante o dia, à medida que as condições do tempo se alteram. Para melhorar o desempenho na cultura do feijoeiro as colhedoras automotrizes devem ser equipadas com um conjunto de acessórios (kit) composto basicamente de: a) dedos levantadores – acoplados à barra de corte, servem para levantar as plantas acamadas antes da ceifa; b) sapatas de plástico – facilitam o deslizamento da plataforma de corte no solo; c) chapa perfurada na plataforma de corte – serve para eliminar a terra antes das plantas entrarem na máquina; d) chapa perfurada no alimentador do cilindro trilhador – elimina a terra antes das plantas entrarem no sistema de trilhamento; e) redutor de velocidade – para reduzir a velocidade do cilindro trilhador para cerca de 200 rpm; f) elevador de canecas – substitui o elevador do tipo raspador para reduzir os danos mecânicos nos grãos; g) bandeirão perfurado – para eliminar a terra dos grãos após o trilhamento. O rendimento da colhedora automotriz é afetado pela umidade dos grãos, produtividade da lavoura e condições de nivelamento do terreno. Em geral, a máquina deve ser operada de 3 a 4 km h⁻¹, resultando numa capacidade de trabalho de até 4 ha h⁻¹. Em ensaios realizados num terreno com superfície nivelada, uma colhedora, provida de plataforma flexível de 17 pés e de cilindro de fluxo axial, ceifou as plantas de feijoeiro numa altura média de 113 mm e provocou perdas de grãos que variaram de 172 kg ha⁻¹ na cultivar Pérola a 435 kg ha⁻¹ na Carioca. Comparativamente a outros procedimentos, a colhedora automotriz pode causar mais perdas e danificação de grãos, além de sujá-los com terra, o que deprecia o valor final do produto. Conseqüentemente, existe resistência do agricultor em relação às colhedoras. Seu uso se dá quando o somatório dos custos, devido às perdas e às injúrias ao

grão, for menor que aquele com a colheita semimecanizada. É necessário enfatizar que o feijoeiro geralmente não apresenta maturação uniforme e que, para a colheita com automotriz, é necessário dessecar as plantas com dessecante químico, o que pode onerar, ainda mais, os gastos. Outro fator que pesa no bolso do produtor rural é o preço para aquisição das automotrizes. A colhedora pode custar até 15 vezes mais que uma recolhedora-trilhadora utilizada no sistema indireto. O ponto forte das colhedoras automotrizes reside na sua elevada capacidade de trabalho. Portanto, ao optar pela colhedora automotriz deve-se avaliar os seguintes pontos: a) sazonalidade da colhedora - é preciso considerar que uma automotriz pode ser usada para a colheita de outras espécies como soja, milho, trigo, entre outras. Quanto mais usada, mais barato fica o investimento; b) qualidade da colhedora - deve ser uma máquina provida de mecanismos próprios para o feijoeiro como o kit descrito anteriormente e; c) tipo de cultivar - muitas cultivares não podem ser colhidas com automotrizes por possuírem as vagens próximas ao solo e, portanto, fora do alcance das lâminas de corte da máquina. A colheita desse tipo de cultivar resulta em elevado percentual de perdas, o que inviabiliza a operação.

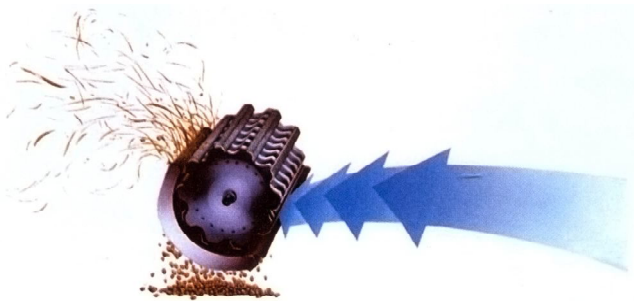


Fig. 10. Cilindro trilhador radial.



Fig. 11. Cilindro trilhador axial das colhedoras.

Em ensaios realizados no Município de Lagoa da Confusão, TO, num terreno plano e bem nivelado, com feijoeiros das cultivares lapar 81, de grãos do tipo carioca, e Valente, do tipo preto, utilizando uma colhedora automotriz provida de plataforma de corte flexível de 25 pés, de mecanismo levantador de plantas acamadas, de sapatas plásticas para permitir a operação da barra de corte rente ao solo e de sistema de trilhamento com rotor de fluxo axial, verificou-se que a altura média de corte das plantas foi de 93 mm (Fig. 12 e 13). Esse valor foi elevado porque provocou, em média, perda de grãos de 135 kg ha⁻¹. A perda foi maior no período de colheita realizado de tarde, em relação ao de manhã, e na cultivar de feijão de menor teor de umidade nos grãos (Fig. 14). A velocidade de operação da colhedora afetou tanto a altura de corte das plantas, quanto a perda de grãos (Fig. 15). Quanto maior a velocidade de operação da colhedora maior foi a altura de corte e a perda de grãos.

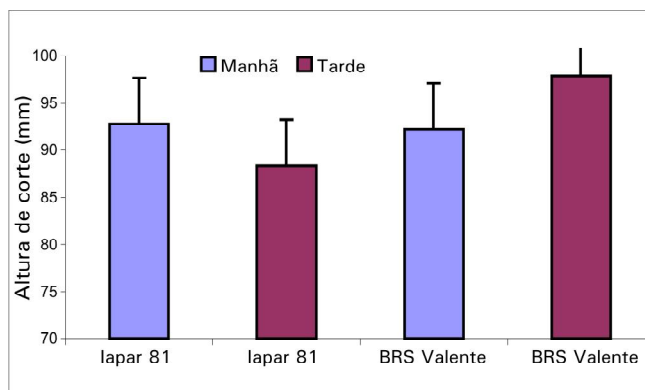


Fig. 12. Altura de corte das plantas (mm) na operação da colhedora automotriz, em função da interação de duas cultivares de feijão com dois períodos de colheita.

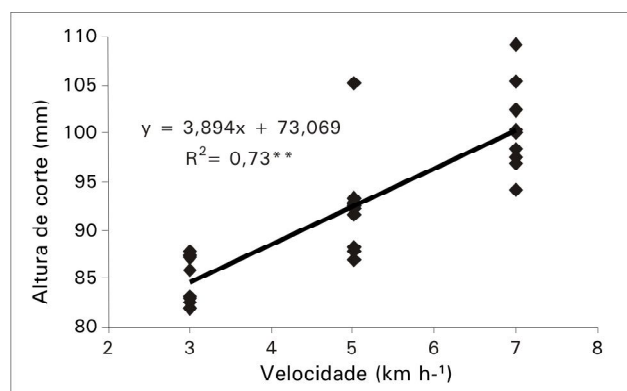


Fig. 13. Altura de corte das plantas de feijão (mm) em função da velocidade de operação da colhedora automotriz.

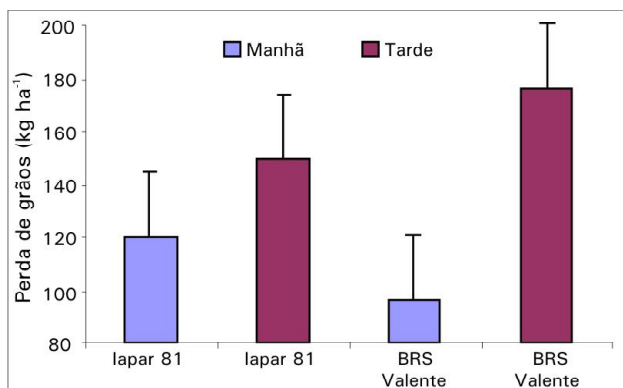


Fig. 14. Perda de grãos (kg ha⁻¹) na operação da colhedora automotriz, em função da interação de duas cultivares de feijão com dois períodos de colheita.

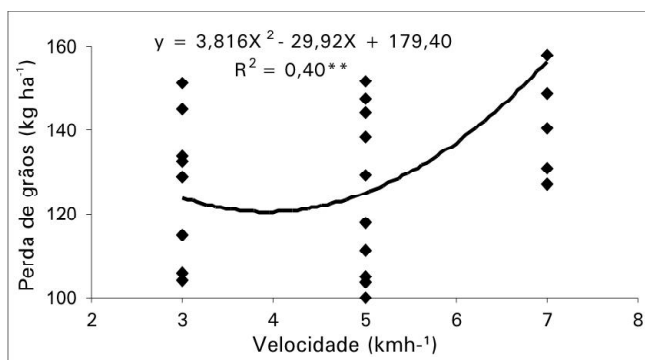


Fig. 15. Perda de grãos de feijão (kg ha⁻¹) em função da velocidade de operação da colhedora automotriz

Métodos para medir perdas de grãos na colheita do feijoeiro

É de extrema importância determinar as perdas de grãos antes e durante a operação das máquinas recolhedoras-trilhadoras de feijão. Desta forma, é possível avaliar o prejuízo decorrente das perdas e tomar as devidas providências visando reduzi-lo.

Basicamente, existem três métodos para avaliar as perdas: o visual; o de quantificação e o do copo medidor. O método visual de avaliação, apesar de ser bastante utilizado pelos produtores, não reflete com precisão o grau de perdas durante a operação de colheita, por não quantificar as perdas e por ser suscetível às variáveis de ordem pessoal

(tendenciosidade e inexperiência) e às relacionadas com o cultivo (presença de palha, restos culturais e terra que encobrem as sementes). O método de quantificação de perda de grãos feito por pesagens demanda o uso de balança; feito por meio de contagem de grãos, exige muito trabalho e tempo para avaliação. O método de avaliação pelo copo medidor deve ser o preferido devido a sua simplicidade, boa precisão e rapidez na obtenção dos resultados.

Medidor de perdas de grãos

O medidor de perdas para feijão (Fig. 16), desenvolvido pela Embrapa Arroz e Feijão em parceria com as Indústrias Reunidas Colombo, é feito de plástico transparente e apresenta escala específica para o feijão, que indica o grau de perdas em função do volume ocupado pelos grãos. A escala do copo medidor foi elaborada para fornecer os resultados de perdas em sacos (60 kg) por hectare.

Para o seu desenvolvimento foram determinados o volume e a massa de 1000 grãos de 101 cultivares/linhagens dos grupos carioca (34), preto (28), mulatinho (15), roxo (13), jalo (7) e branco (4). O coeficiente de determinação obtido foi igual a 98%. O medidor, além de determinar as perdas, possibilita também estimar a produtividade da lavoura de feijão, independente do tipo e do tamanho do grão de feijão. 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, soja e milho.



Fig. 16. Medidor de perdas de grãos na colheita do feijoeiro.

Como usar o medidor de perdas

Para medir as perdas na colheita do feijoeiro, deve-se ter em mãos o medidor de perdas e uma armação, feita com barbante e ripas de madeira.

A perda deve ser avaliada em, pelo menos, três áreas de 2 m². Para isso, a armação deve ser colocada sobre o solo em posição transversal à leira de plantas. Deve possuir comprimento suficiente para cobrir o espaçamento entre todas as fileiras que foram arrancadas para formar a leira. Dentro da área demarcada são coletados os grãos perdidos para serem depositados no medidor de perdas. A quantidade de perdas é verificada na escala impressa no medidor.

Os procedimentos a serem 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 de grãos devido 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 recolhadora-trilhadora.
- c) **Subtrair** da perda de grãos total (item b) a perda de grãos no arranquio e enleiramento manual (item a), para obter a perda de grãos devido à utilização da máquina.
- d) **Copo medidor** - coletar os grãos soltos e os de vagens desprendidas das plantas, na área de 2 m², e depositar no copo medidor para verificar a perda de feijão em sacos por hectare.

A **produtividade**, em sacos por hectare, é avaliada em áreas de 2 m², adotando-se o procedimento de depositar os grãos colhidos no medidor.

CAPÍTULO 20

Estudos de Casos com Vista à Redução do Custo de Produção do Feijoeiro

***Alcido Elenor Wander, Augusto França Gontijo Neto, Tiago
Ribeiro Ricardo, Rodrigo da Silva Souza , Murillo Lobo Junior
e João Kluthcouski***

Historicamente, a produção de feijão no Brasil tem apresentado níveis crescentes, apesar de oscilações entre os anos (Fig. 1). Essas oscilações são consequências de variações climáticas, de estoques e de preços entre os anos.

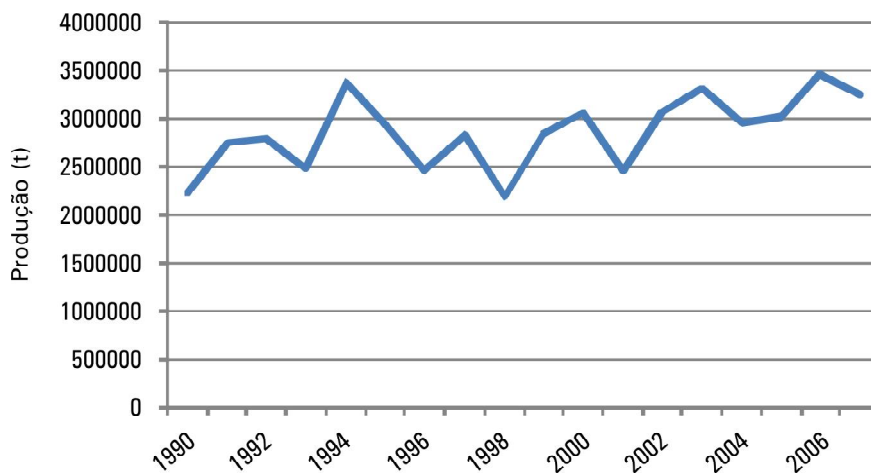


Fig. 1. Produção brasileira de feijão (*Phaseolus vulgaris* + *Vigna unguiculata*), em toneladas, 1990-2007.

Fonte: IBGE (2008).

Até o final da década de 80, os preços apresentavam grande oscilação ao longo dos 12 meses do ano, devido, principalmente à falta de produto durante os meses de inverno e primavera. A consolidação da 3ª safra de feijão, obtida principalmente nas áreas irrigadas do Brasil Central, durante os meses de inverno e primavera, contribuiu significativamente para reduzir as oscilações de preço do produto ao longo do ano. Mesmo assim, houve, nos últimos meses, oscilações significativas nos preços recebidos pelos produtores (Fig. 2).

Diversos estudos realizados nos últimos anos pela Embrapa Arroz e Feijão têm demonstrado que a produção de feijão em áreas irrigadas, apesar das altas produtividades por hectare, possui fragilidades no tocante à economicidade, dado o elevado nível de insumos que é utilizado no processo produtivo, fazendo com que os produtores tenham um custo elevado para obter um lucro líquido reduzido (Tabela 1).

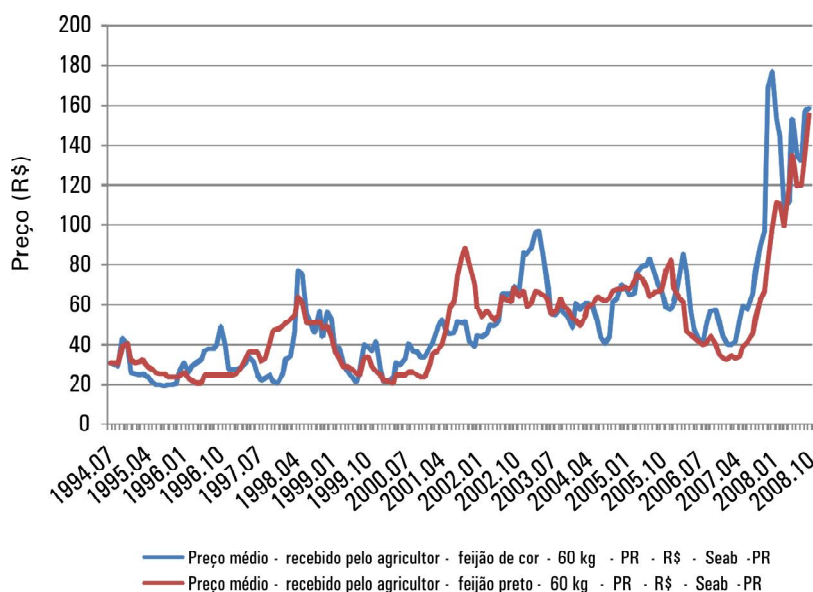


Fig. 2. Preços médios mensais de feijão carioca e preto (R\$/saca de 60 kg) recebidos pelos produtores no Estado do Paraná, de julho/1994 a outubro/2008.

Fonte: elaborado com dados de IPEA (2008).

Tabela 1. Indicadores econômicos médios da produção de feijão no Brasil em diferentes épocas das safras 2003/2004 e 2004/2005.

Indicador	1ª e 2ª safra	3ª safra
Relação Benefício/Custo	1,11 – 1,81	1,08 – 1,16
Participação dos insumos no custo total (%)	28 - 50	60 – 70
Lucro Líquido (R\$ ha ⁻¹)	143 – 1.230	196 - 384

Fonte: Wander et al. (2005b).

O comportamento dos preços relativos de diferentes categorias de insumos demonstra que, com exceção da semente, no longo prazo, os demais insumos apresentaram um aumento em seu preço relativo, medido em volume de produto necessário para sua aquisição (SOUZA; WANDER, 2008). Em 2007 e 2008 houve uma queda nos preços relativos de todos os insumos em função da forte alta dos preços do produto (Fig. 3, 4, 5 e 6).

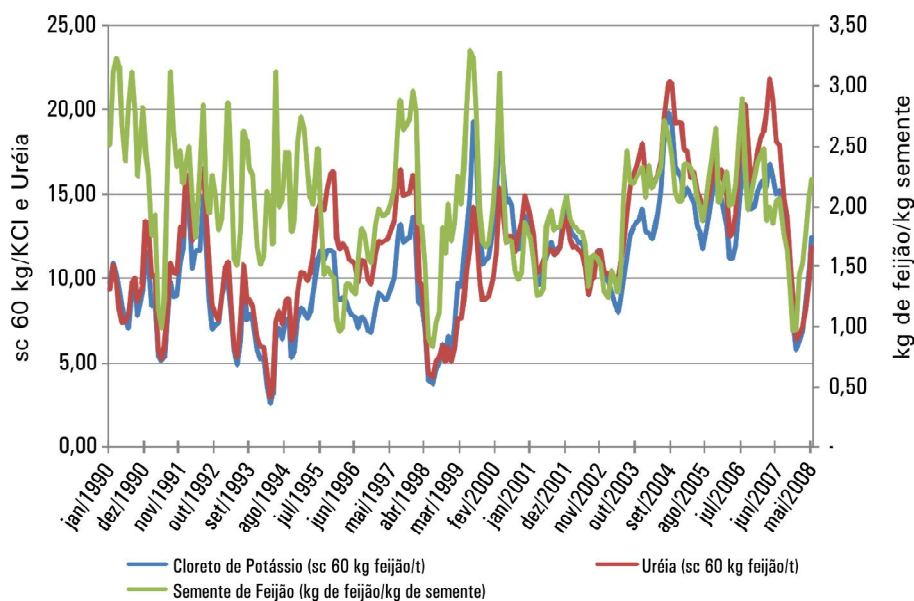


Fig. 3. Evolução dos preços relativos de cloreto de potássio, uréia e semente de feijão, jan/1990 a maio/2008.

Fonte: elaborado com dados do Instituto de Economia Agrícola (2008).

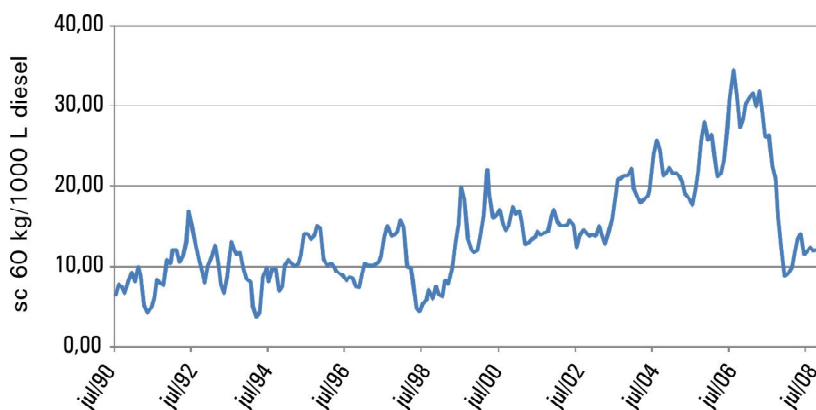


Fig. 4. Evolução dos preços relativos do óleo diesel (sacas de 60 kg/1000 L), jul/1990 a out/2008.

Fonte: elaborado a partir de dados do Instituto de Economia Agrícola (2008).

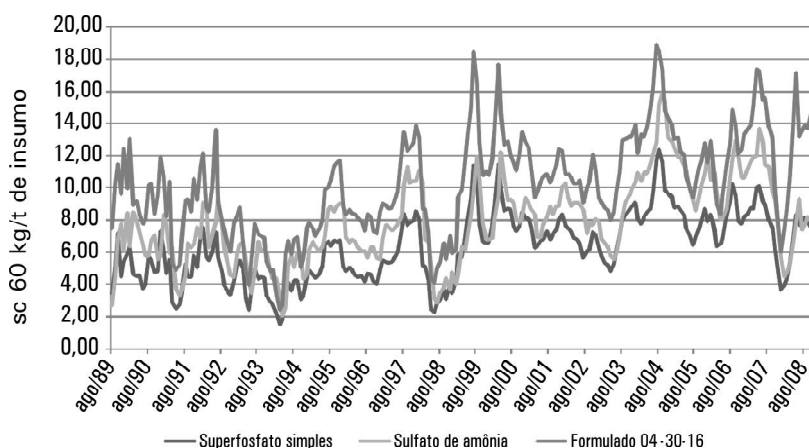


Fig. 5. Evolução dos preços relativos de superfosfato simples, sulfato de amônia e formulado 04-30-16 (sacas de 60 kg/t), ago/1989 a out/2008.

Fonte: elaborado a partir de dados do Instituto de Economia Agrícola (2008).

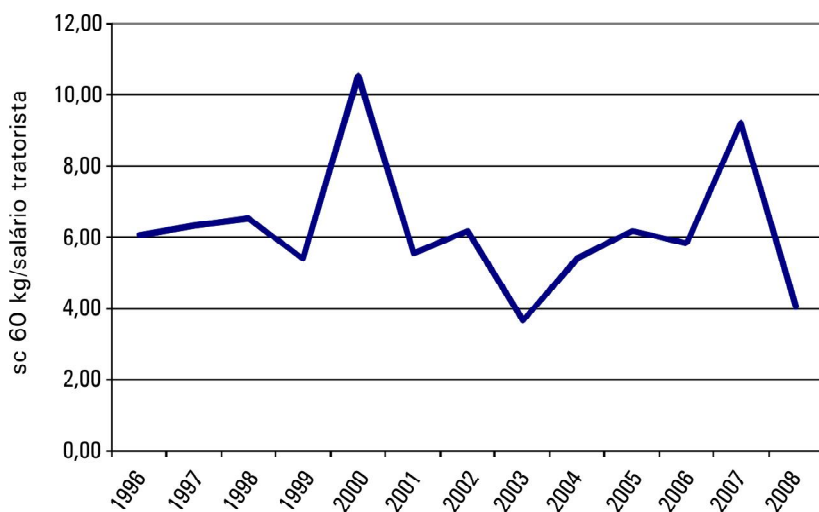


Fig. 6. Evolução do valor relativo do salário de tratorista, em sacas de 60 kg, 1996 a 2008.

Fonte: elaborado a partir de dados do Instituto de Economia Agrícola (2008).

É interessante notar que, apesar de a semente ter se tornado relativamente mais barata ao longo do tempo, não chega a 15% o número de lavouras de feijão que utilizam sementes. A grande maioria das lavouras utiliza grão para plantio.

Considerando a participação dos diferentes itens que compõem o custeio da lavoura, nota-se que, em relação à safra 2007/2008, na safra 2008/2009 os produtores de feijão estão tendo que gastar relativamente

mais com fertilizantes, agrotóxicos e sementes, enquanto que os gastos com mão-de-obra e operações com máquinas passaram a pesar menos no custeio da lavoura (Fig. 7).

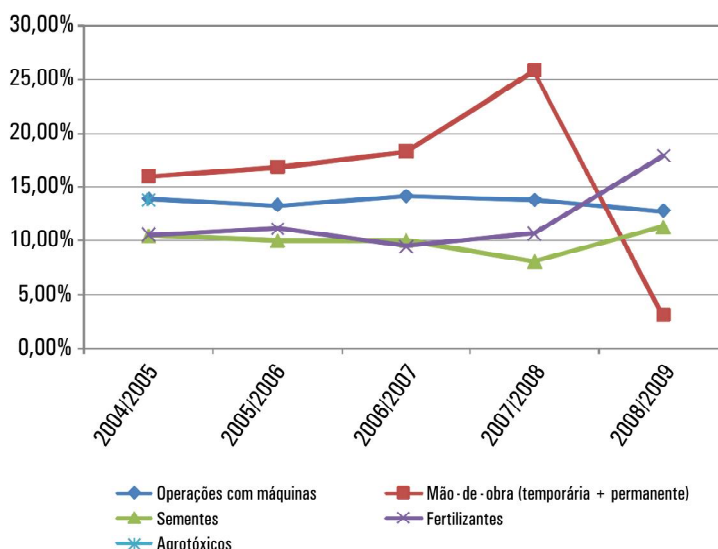


Fig. 7. Participação percentual dos principais itens de custeio da lavoura no custo total de produção de feijão em Campo Mourão (PR), safra 2004/2005 a 2008/2009.

Fonte: CONAB (2008).

Assim, parece razoável propor uma reflexão sobre a forma de se produzir feijão, a fim de assegurar a sustentabilidade econômica e ambiental do sistema produtivo.

Um caso sério: o mofo branco

O cultivo do feijoeiro comum na 3ª safra tem tido uma contribuição importante para o abastecimento nacional de feijão, proporcionando uma maior regularidade de oferta do produto e, conseqüentemente, diminuindo as oscilações nos preços. Na 3ª safra de 2007, Goiás produziu 142.4 mil toneladas em 54 mil hectares (LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA, 2008). O avanço do cultivo irrigado, porém, tem contribuído para a disseminação de doenças fúngicas, como o mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Tal fato ocorre pela má qualidade de sementes, que introduz o patógeno em novas áreas, e pelo ambiente altamente favorável ao desenvolvimento da doença nos cultivos irrigados - temperaturas amenas e alta umidade do solo. Segundo relatos de técnicos que acompanham lavouras irrigadas, os prejuízos decorrentes do mofo branco, em alguns casos, podem chegar a 100%.

Em estudo realizado em Goiás, Ricardo et al. (2008) constataram que na safra de inverno de 2007 a tentativa de controle do mofo branco custou ao produtor, em média, R\$674,57. Destes custos, R\$ 218,00 ha⁻¹ seriam associados aos fungicidas e suas aplicações para o controle do mofo branco e R\$456,57 relativos à perda de produtividade em função da ocorrência de mofo branco, mesmo com tratamento (Tabela 2).

Extrapolando-se esse custo médio para o total da área plantada em Goiás naquela safra, que foi de 53.980 hectares, chega-se a um custo de mais de R\$36 milhões, quando se considera o valor médio de venda nos meses de colheita daquela safra, que foi de R\$ 69,58 sc de 60 kg⁻¹ (Tabela 3).

Tabela 2. Custos associados à ocorrência do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em áreas de feijoeiro comum na 3ª safra estudadas em Goiás, 2007.

Custos	Por hectare	Estado de Goiás (53.980 ha) ¹
	(R\$)	
Fungicidas químicos + biológicos	206,79	11.162.524,20
Aplicação de fungicidas	11,21	605.115,80
Redução na produção	456,57	24.645.648,60
Custo total	674,57	36.413.288,60

¹Considerando o preço médio de R\$ 69,58 sc de 60 kg⁻¹.

Fonte: adaptado de Ricardo et al. (2008).

Considerando que os preços do produto podem oscilar muito ao longo do ano e entre os anos, Ricardo et al. (2008) realizaram uma análise de sensibilidade da simulação a partir dos dados coletados a preços de R\$90,00, R\$110,00 e R\$130,00 por saca de 60 kg (Tabela 3).

Tabela 3. Custos associados ao mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em feijoeiro comum e 3ª safra em Goiás, considerando diferentes níveis de preços recebidos pelos produtores pela saca de 60 kg de feijão, 2007.

Item	Preço de comercialização do feijão (R\$ sc. 60 kg ⁻¹)					
	69,58	90,00	110,00	130,00	150,00	180,00
Tratamento						
Fungicidas químicos e biológicos	206,79	206,79	206,79	206,79	206,79	206,79
Aplicação (R\$ ha ⁻¹)	11,21	11,21	11,21	11,21	11,21	11,21
Subtotal tratamento (R\$ ha ⁻¹)	218,00	218,00	218,00	218,00	218,00	218,00
Redução na produção (393,7 kg ha ⁻¹) (R\$ ha ⁻¹)	456,57	590,57	721,80	853,04	984,28	1.181,13
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	674,57	808,57	939,80	1.071,04	1.202,28	1.399,13
Custo total para o Estado de Goiás (1.000.000 R\$)	36,41	43,65	50,73	57,81	64,90	75,53

Fonte: Ricardo et al. (2008).

Estratégias de redução de custos de produção do feijoeiro comum - alguns caminhos

Plantas de cobertura do solo, precedente cultural, manejo da adubação, manejo integrado de pragas, aumento da matéria orgânica do solo, entre outras, são algumas das ferramentas capazes de minimizar o custo de produção do feijoeiro, mantendo ou, até mesmo, elevando a produtividade.

O uso da braquiária como precedente cultural e palhada de cobertura do solo

O uso da palhada de braquiária faz com que o mofo branco fique sob controle natural ou exija apenas uma única aplicação de fungicida (GÖRGEN et al., 2007).

No tocante às plantas daninhas, observações realizadas pela Embrapa Arroz e Feijão em lavouras comerciais confirmam que em áreas onde há palhada de braquiária, praticamente, não aparecem plantas daninhas de folha estreita e, muitas vezes, de folha larga, dispensando, assim, o uso de herbicidas em pós-emergência (COBUCCI et al., 2001). Considerando que o controle de plantas daninhas de folha larga e estreita em pós-emergência representa de 5,5% a 6,3% do total do custo de produção do feijoeiro irrigado (SILVA et al., 2004; WANDER et al., 2005a), somente com herbicidas pós-emergentes pode-se economizar entre 50 e 60 dólares por hectare, sem comprometer a produtividade. Experimentos realizados pela Embrapa Arroz e Feijão, também em lavouras comerciais de feijão, demonstram que, apenas pelo fato de se utilizar a palhada de braquiária, a produtividade pode aumentar em até 1.000 kg por hectare, sem necessidade de insumos adicionais (KLUTHCOUSKI et al., 2006). Considerando a média dos preços recebidos pelos produtores de feijão de cores (carioca) no Estado do Paraná em outubro de 2008, que foi de aproximadamente R\$150,00 sc 50 kg⁻¹, isso pode significar uma receita adicional de até R\$ 2.500,00 por hectare.

Como precedente cultural, as braquiárias, como muitas outras gramíneas forrageiras, caracterizam-se por apresentar crescimento radicular ativo e contínuo, alta capacidade de produção da biomassa, reciclagem de nutrientes e preservação do solo com relação à matéria orgânica, nutrientes, agregação, estrutura, permeabilidade, infiltração, entre outros. As braquiárias são capazes de reciclar praticamente todos os nutrientes do subsolo e, da mesma forma, essas gramíneas são capazes de restabelecer as propriedades físicas do solo sem a

necessidade de intervenção mecânica, representando uma economia considerável em fertilizantes minerais, combustível, máquinas e equipamentos.

A importância do manejo integrado de pragas (MIP)

Estudos realizados pela Embrapa Arroz e Feijão demonstraram que com o manejo integrado de pragas é possível reduzir o número de aplicações de seis a sete para apenas uma única aplicação, em média (QUINTELA, 2004). Considerando que o controle de pragas representa em torno de 10% do custo total da lavoura, a economia obtida com o MIP pode ser considerável.

Na Tabela 4, observa-se que os produtores adotantes do MIP, em diferentes safras e municípios goianos conseguiram reduções significativas em seus custos de produção.

Tabela 4. Cultivar, área plantada, número de pulverizações, produtividade e custo de controle em áreas conduzidas de acordo com o manejo integrado de pragas (MIP) e segundo o produtor, em Santa Helena de Goiás, Cristalina e Gameleira de Goiás, GO.

<i>Cultivar</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Número de pulverizações MIP – Feijão</i>	<i>Produtividade (kg ha⁻¹)</i>	<i>Custo de controle (R\$) (Produto + aplicação)</i>
<i>Plantio de maio, 2000 – Santa Helena de Goiás, GO</i>				
Pérola-MIP	116	2,3	3.031	54,00
Pérola-produtor	90	7,3	2.989	350,40
<i>Plantio de julho/agosto, 2000 – Cristalina, GO.</i>				
Pérola e Carioca Precoce -MIP	130	0,5	2.479	23,25
Pérola-produtor	75	5,0	2.850	215,70
<i>Plantio de outubro, 2001 – Gameleira de Goiás, GO</i>				
Pérola-MIP	46	0	1.833	0
Pérola-produtor	39	2,0	2.104	76,50

Fonte: adaptado de Quintela (2004).

Matéria orgânica do solo

A matéria orgânica do solo é importante na disponibilidade de nutrientes, agregação do solo e no fluxo de gases de efeito estufa entre a superfície terrestre e a atmosfera, além de representar o principal compartimento de carbono na biosfera, atuando como fonte e dreno para carbono e nutrientes, retenção de água, regulação da temperatura do solo, entre outros. Em resumo, a matéria orgânica, com uma CTC

aparente de $280 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, é fundamental para a produção de espécies vegetais, especialmente nas regiões tropicais. Junta-se a isto o fato de o feijoeiro ser altamente exigente em solos ricos em matéria orgânica.

Comparando apenas a cultivar Pérola de feijão, observa-se, na Tabela 5, que em solos pobres em matéria orgânica, e com manejo convencional do solo, como é o caso de Brejinho de Nazaré, TO, dificilmente consegue-se rendimentos de feijão superiores a 3 t ha^{-1} . Por outro lado, verifica-se que a produtividade do feijoeiro é quase sempre superior a 3 t ha^{-1} em solos com matéria orgânica superior a 30 g kg^{-1} , no perfil 0-20 cm de profundidade, como é observado em Cristalina. Em solo de alta fertilidade e com matéria superior a 30 g kg^{-1} e com o precedente cultural de palhada de braquiária, o rendimento do feijoeiro, cultivar Pérola, alcançou mais de 4 t ha^{-1} como observado em Santa Helena de Goiás, GO.

Tabela 5. Produtividade do feijoeiro, cultivar Pérola, em função do teor de matéria orgânica do solo.

Local	Textura do solo	Fertilidade do solo	Palhada de cobertura	Manejo do solo	Matéria orgânica (g kg^{-1})	Produtividade (kg ha^{-1})
Brejinho de Nazaré, TO	Arenoso	Média	—	Convencional	7	1.719
Cristalina, GO	Argilo-arenoso	Média-alta	Braquiária	SPD	30	3.391
Santa Helena de Goiás, GO	Argiloso	Alta	Braquiária	SPD	33	4.462

Fonte: adaptado de Kluthcouski et al. (2006).

O teor de matéria orgânica no solo também possui uma relação forte com as produtividades possíveis de serem obtidas com o feijão, conforme demonstrado na Tabela 6. Hipoteticamente, pode-se inferir que para cada unidade de matéria orgânica que se aumente no solo, ocorre aumento de $76,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de feijão, de acordo com a regressão apresentada na Fig. 8.

Tabela 6. Níveis de produtividade de feijão obtidos em solos com diferentes teores de matéria orgânica.

Local	Teor de matéria orgânica (g dm^{-3})	Produtividade (kg ha^{-1})	Adaptado de
Brejinho de Nazaré, TO	7	2.008^1	Kluthcouski et al. (2008)
Santo Antônio de Goiás, GO	16	2.754^2	Thung et al. (2008)
Cristalina, GO	27	3.391^3	Cobucci (2006) ⁴
Santa Helena de Goiás, GO	33	4.097^5	Kluthcouski et al. (2006)

¹Média de 12 cultivares.

²Média de 14 cultivares.

³Cultivar Pérola.

⁴Informação pessoal, Tarcísio Cobucci, Embrapa Arroz e Feijão.

⁵Cultivar Pérola.

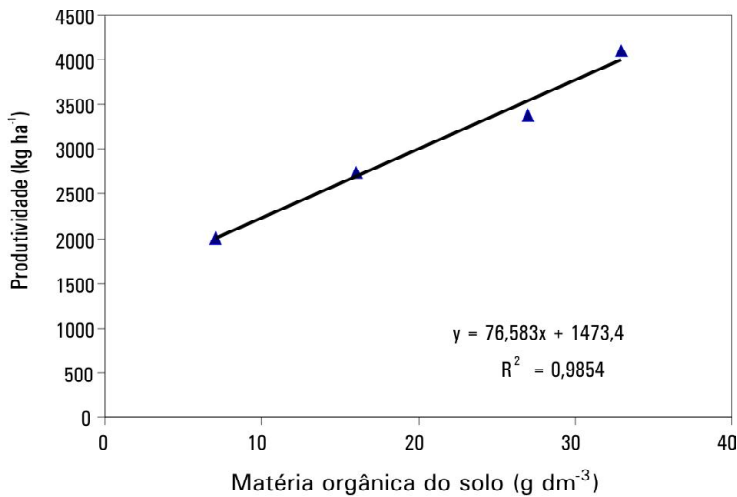


Fig. 8. Relação entre matéria orgânica do solo e produtividade de grãos de feijão.

Sementes sadias

Sem as práticas adequadas de rotação de culturas, manejo intensivo da área, preservação de inimigos naturais dos agentes bióticos nocivos às culturas e, principalmente, de sementes sadias, a agricultura sustentável pode ficar apenas no discurso. Isso é fácil de compreender, visto que sementes infectadas demandam agrotóxicos que, geralmente, não são eficazes e, ao mesmo tempo, impossibilitam a potencialização do efeito das demais práticas e insumos utilizados na produção de grãos e fibras. No caso do feijoeiro comum, por exemplo, apenas o uso de sementes sadias pode resultar em aumento no rendimento em até 45%¹, além de reduzir o uso de agrotóxicos. Em Unaí, MG, o uso de sementes certificadas resultou num aumento médio de produtividade de 20% (LOBO JUNIOR, 2005).

A semente de melhor qualidade pode fazer com que a taxa de utilização de sementes, que é tão baixa no feijão, aumente e oportunize melhores índices de produtividade aos agricultores adotantes.

Manejo da adubação

À medida que a fertilidade do solo vai melhorando, mediante sucessivas adubações, mais atenção deve ser dada ao equilíbrio

¹ Informação obtida de Marco Antônio Lollato, pesquisador do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Londrina, PR.

nutricional e ao posicionamento correto dos fertilizantes, sob pena de estes fatores interferirem negativamente até mesmo no rendimento das culturas anuais, seja pela ineficiência de seu uso pelas plantas, seja por possíveis injúrias que possam ocorrer às raízes.

Os fertilizantes minerais, por apresentarem, na sua maioria, efeitos osmóticos e salinos, podem comprometer a germinação e o desenvolvimento das plântulas e raízes, principalmente num ambiente com disponibilidade hídrica deficiente.

No início da década de 60, Vieira e Gomes (1961) demonstraram que alguns fertilizantes podem causar injúrias à germinação de sementes do feijoeiro comum, enfatizando que o contato direto de sementes de feijão com 300 kg de superfosfato simples ha^{-1} e 140 kg ha^{-1} de cloreto de potássio reduziu o estande de plantas em 44% e 58%, respectivamente, e na aplicação da mistura de ambos, a redução foi de 74%.

Ao pesquisarem, em 1982, o efeito da mistura N-P-K, Kluthcouski et al. (1982) concluíram que, com a alteração na profundidade usual de adubação para em torno de 6 cm a 8 cm abaixo das sementes, resultou em ganhos significativos no rendimento do feijoeiro comum, em relação à profundidade usual de aplicação do adubo - a qual, na prática, tem sido próxima das sementes. Em 1998, Kluthcouski (1998) obteve incremento de rendimento de feijão da ordem de 217 kg ha^{-1} , em solo de alta fertilidade no Sistema Plantio Direto (SPD), quando a adubação, utilizando 350 kg ha^{-1} da fórmula 2-20-20, foi feita a 10 cm de profundidade. Na condição de solo preparado com arado de aivecas, este incremento foi de 567 kg ha^{-1} , passando de 2.520 kg ha^{-1} para 3.087 kg ha^{-1} .

A concentração superficial de nutrientes e a compactação que comumente ocorre no SPD também não é desejável, pois pode estimular o crescimento das raízes apenas na superfície do solo. Nesse sentido, em solo de alta fertilidade, sem a necessidade de adubação de fundação, a diluição dos nutrientes no perfil de solo devido ao manejo com arado de aivecas resultou no incremento na produção de feijão em 400 kg ha^{-1} (KLUTHCOUSKI, 1998).

Antecipando-se a aplicação do nitrogênio, é possível reduzir a quantidade aplicada e o custo da operação, além de possibilitar maiores produtividades. Por outro lado, observa-se que, tanto nas várzeas (Tabela 7) como em terras altas (Tabela 8), o retardamento da aplicação de N em cobertura resulta em redução na produtividade do feijoeiro.

Tabela 7. Efeitos de doses de nitrogênio, incorporado imediatamente antes da semeadura, e de épocas de cobertura de nitrogênio sobre o rendimento da cultivar de feijão Carioca, em Lagoa da Confusão, TO, em 2004.

Dose de N ha ⁻¹	Época de cobertura				Média
	Sem cobertura	0 DAE ¹	10 DAE	25 DAE	
Rendimento (kg ha ⁻¹)					
0 ²	1.707	2.585	2.074	1.508	1.969 c
45	2.660	2.621	3.115	2.713	2.778 b
90	3.116	2.967	3.148	3.026	3.064 a
135	2.742	2.987	3.003	2.677	2.852 b
Média	2.556 b	2.790 a	2.835 a	2.481 b	-
CV %	8,2				
DMS	156,7				

¹DAE = dias após a emergência.

²N aplicado antes da semeadura do feijão.

Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Tabela 8. Produtividade média do feijoeiro, cv. Pérola, em função do manejo da adubação nitrogenada, em palhada de braquiária, no SPD, em Cristalina, GO, 2005.

Época da cobertura (45 kg de N ha ⁻¹) ¹	N antecipado (kg ha ⁻¹) ²				Média ³
	0	30	60	90	
Sem cobertura	2.953 C b	3.519 AB a	3.317 BC ab	3.758 A a	3.387 A
Cob. 10 DAE	3.483 A a	3.507 A a	3.232 A b	3.513 A a	3.434 A
Cob. 15 DAE	3.167 A ab	3.425 A a	3.416 A ab	3.468 A a	3.369 A
Cob. 30 DAE	3.000 C b	3.257 BC a	3.653 A a	3.586 AB a	3.374 A
Média ³	3.151 b	3.427 a	3.404 a	3.581 a	
C. V. (%)	7,6				

¹ Adubação de base: 250 kg da fórmula 5-37-00 ha⁻¹ e 60 kg de K₂O ha⁻¹, na forma de KCl aplicado a lanço.

² Nitrogênio aplicado um dia antes da semeadura, em linhas, na profundidade de 6 cm, tendo a uréia Petrobrás como fonte.

³ Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na horizontal, e maiúsculas na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Além disso, em palhadas de braquiária é possível se obter boa produtividade com apenas 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Já em palhada de milho, seria necessário aplicar o dobro de nitrogênio para obter-se o mesmo nível de produtividade (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2005).

No caso do fósforo, a rotação de grãos com capim permite uma maior recuperação de P₂O₅¹, reduzindo a necessidade de adubação fosfatada, que representa de 5 a 10% do custo de produção (Tabela 9).

¹ Informação obtida de Djalma Martinhão Gomes de Sousa, pesquisador Embrapa Cerrados, 2005.

Tabela 9. Recuperação de fósforo nas condições de sucessão grãos-grãos e grãos após pastagem.

Fósforo aplicado (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	Fósforo recuperado	
	Anuais ¹	Anuais e capim ²
	%	
100	44	85
200	40	82
400	35	70
800	40	62

¹ A área foi cultivada por dez anos com soja, seguida de um plantio com milho e quatro ciclos da sequência milho-soja, e plantio de milho, milho e soja.

² A área foi cultivada por dois anos com soja, seguida de nove anos com braquiária mais dois anos com soja e dois ciclos da sequência milho-soja, e cinco anos com braquiária.

Fonte: Informação obtida de Djalma Martinhão Gomes de Sousa, pesquisador Embrapa Cerrados, 2005.

Resultados possíveis em termos de redução de custos de produção

A cultura tradicional do feijoeiro comum irrigado tem o custo de R\$3.954,69 por hectare em Goiás. Com o uso da tecnologia MIP – Manejo Integrado de Pragas pode-se reduzir as aplicações de defensivos aos níveis mínimos, bem como diminuir as intervenções mecânicas na lavoura, o que evita perdas por danos físicos à planta. A redução dos custos com o uso dessa tecnologia é da ordem de R\$1.241,00 por hectare sem levar em consideração os benefícios gerados pela diminuição dos danos físicos.

Juntamente com a tecnologia MIP, pode-se associar o uso da palhada de *Brachiaria* que é altamente funcional para a cultura do feijoeiro comum. A palhada de *Brachiaria* forma uma barreira física entre o solo e a planta, podendo reduzir em até 100% a incidência do mofo branco após, aproximadamente, quatro anos de uso deste sistema, reduzindo em 11,6% os custos com o controle dessa doença; a infestação daninha é controlada com a aplicação de dessecantes para o uso da palhada, portanto, a capina mecânica ou química torna-se dispensável, a economia gerada com esse benefício é de 12,04%; os inseticidas de tratamento também são reduzidos quando se utiliza o MIP, poupando cerca de 1,08% do custo de produção. A incidência da *Rhizoctonia* e o *Fusarium* também são reduzidos, podendo representar uma redução de 0,41% do custo de produção.

O estudo em questão trata do feijoeiro irrigado, no qual é sabido que a perda de água por evapotranspiração chega a até 9 mm por

dia nas regiões mais secas do estado. Porém, com o uso da palhada de *Brachiaria* pode-se reduzir a água aplicada em até 30%, o que, em números, significa reduzir cerca de 4,42% no custo total da lavoura.

Conclusão

Existem práticas que permitem reduzir consideravelmente os custos de produção, melhorando o desempenho econômico do sistema de produção de feijão e ainda contribuindo para reduzir os impactos ambientais da atividade.

Referências

COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Sistema Santa Fé: produção forrageira na entressafra. In: WORKSHOP INTERNACIONAL PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO AGRICULTURA E PECUÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS SAVANAS TROPICAIS SULAMERICANAS, 2001, Santo Antônio de Goiás. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. p. 125-135. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 123).

CONAB. **Custos de produção**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=213>>. Acesso em: 08 dez. 2008.

GÖRGEN, C. A.; LOBO JUNIOR, M.; GONTIJO, G. H. A.; PIMENTA, G.; CARNEIRO, L. C. Manejo integrado do mofo branco da soja utilizando *Trichoderma harzianum* e palhada de *Brachiaria ruziziensis*.

Fitopatologia Brasileira, Brasília, DF, v. 32, p. S 150-151, ago. 2007. Suplemento. ref. 0203. Edição dos Resumos do XL Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Maringá, PR, ago. 2007.

IBGE. **Produção agrícola municipal**: dados de 1990 a 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 nov. 2008.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (SP). **Banco de dados de preços**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 08 dez. 2008.

IPEA. **Ipeadata**. Disponível em <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 17 nov. 2008.

KLUTHCOUSKI, J. **Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio direto.** 1998. 179 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Manejo da adubação nitrogenada na produtividade do feijoeiro. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. (Ed.). **Resultados obtidos na área pólo de feijão no período de 2002 a 2004.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 31-33. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; TEIXEIRA, M. G.; CHAGAS, J. M.; CASTRO, T. de A. P. e; GUIMARÃES, C. M. Profundidade de incorporação de adubos para o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p. 142-143. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1).

KLUTHCOUSKI, J.; THUNG, M.; AIDAR, H.; OLIVEIRA, F. R. de A. Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n. 113, p. 1-24, mar. 2006. Encarte técnico.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 ago. 2008.

LOBO JUNIOR, M. Efeito da qualidade e tratamento de sementes na severidade de podridões radiculares em feijoeiro. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. (Ed.). **Resultados obtidos na área pólo de feijão no período de 2002 a 2004.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 18-22. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).

QUINTELA, E. D. Manejo de pragas reduz o uso de inseticidas. **Agroanalysis**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. E-11-E-12, abr. 2004.

RICARDO, T. R.; WANDER, A. E.; LOBO JUNIOR, M. Custos associados ao mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em feijoeiro comum de 3ª safra em Goiás. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Ciência e tecnologia na cadeia produtiva do feijão: anais.** Campinas: IAC, 2008. 1 CD-ROM. (IAC. Documentos, 85).

SILVA, O. F. da; FARIA, L. C. de; MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J. **Sistemas e custos de produção de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes épocas e regiões de cultivo**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 40 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 168).

SOUZA, R. da S.; WANDER, A. E. Análise das relações de troca entre feijão e seus principais insumos. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 5., 2008, Goiânia. **Produção do conhecimento e transformação social: anais...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2008. 1 CD-ROM.

VIEIRA, C.; GOMES, F. R. Ensaio de adubação química do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 11, n. 65, p. 253-264, 1961.

WANDER, A. E.; DEL PELOSO, M. J.; ALMEIDA, V. M. de. **Sistema de cultivo e custos de produção de feijoeiro comum em Primavera do Leste (MT), na safra 2004/2005**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005a. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 101).

WANDER, A. E.; FARIA, L. C. de; MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; FERREIRA, C. M.; LACERDA, A. C. V.; FREITAS, F. C. de. **Sistemas de cultivo e custos de produção de feijão no Brasil nas safras 2003/2004 e 2004/2005**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005b. 24 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 180).

CAPÍTULO 21

Importância dos Pólos de Validação, Transferência e Pesquisa e os Principais Resultados Obtidos

***Adriano Stephan Nascente, Tarcísio Cobucci e
Flávio Jesus Wruck***

No contexto das grandes transformações socioeconômicas que afetam o Brasil e o mundo, provocadas pela globalização, como: preocupação com o ambiente; redução gradativa de recursos públicos; e exigência da sociedade quanto aos resultados de pesquisa, as instituições de pesquisa e desenvolvimento vêm envidando esforços para viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro. Entretanto, verifica-se que, praticamente em todo o mundo, a maioria das pesquisas agropecuárias, principalmente as de caráter sistêmico, têm sido conduzidas em campos experimentais públicos, onde, muitas vezes, há escassez de recursos humanos, financeiros e de logística, favorecendo, no entanto, o acompanhamento periódico dos experimentos, por parte do(s) pesquisador(es). O principal problema, porém, advém do fato de que muitos temas de pesquisas nem sempre são adequadamente diagnosticados, bem como, após gerar um novo conhecimento/prática/técnica/tecnologia, existe a necessidade de validação e transferência junto ao destinatário final – o produtor rural. Ademais, os eventos de transferência de tecnologias em áreas públicas nem sempre são bem vistos por esses usuários finais, os quais, geralmente, argumentam que se dá excesso de esmero na implantação e condução dessas unidades de validação ou de transferência de tecnologia. Adicionalmente, no caso brasileiro, os recursos públicos destinados à pesquisa agropecuária estão diminuindo a cada ano. Além disso, o tempo que normalmente se gasta para a obtenção de recursos financeiros públicos, desde a formulação de um determinado projeto de pesquisa até a liberação de recursos, normalmente sobrepõe a dois anos, sendo que, muitos dos temas de pesquisa, principalmente em sistemas agrícolas, são de caráter urgente.

Assim, verifica-se que as instituições de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia, além de oferecer bons produtos e serviços, têm que trabalhar em parceria com setores públicos e privados para implementar um eficiente sistema de distribuição e promoção, visando sucesso na transferência de tecnologia. Contudo, atingir tal missão em um país de dimensão continental como o Brasil, requer grande esforço interativo por parte da pesquisa e das áreas de comunicação e negócios tecnológicos. Como estratégia de trabalho, as instituições deverão promover a aproximação entre os elos da cadeia produtiva dos agronegócios, formalizando uma grande rede de disseminação de informações tecnológicas com a criação e fortalecimento de mecanismos de articulação interinstitucional. Este processo vai exigir que a empresa

fomente novos modelos de transferência que, necessariamente, passarão pela implantação de pólos de difusão de tecnologia em regiões estratégicas, capacitação de técnicos multiplicadores, organização sistematizada das informações de suas ofertas tecnológicas, otimização de meios eletrônicos para massificar e socializar essas informações aos mais variados públicos de forma rápida e com menores custos, e estabelecimento de redes no agronegócio para atuar na transferência de conhecimentos e tecnologias e que possam potencializar a tarefa de incorporar os avanços obtidos (GOMIDE et al., 1995). Desta forma, consegue-se uma harmonização entre as diretrizes da pesquisa e as demandas das cadeias produtivas, dinamização do processo de incorporação dos conhecimentos e tecnologias ao processo produtivo, além de estabelecimento de relação intensa e contínua entre os pesquisadores, assessores técnicos, parceiros e produtores rurais.

Pólos

Por tudo isso, a criação de “pólos” de pesquisa/validação/transferência de tecnologias agropecuárias, principalmente em áreas privadas, é um componente importante no sucesso da apropriação das tecnologias geradas nos centros de pesquisa, oferecendo incontestáveis benefícios, destacando-se:

- Diagnóstico mais preciso do problema;
- Trabalho em equipe e com parceiros externos ligados, por exemplo, a máquinas, equipamentos e insumos;
- Redução de custos, principalmente com insumos e serviços;
- Constante presença do(s) produtor(es) e de técnicos avaliando o desempenho da pesquisa ou unidade de validação, inclusive dando sugestões;
- Possibilidade de desenvolver pesquisas em vários temas simultaneamente, agilizando a solução do(s) problema(s); e
- Encurtamento da distância para o efetivo acesso/adoção da tecnologia pelos produtores rurais; entre outros.

Pólos de validação/transferência/pesquisas agropecuárias estabelecidos pela Embrapa Arroz e Feijão

A Embrapa Arroz e Feijão, ao longo de sua história, implantou uma série de pólos de validação/transferência/pesquisas em diversas

regiões do país. Estes pólos, mesmo não sendo relacionados somente à cultura do feijoeiro comum, mostram estratégias de sucesso utilizadas para favorecer o maior acesso às tecnologias geradas na Unidade e também permitem um maior contato entre pesquisadores, técnicos e produtores rurais, o que se traduz em vários benefícios à sociedade. Dentre os pólos implantados, merecem destaque:

Pólo Fazenda Barreirão – Piracanjuba (GO)

Esse pólo foi, historicamente, o primeiro a ser criado pela Embrapa Arroz e Feijão, surgindo espontaneamente, a partir do estabelecimento de parceria com o proprietário, Augusto Zacharias Gontijo, no ano de 1984. A Fazenda Barreirão situa-se no Município de Piracanjuba, GO, distante cerca de 100 km de Goiânia. Nessa região, explora-se igualmente as pecuárias de corte e leite, sendo pouco expressiva a produção de grãos. A altitude média é de 850mm, com dominância de latossolos de textura média e relevo suave ondulado.

Nos primeiros anos, numa espécie de consultoria técnica, essa parceria objetivou a recuperação/renovação de mais de 1000 hectares de pastagens degradadas, no processo de Integração Lavoura Pecuária, utilizando-se diferenciado manejo de solo (SEGUY et al., 1984) e consórcio de culturas graníferas, principalmente o arroz de terras altas com forrageiras, principalmente as braquiárias.

Devido ao sucesso dessa técnica na referida propriedade, bem como em propriedades circunvizinhas, em 1990 iniciaram-se inúmeros estudos objetivando aprimorar ainda mais aquilo que, em 2001, passou a ser denominado de Sistema Barreirão. Este sistema preconizava o cultivo simultâneo de grãos (até então com melhores resultados com a cultura do arroz de terras altas) com forrageiras e também o uso de arado de aiveca (KLUTHCOUSKI et al., 1991).

Apesar do lançamento oficial dessa tecnologia via publicações (KLUTHCOUSKI et al., 1991), tanto quanto pela mídia televisiva, a exemplo do programa Globo Rural, as pesquisas continuaram principalmente com outras espécies graníferas e forrageiras. Como resultado, além da expressiva adoção pelos produtores rurais, essa tecnologia foi agraciada com dois prêmios importantes - Prêmio IOCHPE de Tecnologia, outorgado pela Maxion S.A, em dezembro de 1991, e o Prêmio: Safra-Versão 1997, outorgado pelo Ministério da Agricultura, em agosto de 1998. Como resultado de tudo isso, até 1998 foram publicados centenas de trabalhos científicos e de artigos para mídia.

Quanto à equipe multidisciplinar, vale ressaltar que a maioria dos pesquisadores que a compunham estavam bastante desmotivados enquanto atuavam exclusivamente na sede da Unidade, passando a extremamente motivados no referido pólo. Simultaneamente às pesquisas, essa equipe passou, também, a incrementar um dos maiores programas de validação e transferência de tecnologias no país, abrangendo mais de 60 municípios em cerca de 10 estados brasileiros.

No que diz respeito às parcerias, até o ano de 1991, elas foram compostas de apenas três segmentos: Embrapa Arroz e Feijão; Fazenda Barreirão e Ikeda Máquinas Agrícolas Ltda. A partir desse ano, principalmente no que diz respeito à validação e transferência da tecnologia, inúmeras outras parcerias foram agregadas, tais como: FMC; Marchesan; Valmet; Mitsui Fertilizantes; Universidades e cooperativas diversas; entre outras. Como resultado dessas parcerias, não foi necessário, em nenhum momento, utilizar recursos financeiros públicos, nem na pesquisa e nem no processo de difusão da tecnologia. Acrescenta-se, ainda, que na Embrapa Arroz e Feijão foram alocados, em comodato ou doação, dezenas de implementos agrícolas e cerca de quatro veículos, além de insumos diversos e material de expediente.

Com relação aos eventos de transferência de tecnologia, merecem destaque os dias de campo realizados na propriedade no período de 1982 a 2004, onde anualmente era recebido um público superior a 300 participantes em cada evento e contava, também, com a presença do ministro da agricultura, deputados federais, secretários de estado e diversas autoridades municipais.

Pólo Fazenda Santa Fé – Santa Helena (GO)

A Fazenda Santa Fé está situada no Município de Santa Helena de Goiás, distante cerca de 200 km de Goiânia, na região Sudoeste do Estado de Goiás, a 17°48'49" de latitude Sul e 50°35'49" de longitude Oeste, e altitude aproximada de 615 m. A maioria dos solos da Fazenda Santa Fé são classificados como Latossolo Roxo Eutrófico, com textura franco argilo-arenosa, no perfil 0-20 cm, e argilosa, entre 20-40 cm.

Em 1978, já se preocupando com a agregação de valores nessa fazenda que à época se chamava Fazenda Três Irmãos, começou a produzir sementes de arroz, especialmente das cultivares IAC 25 e IAC 47, e de soja. Em 1980, com o advento do Programa Pró-Feijão, iniciou, também, a produção de sementes dessa leguminosa. Em 1981, passou, num ato de pioneirismo, a produzir, também, sementes de

sorgo, naquela época o denominado BR 300. Em 1995, iniciou-se a produção de sementes próprias de híbridos de milho, levando o nome de Sementes Fartura.

Decorridas cinco décadas de manejo adequado do solo e das culturas, os solos dessa propriedade apresentam hoje fertilidade apropriada, resultando em bons rendimentos das culturas anuais. Assim, a Fazenda Santa Fé foi explorada com agricultura (produção de grãos e sementes) até o final da década de 90, a partir de então, com agricultura e pecuária, principalmente na forma de confinamento. Em 2002, quando na fazenda ainda se cultivava feijão, produziu-se, em cada hectare, num espaço de 12 meses, 3 t ha⁻¹ de grãos, soja e/ou feijão. Além disso, em cerca de 300 hectares foi produzido, simultaneamente, volumoso para 20 mil unidades animais. Atualmente, com 885 hectares, a propriedade utiliza 820 na exploração lavoureira e 40 no confinamento. Os 25 hectares restantes são ocupados por vias de acesso e estrutura física. A fazenda possui, também, 500 hectares irrigados basicamente por pivô central. Toda a exploração agrícola é baseada no uso racional das tecnologias.

A parceria com a Embrapa Arroz e Feijão, em conjunto com a ousadia de testar e adotar novas tecnologias, permitiu que a Fazenda Santa Fé fosse pioneira em muitas questões, como a introdução e divulgação do sorgo para a maioria das regiões brasileiras, não só como produtora de sementes mas, sobretudo, ensinando a usar o cereal e mostrando seus benefícios. Anteriormente, o sorgo era conhecido apenas no Rio Grande do Sul; a adoção e difusão do sistema de irrigação por aspersão para a produção, principalmente de feijão, no período de inverno; a introdução e adaptação do Sistema Plantio Direto, a partir de 1982, quando ainda não existiam produtos químicos e máquinas apropriados para esse sistema; início da técnica de acabamento de bovinos no sistema de confinamento; e a introdução e difusão do pastejo rotacionado.

Desde o final da década de 1970, essa fazenda conta, regularmente, com técnicos especializados, pelo menos um engenheiro agrônomo e um técnico agrícola. Além disso, tem mantido parcerias, especialmente com a Embrapa Milho e Sorgo e Embrapa Arroz e Feijão. Com isso, a cada ano, além das explorações comerciais, são conduzidos vários experimentos para validação de tecnologias, em parceria com empresas públicas e privadas. A Fazenda Santa Fé, como regra, tinha como premissa nunca adotar uma tecnologia sem que a mesma fosse devidamente aferida nas condições edafoclimáticas da propriedade. Da mesma forma, a introdução de novos cultivos passava pelo mesmo ritual.

O Pólo Fazenda Santa Fé foi iniciado em 1996, sendo que até 2009, a maioria das atividades eram voltadas para a produção sustentável de feijão e arroz no Sistema Plantio Direto (SPD). Nesse período, foram desenvolvidas práticas relacionadas ao arranjo espacial das plantas, descompactação do solo, manejo da adubação, manejo integrado de pragas (MIP), fontes de palhada, entre outros. Neste mesmo período, toda a equipe da Embrapa Arroz e Feijão envolvida nessa parceria, além das contribuições técnico-científicas, teve a oportunidade de se aprimorar no Sistema Plantio Direto.

A partir de 1999, numa tentativa de se obter palhada de braquiária para minimização dos danos causados pelo mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) no feijoeiro, adotou-se o sistema de consórcio de milho com diferentes forrageiras tropicais. Na palhada de milho com as forrageiras produzidas, na safra seguinte, o mofo branco não causou nenhum prejuízo ao feijoeiro, comparado à palhada da soja, onde 50% das plantas foram infectadas (AIDAR et al., 2000). Isso, porém, não foi a maior novidade, pois durante o desenvolvimento dessas espécies em consórcio, observou-se que a forrageira não estava competindo com o milho, o que foi comprovado com a colheita deste cereal. A partir daí, a Fazenda Santa Fé apropriou toda a sua estrutura para o desenvolvimento do que, em 2001, se denominaria oficialmente de "Sistema Santa Fé" (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Outros estudos desenvolvidos foram: estudos de fatores adversos ao SPD; solubilização de fertilizantes; consórcio de leguminosas com milho forrageiro, entre outros.

Com o desenvolvimento das tecnologias, foram realizados vários eventos na fazenda, visando divulgá-las para o público, através da realização anual de dias de campo, que contaram com média de 400 participantes por evento, além de contar com a presença de várias autoridades, entre elas: ministros e ex-ministros, secretários de estado, prefeitos, entre outros.

Além disso, a partir de 2000, antes mesmo da oficialização do "Sistema Santa Fé", foi dado início a ampla validação/transferência desse sistema na região e no País. Até o presente, foram realizados mais de 50 dias de campo, com presença média de cerca de 500 participantes por evento. Também estabeleceu-se um profícuo programa de treinamento de técnicos em agropecuária, que seguramente passa de 3000 nos principais estados brasileiros sob clima tropical. De maneira semelhante ao Sistema Barreirão, todos os custos referentes a insumos e serviços ficaram por conta da Fazenda

Santa Fé, enquanto aqueles referentes à difusão do sistema ficaram por conta da parceria estabelecida com a Basf Indústrias Químicas.

Pólo Várzeas Tropicais – Formoso do Araguaia/Lagoa da Confusão/Barreira da Cruz (TO)

O pólo foi instalado na Região das Várzeas Tropicais do Tocantins, em área sob domínio do ecossistema de várzea tropical, com clima local do tipo B1wA'a', segundo a classificação de Köppen, precipitação média anual de 1.700 mm, temperatura média de 27,5° C, umidade relativa do ar de 76%, com verão chuvoso e inverno seco. Os solos de várzea são classificados como Gleissolos, caracterizando-se, em geral, como hidromórficos de cor acinzentada, ácidos a fortemente ácidos, com pH 4,5 a 5,0 e CTC alta, devido, principalmente, à presença elevada de matéria orgânica. A textura é média ou argilosa em todos os horizontes (AIDAR; BIAVA, 2004).

Até a criação desse pólo, considerava-se impossível a produção de feijão comum nas várzeas tropicais, cuja temperatura média era considerada alta, em razão das baixas altitude e latitude. As primeiras pesquisas com feijão nesse agroecossistema datam do início da década de 1990. Nessa oportunidade, avaliaram-se, em parceria com a Baldam Máquinas agrícolas, alternativas de semeadura do feijão, acreditando-se que o excesso de água no solo, devido à subirrigação, era prejudicial à cultura. Em todos os tratamentos estudados produziu-se feijão. Porém, os rendimentos eram baixos, atingindo, no máximo, 1,2 t ha⁻¹.

Após uma longa pausa, em 1999 as pesquisas foram reiniciadas, dessa vez em parceria com as Indústrias Colombo, Sementes Dona Carolina, Sementes Verdes Campos e o Grupo Cardoso. Em princípio, os pesquisadores continuavam sem saber se um dia seria possível produzir feijão naquele ambiente. Por isso, tomaram a decisão de fazer um verdadeiro mutirão de experimentos, totalizando mais de 100, nas mais diversas áreas de pesquisa – avaliação de cultivares/linhagens, manejo do solo, manejo da adubação, adubação foliar com micronutrientes, fixação biológica do nitrogênio, rodas compactadoras, reguladores de crescimento, uso de sistema de diagnóstico integrado na área de nutrição mineral de plantas, como o DRIS, fontes e doses de macronutrientes, herbicidas pré e pós-emergentes, avaliação de temperatura do solo, espaçamento e densidade de semeadura, moléculas químicas para controle do Elasmô, entre outros. Nos dois primeiros anos, denotavam-se dois grandes problemas: intenso ataque da lagarta Elasmô e pouca resposta a todos os tratamentos até então

testados, porém, a produtividade, em alguns casos, era superior a 1,5 t ha⁻¹. Em 2002, já sem muitas esperanças, foi testada uma última alternativa tecnológica, o manejo antecipado do nitrogênio. A resposta foi absoluta e os rendimentos nos experimentos passaram a ser de mais que 3 t ha⁻¹. Essa técnica, inclusive, foi testada em terras altas em anos posteriores, em muitas outras espécies, sendo hoje considerada uma das melhores tecnologias para o aumento da eficiência da adubação nitrogenada (KLUTHCOUSKI et al., 2006). Desta forma, a equipe multidisciplinar, apesar da distância da sede da Unidade e das condições de alta temperatura, não mediu esforços para conduzir os ensaios e contribuir para desenvolver tecnologias que permitissem a viabilização da cultura do feijoeiro nas condições das várzeas.

Este pólo permitiu, posteriormente, o início da transformação das várzeas tropicais, com exclusividade, como o pólo produtor de sementes de feijão naturalmente sadias. Hoje, nessas várzeas, já são produzidas sementes de soja de alta qualidade para atender as mais diversas regiões produtoras do país. Além disso, mais recentemente, iniciou-se a produção nas várzeas de feijões especiais, tipo exportação. Outra contribuição importante foi a aprovação de um projeto que visa subsidiar os produtores rurais da região a tornarem as várzeas do Tocantins numa IG (Indicação Geográfica), ou seja, criar uma espécie de "selo" para caracterizar as sementes produzidas na região, permitindo que os produtores consigam melhores preços pelo seu produto e os consumidores uma garantia de que estão adquirindo uma semente de alta qualidade produzida nas várzeas.

A implantação deste pólo contou com uma especial atenção da Secretaria de Agricultura do Estado do Tocantins, que subsidiou grande parte das ações desenvolvidas pela Embrapa Arroz e Feijão no Estado, além de coordenar a realização dos eventos de transferência de tecnologia, que sempre contaram com público superior a 200 participantes, entre eles visitantes ilustres como o governador do estado, secretário de agricultura, embaixador da Arábia Saudita, deputados federais entre outros.

Pólo Feijão Irrigado – Cerrado – Unaí (MG) Formosa e Cristalina (GO)

Criado em 2002 e executado anualmente, o GTEC FEIJÃO é um grupo técnico do feijão, coordenado pela Embrapa Arroz e Feijão, com apoio de empresas privadas e formado por professores das Universidades, pesquisadores da Embrapa, técnicos da indústrias de

defensivos agrícolas, máquinas e adubos, assessores autônomos, técnicos de revendas e produtores tecnificados. A meta do grupo é realizar uma capacitação continuada dos técnicos que têm contato constante com produtores da cultura do feijoeiro comum.

Este pólo tem como objetivo pesquisar, validar e transferir tecnologias para produção sustentável do feijoeiro e da Integração Lavoura-Pecuária. Nele, são avaliados, anualmente, práticas culturais, novos insumos e genótipos de feijão. Assim, este grupo já publicou dois manuais com resultados de validação e pesquisa da série Embrapa Documentos, além de realizar anualmente reuniões técnicas de divulgação de resultados, avaliação e planejamento, dias de campo anuais, e pólos de transferência de tecnologia. Já validou, também, diversos resultados de pesquisa e capacitou assessores técnicos na cultura do feijoeiro comum.

Dentre as principais inovações inerentes ao feijoeiro obtidas nesse pólo, destacam-se: a recomendação de controle biológico (*Trichoderma* spp.) de fungos de solo, em especial de mofo branco; importância do uso de sementes de qualidade; importância do uso de fitohormônios em pulverização, que tem possibilitado aumentos significativos na produtividade do feijoeiro; eficiência do uso do antecessor braquiária, que favoreceu o controle de doenças do solo, controle de plantas daninhas, aumento de matéria orgânica, melhor estruturação do solo e maior produtividade do feijoeiro; e recomendação da adubação nitrogenada toda na base, ou seja, sem a realização da adubação de cobertura.

Para realizar todas estas atividades, foi necessário criar uma equipe multidisciplinar, além de pessoal de apoio e parcerias para viabilizar a contratação de mão de obra para realização das atividades de rotina, por exemplo, a Syngenta coloca à disposição do GTEC um técnico agrícola para instalação e condução de todos os ensaios do grupo. Ao final da condução dos ensaios de pesquisa e validação, são realizados dias de campo que contam com a participação, em média, de 400 pessoas. Após a colheita, os resultados são tabulados e apresentados em plenários para os assessores técnicos.

Pólo Sinop/Sorriso (MT)

O Estado do Mato Grosso é o maior produtor de grãos do país, notadamente de soja, milho e arroz de terras altas. Diante disso, a Embrapa Arroz e Feijão instalou um pólo de pesquisa/validação/

transferência de tecnologia no Município de Sinop, visando contribuir para o desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas na região, em especial para recuperar pastagens degradadas e também como alternativa para rotação com a cultura da soja. O pólo foi instalado no final de 2003 e conta com um pesquisador e um operário rural lotados no município, além dos pesquisadores da Unidade que desenvolvem trabalhos na região. A região é caracterizada por relevo plano a suavemente ondulado, com vegetação de Cerrado, baixa fertilidade, alta acidez, com solos de textura leve a média e clima seco no inverno e chuvoso no verão.

O pólo foi instalado para avaliar uma série de atributos, como: diferenças de qualidade de matéria orgânica; relação da atividade biológica do solo com a produtividade de arroz e feijão; efeito do nitrogênio amoniacal e nítrico na cultura do arroz; manejo de adubação, com ênfase no nitrogênio e efeito fitotônico de produtos na produtividade de arroz; cultivares; manejo do arroz em SPD e na integração lavoura-pecuária. Inicialmente com foco no arroz de terras altas, agora já começa a trabalhar também com feijão, em especial como cultura de safrinha. Para esta cultura, as atividades desenvolvidas permitiram divulgar tecnologias de cultivares, adubação antecipada de nitrogênio e uso de produtos com efeito fitotônico na produtividade.

Além da condução de VCUs, ou seja, ensaios para verificação do Valor de Cultivo e Uso, que subsidiam a recomendação de cultivares para o estado, e a instalação de unidades demonstrativas de cultivares para validação dos resultados, uma das principais tecnologias desenvolvidas no pólo foi aquela que permitiu uma maior estabilidade e produtividade do arroz de terras altas em terras "velhas" (terra já cultivada com agricultura, geralmente com soja, em SPD). A tecnologia consiste em quatro itens básicos: 1- aumento da matéria orgânica do solo, de preferência com o uso de forrageiras do gênero *Brachiaria*; 2- escarificação do solo no momento da semeadura, com o uso de haste ("botinha"), e, em seguida, de compactação do sulco de semeadura, com rolo compactador acoplado à plantadeira; 3- antecipação da adubação nitrogenada, com a adubação de cobertura sendo realizada logo após a semeadura; e 4- aumento da atividade da enzima nitrato redutase, conseguida através da utilização de produtos químicos.

Os trabalhos desenvolvidos no Estado do Mato Grosso contaram com uma série de parceiros, como a Empaer - Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural; Agronorte, Basf, Sindicatos de Indústrias de Beneficiamento de Arroz, entre outros.

Estas parcerias subsidiaram a criação da Comissão Técnica do Mato Grosso/Rondônia, em 2007. Esta comissão técnica tem caráter interinstitucional e interdisciplinar, e tem representantes em subcomissões temáticas, que buscam maior volume e organização de informações, por meio de fóruns de discussão. Dela fazem parte instituições públicas e privadas de pesquisa, assistência técnica, financeiras, empresas de insumos, indústrias afins, fundações de apoio à pesquisa e associações de produtores, que vêm permitindo prospectar demandas de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia, além de otimizar a competência interinstitucional visando complementaridade de ações. A comissão já se reuniu duas vezes, em 2007 e 2008, e foi gerada em cada ano uma publicação técnica com recomendações para a cultura do arroz de terras altas para os Estados do Mato Grosso e Rondônia, com base nos dados gerados no pólo da Embrapa Arroz e Feijão e de outras instituições.

Anualmente, são realizados vários eventos de transferência de tecnologia em diversos municípios do Estado, como: Santa Carmem, Sorriso, Canarana, Alta Floresta, Querência e Água Boa, com um total de 12 dias de campo, 3 cursos, 1 reunião técnica e 2 workshops realizados a cada ano. Estes eventos permitiram que mais de 4.000 produtores rurais de Mato Grosso e Rondônia tivessem acesso às tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Arroz e Feijão nestes estados. No ano de 2007, produtores, técnicos e autoridades do Município de Paranatinga, solicitaram a instalação de um pólo no referido município, devido à distância de Sinop, onde já foram conduzidos diversos ensaios e também realizado dias de campo, workshops e cursos para técnicos da região.

Pólo – Ipameri (GO)

Em 2006, na cidade de Ipameri, GO, distante 196 km de Goiânia, estabeleceu-se parceria com a Fazenda Santa Brígida e a empresa de máquinas e equipamentos agrícolas John Deere, inicialmente com o propósito de validar e transferir tecnologias relacionadas à Integração Lavoura-Pecuária.

Na grande região onde Ipameri se localiza, predomina o ecossistema cerrado, com terras de baixa fertilidade, alta acidez e relevo suavemente ondulado. É conhecida como a região da “estrada de ferro”, com dominância de pecuária extrativista, com isso, as pastagens estão em estágio avançado de degradação. Contudo, em razão da altitude, superior a 800 m, e dominância de latossolos de textura franca, apesar

da baixa fertilidade, essa região apresenta um enorme potencial para a produção de grãos, fibras, frutas e madeira. Por tudo isso, a partir da safra 2007/2008, decidiu-se por ampliar os temas para outras novidades tecnológicas relacionadas às culturas do algodão, soja, milho, arroz, feijão, trigo, girassol, viticultura e reflorestamento, o que favoreceu a ampliação da equipe de pesquisadores e assistentes de pesquisa que se dedicaram a conduzir ensaios na propriedade.

A Fazenda Santa Brígida, apesar de dispor de solos com ótimas propriedades físicas e topografia plana a suave ondulada, até 2006, também apresentava apenas o cenário de pastagens degradadas, tendo, porém, recuperado cerca de 30% na safra 2006/2007 e outros 40% na safra seguinte.

Como o trabalho em equipe faz a diferença, para esse pólo também foi composto um quadro de parceiros importantes, destacando-se: John Deere; Marchesan; Ikeda; Banco do Brasil e Brasmilho. Além da Escola de Agronomia da Universidade Estadual de Goiás, sediada em Ipameri, o CEFET e o Colégio Agrícola de Urutaí, distante 36 km de Ipameri. Destaca-se que logo no primeiro ano de existência desse pólo, foram oferecidas 10 vagas de estágio para estudantes de Agronomia, os quais além do acompanhamento de todas as atividades relacionadas à Integração Lavoura-Pecuária, também participaram efetivamente na preparação e apresentação dos eventos de transferência de tecnologia.

Ao final dos trabalhos de pesquisa e validação de tecnologia, é realizado um dia de campo para apresentação dos resultados para a sociedade em geral, o primeiro dia de campo contou com cerca de 800 pessoas e, no ano seguinte, foi mantida a mesma média. Durante estes eventos também estavam presentes o ex-ministro da Agricultura Dr. Alisson Paulineli, secretário de estado da agricultura de São Paulo, deputados federais, diretores de escolas agrícolas, diretor internacional da John Deere entre outros.

Pólo – Paraná

Contribuir para a melhoria da rentabilidade da agricultura familiar paranaense por meio do aumento da produtividade, redução de perdas e melhoria da eficiência do sistema produtivo de feijão, este é o principal objetivo do Projeto Grãos Centro Sul de Feijão, que é coordenado pela Emater Paraná e conta com parceiros como a Embrapa Arroz e Feijão/SNT, Iapar, Syngenta e Prefeituras Municipais.

Este projeto, além de permitir um estreitamento das relações com instituições do Estado do Paraná, é uma grande oportunidade de fazer chegar aos agricultores familiares as cultivares melhoradas do feijoeiro comum geradas pela pesquisa. Neste sentido, a Embrapa SNT e Embrapa Arroz e Feijão iniciaram sua participação no referido pólo na safra 2005/2006 e fornecem sementes de cultivares de feijão para se implantar 20 unidades demonstrativas (UD) no Paraná, onde cada unidade tem uma área de 1,0 ha e é composta por apenas uma variedade. Além das sementes de cultivares melhoradas, há a participação de pesquisadores da Embrapa nos eventos de transferência de tecnologia, visando divulgar as principais características dos materiais das unidades demonstrativas. Este projeto, apesar de não apresentar um local específico para se conduzir os trabalhos de transferência de tecnologia, inova ao se implantar 40 pequenos pólos de transferência (os outros 20 são de responsabilidade do IAPAR). Na época da colheita das cultivares, são realizados dias de campo com a presença de produtores rurais dos municípios próximos de onde foram instaladas as unidades demonstrativas. Anualmente, também os técnicos da Emater – PR são reciclados na cultura do feijoeiro para melhor conduzir as UD's.

Os principais objetivos do pólo são: aumentar a produtividade da cultura do feijoeiro comum no Paraná; aumentar a área com uso de SPD no Paraná; aumentar a utilização de equipamentos de proteção individual; aumentar a rentabilidade da cultura do feijoeiro comum; capacitar anualmente os agentes de transferência de tecnologia; implantar e conduzir unidades demonstrativas em municípios estratégicos do Estado; realizar eventos de transferência de tecnologia nas unidades demonstrativas para produtores rurais e técnicos da região; e avaliar e planejar ações da safra seguinte.

Como resultados do projeto são realizados anualmente mais de 50 reuniões técnicas, 40 dias de campo, 40 excursões técnicas e 1 semana de campo (realizada no campo experimental da Fundação ABC, para onde vão excursões de vários municípios do estado), o que representa uma participação de mais de 4000 produtores rurais do Estado do Paraná nos eventos de transferência de tecnologia, que também contam com a participação do secretário de estado da Agricultura e de diversas outras autoridades. Além disso, aumentou-se a utilização do equipamento de proteção individual (EPI), do SPD e proporcionou um aumento da produtividade da cultura no Estado.

Além destes trabalhos de transferência de tecnologia, na fazenda experimental da Embrapa Transferência de Tecnologia, no Escritório

de Negócios Tecnológicos de Ponta Grossa, são conduzidos os ensaios do melhoramento genético do feijoeiro comum, onde se plantam linhagens em duas safras: safra ou chuvas e safrinha ou seca. A região é estratégica para o programa de melhoramento por favorecer a incidência de doenças, facilitando a seleção de materiais mais resistentes. Para as avaliações de VCUs, a Embrapa conta com vários parceiros, como: cooperativas agrícolas, escritórios de planejamento, escolas agrotécnicas, fundações de pesquisa e empresas privadas. Assim, os resultados de Ponta Grossa, em conjunto com os ensaios de VCUs conduzidos nos parceiros do Paraná, Santa Catarina e São Paulo, subsidiam a tomada de decisões do lançamento de novas cultivares.

Considerações Finais

A implantação dos pólos quase sempre foi realizada por pesquisadores fitotecnistas, os quais além de suas atribuições dentro de Unidade de pesquisa, não mediram esforços para as longas viagens, estadias muitas vezes sem o conforto habitual e, ainda, ficando por dias e dias longe de seus familiares. Mas todo esse esforço tem sido gratificante para a empresa e para o país, pois, além de potencializar o processo de transferência de tecnologias, nos pólos foi possível, também, diagnosticar e gerar sistemas de manejo revolucionários, tais como: Sistemas Barreirão e Santa Fé; sistema de produção de feijão nas várzeas tropicais; produção de sementes “naturalmente sadias” nas várzeas tropicais; manejo antecipado de nitrogênio; acessório acoplado à semeadora para evitar a salinização por fertilizantes; controle do mofo branco através de palhada de cobertura do solo e biológico; aperfeiçoamento dos manejos integrados de pragas; uso de produtos com efeito fitotônico na produtividade do arroz e feijão; validação de tecnologias para a introdução do arroz no SPD; entre outros.

Portanto, os pólos devem ter continuidade, aperfeiçoando-os. Dentre as formas de torná-los mais eficientes, destacam-se: um planejamento interno para avaliar e discutir as tecnologias disponíveis e passíveis de transferência de tecnologia nos pólos; discussão junto aos agentes da cadeia produtiva com influência em cada pólo, para definição de atividades e responsabilidades; e reuniões de avaliações e ajustes, após cada ano agrícola. Outro ponto importante, é a busca de mecanismos mais ágeis para a celebração de contratos com empresas, para facilitar as parcerias com instituições públicas e privadas que sempre contribuem para viabilizar a condução dos trabalhos nos pólos.

Referências

AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; CARNEIRO, G. E. S.; SILVA, J. G. da; DEL PELOSO, M. J. Bean production and white mould incidence under no-till system. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 43, p. 150-151, Mar. 2000.

AIDAR, H.; BIAVA, M. (Ed.). **Produção de sementes sadias de feijão comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. (Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, 4). Disponível em: <<http://sistemaproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoVarzeaTropical/index.htm>>. Acesso em: 14 out. 2008.

GOMIDE, J. de C.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. de; DUTRA, L. G.; PINHEIRO, B. da S.; SILVA, A. E. da; BALBINO, L. C. **Validação e transferência de tecnologia no cerrado: novo enfoque**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. 31 p. (EMBRAPA-CNPAP Documentos, 61).

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. de A. Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n. 113, p. 1-24, mar. 2006. Encarte técnico.

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

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. de. **Renovação de pastagens dos cerrados com arroz. I**. Sistema Barreirão. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991. 20 p. (EMBRAPA-CNPAP Documentos, 33).

SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J. G. da; BLUMENSCHNEIN, F. N.; DALL'ACQUA, F. M. **Técnicas de preparo do solo: efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação de água**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 26 p. (EMBRAPA-CNPAP Circular técnica, 17).

CAPÍTULO 22

Qualidade Nutricional, Funcional e Tecnológica do Feijão

Priscila Zaczuk Bassinello

O feijão constitui-se na leguminosa mais importante para a alimentação de mais de 500 milhões de pessoas, principalmente na América Latina e África. No Brasil, o feijão é um alimento básico da população, constituindo-se na principal fonte de proteína vegetal.

O feijão é conhecido em alguns lugares como “carne de pobre”, pelo fato de ser alimento rico em proteínas, carboidratos complexos, vitaminas, minerais e fibras.

A despeito de suas claras e evidentes origens populares, o feijão ganhou o respeito e a credibilidade que possui em virtude de suas possibilidades gastronômicas e qualidades nutricionais. Fonte de ferro, vitaminas do tipo B, magnésio, potássio e ácido fólico, o feijão pode ser cozido com ingredientes que valorizam seu sabor e caldos de forma a magnetizar qualquer pessoa, dos mais ricos magnatas aos mais humildes trabalhadores. É por isso que, invariavelmente, os visitantes que chegam ao Brasil se encantam com a feijoada, os virados à base de feijão, o caldinho de feijão, as sopas e, é claro, pela clássica e saborosa combinação entre o arroz e o feijão (MACHADO, 2007).

Valor nutricional e funcional do feijão

As substâncias químicas, ou melhor, os nutrientes que o organismo precisa para um bom desempenho e manutenção de suas funções vitais são: proteínas, carboidratos, lipídeos, sais minerais (ferro, fósforo, sódio, cálcio, potássio, cobre, zinco, iodo, flúor, enxofre, magnésio, cloro...) e vitaminas (A, complexo B, C, D, E, K), fibras e água.

Os alimentos possuem concentrações diferentes de nutrientes e, também, o organismo tem uma exigência quanto às quantidades dos nutrientes.

Uma alimentação correta deve fornecer tais nutrientes em quantidades adequadas e de modo equilibrado.

Como parte da família das leguminosas e em suas diferentes variedades, os feijões, do ponto de vista nutricional, são realmente importantes fontes básicas de energia e proteína. Eles incluem também outras substâncias nutritivas como alguns minerais, vitaminas e ingredientes e ainda outras substâncias funcionais pouco conhecidas e estudadas, mas que certamente poderão vir a ser importantes na nutrição tecidual e molecular.

Do ponto de vista bromatológico, o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) fornece, por 100g, cerca de 350 calorias e 20-24 gramas de

proteínas de mais baixa digestibilidade que a de outros produtos animais e cereais. Sua proteína contém os aminoácidos essenciais, mas é baixo o conteúdo dos sulfurados e do triptofano. Eles têm ao redor de 60 a 65% de hidratos de carbono, os quais não têm óleo. Contém mais fibra que os cereais e são quantitativamente uma boa fonte de ferro, mas também de baixa biodisponibilidade.

Um conceito geralmente aceito para a biodisponibilidade é “a proporção de um determinado nutriente, alimento ou dieta, que está efetivamente disponível para a utilização pelo organismo” (TSUCHITA et al., 2000). O termo inclui a absorção e o transporte de nutrientes para os tecidos, como a conversão em espécies fisiologicamente ativas.

Carboidratos

Os carboidratos fornecem a maior parte da energia necessária para o indivíduo se movimentar, executar trabalhos e manter o corpo em funcionamento. São combustíveis, pois produzem energia e calor para as atividades corporais e calorias para manter a temperatura do corpo. Cada grama de glicídeo fornece quatro calorias para o organismo. Possuem ação economizadora de proteínas, ou seja, se faltam carboidratos na dieta, o corpo converte as proteínas em glicose para suprir energia. A presença de carboidratos é necessária para o metabolismo normal das gorduras. Quando há carboidratos insuficientes, as gorduras são utilizadas para produzir energia. Como no caso das proteínas, as gorduras deixam de executar a sua função para substituir o carboidrato. O funcionamento do cérebro e de seus estímulos nervosos depende única e exclusivamente da ação da glicose. Ela manterá a integridade funcional dos tecidos nervosos, cuja falta pode causar danos irreversíveis ao cérebro.

As taxas normais de carboidratos que devem ser administradas pela dieta seriam de 50 a 60% do total de calorias diárias de que o indivíduo necessita.

A composição total de carboidratos de feijões secos varia de 60 a 65%. O principal carboidrato armazenado é o amido, com pequenas quantidades de monossacarídeos e dissacarídeos, como a sacarose (GEIL; ANDERSON, 1994). Oligossacarídeos da família da rafinose estão presentes em várias quantidades em leguminosas maduras, incluindo a rafinose (variando de 0,2% em feijões pink a 0,6% em feijões pinto), estaquiose (variando de 0,2% em feijões pink a 3,3% em feijões navy) e verbascose (variando de 0,0% em feijões navy a 0,15% em feijões pinto)

(GEIL; ANDERSON, 1994). Outros carboidratos existentes no feijão-comum incluem substâncias pécticas, arabinogalactanos e xiloglucanos (REDDY et al., 1984; SATHE; SALUNKHE, 1984). Esses açúcares requerem a enzima a-galactosidade para hidrólise. Como o sistema digestivo humano não contém essa enzima, esses compostos permanecem não-digeridos e sujeitos à fermentação microbiológica anaeróbica, resultando em produção de gás ou flatulência (GEIL; ANDERSON, 1994). A composição de carboidrato diferencia-se significativamente entre os tipos de feijão, mas as maiores diferenças estão na hemicelulose.

Proteínas

As proteínas são os componentes estruturais fundamentais das nossas células, anticorpos, das enzimas presentes em nosso organismo e de vários hormônios, músculos, ossos, cabelos, unhas e órgãos. E, sem dúvida, sem elas, nenhuma dessas substâncias citadas acima poderia exercer as suas funções. A maior parte das proteínas é encontrada nos músculos e o restante está distribuído nos tecidos moles, nos ossos, nos dentes, no sangue, entre outros. Como as proteínas exercem funções essenciais indispensáveis e, só podem ser obtidas por meio da ingestão na dieta, obviamente a qualidade e quantidade de proteínas na dieta diária e o conhecimento das fontes são importantes. A principal função das proteínas é atuar na formação dos tecidos, no processo de renovação dos mesmos e, principalmente, no desenvolvimento e crescimento (PORTO, 1998).

As unidades estruturais das proteínas são os aminoácidos, que se ligam em longas cadeias para formar as proteínas específicas. Dependendo da combinação desses aminoácidos, é que será determinada a qualidade da proteína. A deficiência de um aminoácido produz alteração na utilização dos demais, prejudicando assim a eficiência protéica. Os aminoácidos fornecidos pelo alimento e que o organismo não consegue produzir são chamados de essenciais: histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Os aminoácidos produzidos pelo próprio organismo são os não-essenciais: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, cistina, ácido glutâmico, glutamina, glicina, hidroxiprolina, prolina, serina, tireosina. É importante ressaltar que, quando há falta de proteína, graves consequências podem ocorrer, principalmente, na defesa do organismo contra doenças e infecções; o organismo então retira o que falta dos próprios tecidos, ocasionando assim o envelhecimento e flacidez da pele (PORTO, 1998).

A quantidade necessária de proteína para um bom aproveitamento varia entre 15 e 20% das necessidades totais do indivíduo.

As proteínas são encontradas nas carnes em geral, leite e derivados e ovos. Nos cereais, tubérculos, raízes e leguminosas também estão presentes, sendo seu valor nutritivo mais baixo, por serem incompletas, ou melhor, proteínas de baixo valor biológico.

O conteúdo protéico de feijões pode variar de 23,9 a 29,8% (base seca), o que representa mais do dobro do teor de proteínas de cereais.

Estudos nutricionais mostraram desde a influência da adubação na quantidade e qualidade da proteína do feijão, como também que o cozimento do feijão com uma solução de metionina ou a adição desta ao preparo dos alimentos aumenta o seu conteúdo e o seu valor nutritivo (OLIVEIRA, 2005). Essa tecnologia poderia então ser utilizada na preparação do feijão pré-cozido, melhorando o seu valor nutritivo. A variação do teor de nitrogênio e, conseqüentemente, de proteínas totais ocorre não somente nas diferentes variedades de feijão de mesma procedência, mas também na mesma variedade de procedência diferente, mostrando, portanto, a influência do meio sobre a formação da semente (SILVA; IACHAN, 1975).

Outros estudos foram realizados com o feijão e o arroz (OLIVEIRA, 2005), mostrando as vantagens de se complementar, do ponto de vista protéico-aminoacídica, o valor da proteína na nossa alimentação. Mostra-se e confirma-se, do ponto de vista biológico, em ratos e em crianças/adultos, que o valor nutritivo dessa combinação aumenta o aproveitamento da proteína e que existem e se determinaram as melhores proporções a serem utilizadas entre os dois alimentos.

A maior quantidade protéica, obtida em experimentos isolados, foi derivada da mistura de 70-90% de arroz e 10-30% de feijão.

É interessante assinalar que em estudos com ratos expostos a auto-seleção do arroz e do feijão no mesmo ambiente e, suplementados ou não com aminoácidos, mostraram altas eficiências protéicas do arroz e do feijão. Estudos em crianças e adultos, trabalhadores volantes rurais, recebendo alimentação à base de arroz e feijão e submetidos a balanços de nitrogênio, mostraram também a boa utilização da proteína da mistura de arroz e feijão, obtendo-se melhores resultados com uma adequada ingestão calórica. Esses estudos mostram, no entanto, que essas proteínas podem ser melhoradas pela adição de aminoácidos sulfurados e combinação com cereais.

Oliveira (2005) demonstrou na análise da composição centesimal de sete variedades de feijão comum, que as variedades carioca, preto, branco e rosa são as mais nutritivas porque apresentam um perfil mais completo quanto ao teor de proteínas e de sais minerais, superando em 25% o teor protéico e em 300% o teor de cálcio de feijões similares referendados nas tabelas de composição dos alimentos.

Composição Aminoacídica

Grande número de pesquisadores tem mostrado que a proteína total do feijão e frações dela isoladas são deficientes em aminoácidos sulfurados - metionina, cisteína e cistina. No entanto, a concentração de lisina é elevada nas sementes da maioria das leguminosas, sendo considerada de grande valor na complementação das proteínas dos cereais, que, de modo geral, são pobres em lisina (SGARBIERI; WHITAKER, 1982).

A metionina é considerada o aminoácido limitante do valor biológico das proteínas do feijão, por ele ser nutricionalmente essencial para o organismo animal. Apesar de os aminoácidos cisteína e cistina poderem ser sintetizados pelos animais, eles são importantes, porque a metionina é um intermediário na biossíntese destes, tornando esse aminoácido essencial ainda mais limitante (SGARBIERI; WHITAKER, 1982). Assim, estudos de variação genética e composição aminoacídica têm sido centrados no conteúdo de metionina e cisteína (EVANS et al., 1978).

Biodisponibilidade de Aminoácidos Sulfurados

Ao comparar a composição de aminoácidos de algumas variedades de feijão com a do padrão FAO/OMS, além dos aminoácidos sulfurados, os outros aminoácidos limitantes da proteína do feijão, em ordem decrescente, são a valina, o triptofano e a treonina (BLANCO; BRESSANI, 1991).

Outro fator importante que contribui para o baixo valor biológico das proteínas do feijão, após sua digestão, é a reduzida biodisponibilidade dos aminoácidos sulfurados (SGARBIERI; WHITAKER, 1982).

Evans et al. (1978), utilizando a técnica de balanço metabólico em ratos em crescimento, determinaram a biodisponibilidade da metionina no feijão-navy (*P. vulgaris* L.). Foi constatado que toda a

metionina sintética adicionada às dietas à base de feijão cozido era absorvida pelos animais, indicando não existir no feijão algo que interfira na absorção da metionina livre. No entanto, apenas 50% da metionina e 41% da cistina já presentes no feijão eram absorvidas. Segundo esses autores, o ácido fítico parecia não interferir na utilização desses aminoácidos.

Principais Frações Protéicas e sua Digestibilidade

Possivelmente, um dos fatores que mais afeta a utilização das proteínas do feijão é a sua digestibilidade e, até agora, não se sabe com certeza se esse efeito é causado por uma descarga muito rápida do intestino ou por resistência dessas proteínas à hidrólise das enzimas gastrointestinais. Tem-se admitido que a baixa solubilidade de algumas frações protéicas reduz sua susceptibilidade ao ataque enzimático. Numerosos estudos confirmam o fato de que o clássico inibidor da tripsina é termolábil, de modo que não poderia ser responsável pela baixa digestibilidade das proteínas do feijão cozido (GOMEZ-BRENES et al., 1983).

A digestibilidade das proteínas do feijão, em ratos, situa-se entre 40 e 70% (BRESSANI; ELIAS, 1984; DURIGAN et al., 1987, citados por MARQUEZ; LAJOLO, 1991). Em humanos, essa digestibilidade é ainda menor, atingindo não mais que 60% do nitrogênio ingerido (BRESSANI, 1983).

O valor nutritivo da proteína de grãos de feijão da espécie *P. vulgaris* é aumentado pelo processamento térmico, especialmente em razão do calor úmido (GALLARDO et al., 1974, citados por POEL et al., 1990). Isso pode ocorrer em virtude da desnaturação de fatores antinutricionais de natureza protéica, já que, para exercer seus efeitos negativos *in vivo*, esses fatores precisam manter sua integridade estrutural (BURNS, 1987, citados por POEL et al., 1990). Além disso, o aumento do valor nutricional pode ser o resultado de maior acessibilidade das proteínas do feijão ao ataque enzimático (ROMERO; RYAN, 1978, citados por POEL et al., 1990). O processo térmico deve garantir suficiente inativação dos fatores antinutricionais e, ao mesmo tempo, evitar degradação significativa de aminoácidos essenciais.

Outro importante parâmetro medido é a digestibilidade da proteína. Essa experiência, também feita em animais de laboratório ou em seres humanos, mede a quantidade da proteína que é ingerida, digerida e absorvida, que é relatada como uma percentagem, com

100% de máxima digestibilidade. Para melhor visualizar esses conceitos, a Tabela 1 apresenta alguns resultados relatados na literatura das misturas de cereais e feijão. Alguns pesquisadores constataram que a digestibilidade da proteína aumentou quando foram consumidos misturados o feijão com o milho na forma de *tortilla*¹ na proporção de 13:87. Em outro experimento, foi encontrado um valor ótimo da qualidade da proteína, com uma mistura de feijão e milho 25:75, obtendo uma taxa de eficiência protéica (PER) de 2,62, comparado com 1,64 para o milho somente e PER de apenas 0,98 no feijão somente. Recentemente, o IDRC-IPN (Instituto Politécnico Nacional), em Durango, no México desenvolveu lanches integrais com a mistura milho / feijão 70%:30%, preparados por extrusão, apresentando valores de PER de 2,31.

Tabela 1. Qualidade protéica de combinações de cereais com feijão. Distribuição da proteína na dieta.

Proteína de cereal (%)	Proteína de feijão (%)	PER	Aumento (%)
Arroz 100	0	2,25	
Arroz 80	20	2,62	16,40
Milho 100	0	0,90	
Milho 50	50	2,00	122,20
Trigo 100	0	1,05	
Trigo 90	10	1,73	64,70

Fonte: Velasco e Velasco-González (2008).

A análise desses resultados, com base científica, indica que um bom “taco mexicano”², além de ser do gosto do indivíduo, é comparável, em termos de ingestão protéica, ao consumo de um alimento de origem animal, com a vantagem de diminuir o consumo de outros componentes prejudiciais à saúde, como as gorduras saturadas, por exemplo, além de serem mais econômicos.

Gorduras

As gorduras ou lipídeos são nutrientes combustíveis pelo seu elevado potencial calórico, já que um grama de lipídeo fornece nove

¹ *Tortilla* (ou em português Tortilha) é um importante exemplar da cozinha mexicana e da América Central. Trata-se de um gênero de pão azimo (típico pão judaico assado sem fermento, feito somente de farinha de trigo - ou de outros cereais como aveia, cevada e centeio - e água), confeccionado a partir de farinha de milho ou de trigo. Não se deve confundir com a *tortilla* espanhola, geralmente usada como entrada ou base para outros pratos, como: *burritos*, *fajitas* e *tostatas*. Enciclopédia Livre – <http://www.pt.wikipedia.org>

² Taco é uma comida típica da culinária mexicana, consistindo em uma grande *tortilla* frita de milho recheada com carne picada (galinha ou carne de porco), queijo, alface e às vezes, tomate. Enciclopédia Livre – <http://www.pt.wikipedia.org>

calorias. A função energética da gordura é muito importante pela capacidade que o organismo possui de armazenar esse nutriente nos tecidos adiposos, que são reservas. Assim, quando o organismo entra em deficiência energética, como em uma atividade física intensa, corrida, trabalho pesado, qualquer atividade corporal e mental, ele utiliza os lipídeos armazenados nos tecidos adiposos. As gorduras também têm a função de isolante térmico, protegendo o organismo contra mudanças bruscas de temperatura do meio ambiente. Outras funções das gorduras são destacadas como (PORTO, 1998):

- atuar como “carregadores” das vitaminas lipossolúveis: vitamina A, D, E, K; sem a gordura, essas vitaminas não são introduzidas no organismo;
- possuir elevado teor calórico, diminuindo o volume da alimentação;
- permanecer por mais tempo no estômago, dando maior saciedade.

Os lipídios podem ser classificados em ácidos graxos, triglicerídeos, fosfolipídeos, glicolipídeos, esteróides e lipoproteínas. Os ácidos graxos podem ser saturados (encontrados nos alimentos derivados de gordura origem animal), que em quantidades excessivas podem ser um fator agravante a arteriosclerose, doenças cardíacas e aumento dos níveis de colesterol, ou insaturados, relativos às gorduras de origem vegetal.

A quantidade indicada a um indivíduo para ingestão de gordura é de 30 a 35% do total de calorias diárias. Tanto a quantidade quanto a qualidade da gordura ingerida devem ser controladas.

Lipídios insaturados têm alto potencial de oxidação, e os produtos finais desta reação, como os compostos carbonila, podem interagir quimicamente com, por exemplo, produtos da decomposição de proteínas para produzir produtos finais interligados. Desse modo, o armazenamento de leguminosas pode resultar em uma perda de qualidade - sabores e odores -, valor nutricional e funcionalidade (STANLEY; AGUILERA, 1985).

A oxidação de lipídios pode ser classificada de enzimática, em razão da presença inerente de lipoxigenase, e não-enzimática (oxidativa). Ambas dão origem a hidroperóxidos e, posteriormente, a aldeídos, cetonas, ácidos etc., que são indesejáveis (REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

O óleo presente em feijões tipo *French* torna-os susceptíveis ao desenvolvimento de *off-flavor* (sabor e odor desagradável, similar ao ranço) durante a estocagem, o que é considerado resultado da

degradação enzimática de ácidos graxos insaturados. Ácidos linoléico e linolênico são precursores de aldeídos de cadeia curta tanto voláteis como não-voláteis. Cetonas e aldeídos resultantes da atividade da hidroperoxidase redutase são responsáveis pelo *flavor* (sabor e odor) agradável de vegetal fresco associado ao metabolismo normal da planta em desenvolvimento. A lipoxigenase, mediante conversão de ácidos graxos poli-insaturados, é a maior responsável pelo *off-flavor* em produtos com proteínas de leguminosas (RUTH et al., 1995).

Micronutrientes

Micronutrientes são vitaminas e minerais essenciais requeridos pelo organismo humano para estimular o crescimento celular e o metabolismo. Dezenove vitaminas e minerais são considerados essenciais para o desenvolvimento físico e mental, o funcionamento do sistema imunológico e vários processos metabólicos. Deficiências de ferro, iodo e vitamina A são as formas mais comuns de desnutrição com consequências na saúde pública. Outros micronutrientes desempenham um papel na prevenção de condições específicas (por exemplo, ácido fólico e cálcio) ou na promoção do crescimento (por exemplo, zinco).

Vitaminas

As vitaminas são compostos orgânicos cuja presença na alimentação é indispensável. Atuam juntamente com outros alimentos para formar enzimas e controlar a queima dos açúcares e proteínas dentro das células humanas. São necessárias para o bom funcionamento dos aparelhos circulatório, respiratório e digestivo e dividem-se em duas classes: vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) e hidrossolúveis (vitaminas do complexo B, niacina, vitamina C).

A vitamina B2, ou riboflavina, auxilia no crescimento e reprodução, formação de pele, unhas e cabelos saudáveis, beneficia a visão e auxilia a combater o cansaço visual. A niacina é parte integrante de enzimas digestivas, facilitando a digestão dos alimentos. A vitamina C ou ácido ascórbico melhora a absorção de ferro e está envolvida na cicatrização de feridas, formação de colágeno, na redução do colesterol sanguíneo e aumento da resistência do organismo, especialmente a resfriados e gripes (PORTO, 1998).

Feijões comuns crus são relativamente boa fonte de vitaminas hidrossolúveis, especialmente tiamina (0,86 a 1,14mg 100g⁻¹), riboflavina (0,136 a 0,266 mg 100g⁻¹), niacina (1,16 a 2,68 mg 100g⁻¹), vitamina B6

(0,336 a 0,636mg 100g⁻¹) e ácido fólico (0,171 a 0,579mg 100g⁻¹); mas são pobres fontes de vitaminas lipossolúveis e de vitamina C (GEIL; ANDERSON, 1994).

Embora os métodos comerciais de preparação de feijões enlatados possam causar perda significativa de vitaminas hidrossolúveis, cozimentos caseiros comuns de feijões parecem causar menos problema na retenção de nutrientes. Em termos da especificação da *US Recommended Daily Allowances* (RDA – Limites diários recomendados nos Estados Unidos) para adultos, uma xícara de feijão-seco cozido pode proporcionar 30% do ácido fólico requerido, 25% de tiamina, 10-12% de pirioxina e menos que 10% de niacina e riboflavina, 29% de ferro para mulheres e 55% para homens, 20-25% de fósforo, magnésio e manganês, aproximadamente 20% de potássio e cobre e 10% de cálcio e zinco. Porém, minerais de fontes vegetais são menos biodisponíveis que os de animais.

A biodisponibilidade de vitaminas em feijões cozidos e suas interações com outros componentes do alimento são ainda incertas (GEIL; ANDERSON, 1994).

Nordstrom e Sistrunk (1979) conduziram um trabalho com feijões secos enlatados, incluindo oito variedades, dois níveis de umidade, quatro tratamentos de branqueamento e quatro tempos de armazenamento e verificaram que houve diferença entre os tipos para riboflavina e vitamina E. Os teores de ambas as vitaminas diminuíram durante o armazenamento de feijões enlatados, mas apenas a riboflavina apresentava conteúdo inferior nas amostras de 16% de umidade e branqueadas em vapor quando comparadas à água.

Os valores de retenção de vitaminas durante o cozimento variam de 70,9% (vitamina B6) a 75,9% (riboflavina). A variabilidade da tiamina, globalmente e dentro de classes de feijões, é relativamente baixa. Ao se cozinhar o feijão, a retenção de tiamina é modificada em alguns instantes, mas não para um grau muito elevado. No que diz respeito à riboflavina, esta vitamina apresenta variabilidade, globalmente e dentro de classes de feijão, significativamente maior que da tiamina. Cozimento, como outros tratamentos em qualquer alimento, introduz outra fonte de variabilidade direta e indireta (AUGUSTIN et al., 1981).

Minerais

Em relação aos minerais essenciais na nutrição, destacam-se: o cálcio, na formação da estrutura óssea, proteção e fortalecimento dos

dentes e ossos, na melhoria da absorção da vitamina B12 e da atividade muscular, na prevenção de artrite e osteoporose; o fósforo, como parte essencial dos tecidos nervosos e junto com o cálcio também interfere na formação de ossos e dentes, sendo, também, importante para o metabolismo dos glicídeos; o potássio, que é importante para o funcionamento de nervos e músculos, principalmente o coração; e o ferro, que está presente em todas as células do organismo, sendo essencial para o funcionamento adequado do sistema imunológico e prevenção da anemia (indispensável na formação dos glóbulos vermelhos do sangue).

O ferro na alimentação

Algumas pessoas que não possuem esclarecimento sobre propriedades químicas dos elementos, costumam cozinhar feijão, arroz e sopas colocando pregos ou pedaços de corrente dentro da panela, pensando que o ferro desses materiais possa ser agregado ao alimento. Isto é incorreto. Para que o ferro possa ser absorvido pelo nosso organismo, deve estar associado com outros elementos. Em pregos e correntes ele está em sua forma pura.

As fontes de ferro estão presentes na dieta em duas formas, ferro heme e ferro não heme. O ferro heme, encontrado em alimentos de origem animal, tais como carnes em geral, aves e peixes, possui maior biodisponibilidade do que o ferro não heme, encontrado em cereais, leguminosas, frutas e vegetais de cor escura. Há vários fatores da dieta que podem inibir ou aumentar a absorção de ferro não heme. A absorção de ferro é inibida por fitato, encontrado em grãos integrais, sementes, nozes e leguminosas, e por compostos fenólicos (taninos), presentes no chá, café e vinho tinto. Por contraste, a absorção de ferro é aumentada quando o mesmo é consumido com ácido ascórbico, presente em muitas frutas e vegetais (KENNEDY et al., 2003).

No caso do ferro, a biodisponibilidade é definida como a quantidade ingerida deste mineral, que é absorvida e utilizada para uma função metabólica normal. Quando pouco ou nenhum ferro é excretado, a absorção é sinônimo de biodisponibilidade (FAIRWEATHER-TAIT, 2001).

O conteúdo de ferro em feijão marrom é muito alto (5mg 100g⁻¹ de feijão seco). Entretanto, os feijões também contêm altas concentrações de fitatos, os quais diminuem a disponibilidade de ferro. A disponibilidade de minerais, principalmente o ferro, é afetada também pela presença de tanino e fibras dietéticas. Como fontes de minerais, especificamente de

ferro, que seria de grande importância em nosso país e no mundo pela alta prevalência da deficiência de ferro e da anemia ferropriva, os dados existentes mostram que o ferro existente no feijão é de baixa biodisponibilidade (quantidade efetivamente absorvida pelo organismo a partir da quantidade disponível desses minerais presentes nas variedades de feijão). Estudos de biodisponibilidade mostraram que as variedades carioca, branco e preto revelaram ser as mais nutritivas, principalmente quanto aos teores de cálcio (OLIVEIRA, 2005). Os minerais presentes nos feijões e na soja são absorvidos pelo organismo, principalmente cálcio e magnésio e, em menor quantidade, cobre e zinco. Portanto, considera-se essa constatação muito importante porque, no Brasil, a dieta é, em geral, pobre em cálcio. O feijão pode compensar essa perda e evitar que a deficiência de cálcio na estrutura óssea leve a uma osteoporose precoce.

O processamento de alimentos, tal como cozimento e fermentação, sabidamente, não afeta apenas a disponibilidade do ferro, como também dos fatores que atuam como promotores ou antagonistas da absorção de minerais (LOMBARDI-BOCCIA et al., 1995).

Lombardi-Boccia et al. (1995) estudaram o efeito do descascamento e da cocção sobre o conteúdo de ferro de duas variedades de feijão. O ferro e os constituintes do grão (fitato, tanino e fibra) são distribuídos diferentemente na casca e no cotilédone. O descascamento diminuiu significativamente a dialisabilidade do ferro, enquanto o cozimento teve essa mesma influência na variedade colorida, mas não na variedade branca. A interação tanino-proteína pode ser a principal causa da diferença na dialisabilidade de ferro. Há cerca de 30 anos, Miller et al. (1981) desenvolveram uma técnica "in vitro" simulando os processos digestivos que ocorrem em humanos, em que um alimento isolado ou uma refeição composta é digerida por enzimas gástricas e pancreáticas e o conteúdo de um determinado mineral é avaliado por meio de sua dialisabilidade através de uma membrana de poro conhecido (RAO, 1994).

Os conteúdos de ferro foram 9,93; 7,93; 8,70 e 5,79 mg 100g⁻¹ de farinha de feijão para as variedades Rico 23, Rosinha-G2, Carioca e Pirata-1, respectivamente. A disponibilidade biológica de ferro foi primeiramente determinada usando sulfato ferroso como referência. Disponibilidade percentual foi calculada, considerando o ferro do sulfato ferroso com 100% disponível. Por esse critério, a biodisponibilidade do ferro do feijão variou de 13,7%, para o Carioca, a 17,5% para o Pirata-1. A disponibilidade absoluta do ferro do sulfato ferroso, determinada por um experimento de absorção de ferro (com uma dieta caseira contendo sulfato ferroso como a única fonte de ferro), foi de apenas 30%. Recalculando o ferro disponível

dos feijões, com base na disponibilidade de 30% desse elemento do sulfato ferroso, encontram-se resultados variando de 4,05 a 5,25%. Esses resultados estão dentro da faixa de absorção de ferro esperada para alimentos vegetais (SGARBIERI et al., 1979).

O efeito do reaquecimento de feijões sobre o conteúdo de ferro foi estudado por Amaya et al. (1991). No feijão inteiro, sem caldo, não detectaram nenhuma mudança ao longo das cocções. No caso de feijão com caldo, verificou-se aumento de ferro insolúvel nos grãos. No caldo foi detectada diminuição tanto do ferro solúvel quanto do insolúvel.

Biofortificação

O programa de melhoramento genético da Embrapa Arroz e Feijão já considera como prioridade no desenvolvimento de novas cultivares de feijoeiro comum as características de qualidade nutricional e funcional, visando associá-las com características de alta produtividade, resistência a fatores bióticos e abióticos, porte ereto, resistência ao acamamento e precocidade, objetivando atender as demandas dos produtores e consumidores brasileiros.

As deficiências de micronutrientes observadas na população são, obviamente, frequentemente causadas pelo simples fato de não se ter o que comer. Mas, os níveis de ferro, zinco e vitamina A em alimentos também podem variar em função de vários fatores: 1) características da planta, tais como a idade, grau de maturação, espécie, variedade, cultivar, dieta; 2) características do meio ambiente, como clima, solo, chuvas, estação do ano; e 3) fatores de processamento, como tempo de armazenamento, temperatura, método de preservação, preparação do alimento (WELCH, 2001).

A deficiência de ferro é a deficiência nutricional mais prevalente no mundo (HAAS et al., 2005). Dietas com escassez de ferro e zinco podem ocasionar anemia, redução da capacidade de trabalho, problemas no sistema imunológico, retardo no desenvolvimento e até morte. A anemia ferropriva é, provavelmente, o mais importante problema nutricional no Brasil, com prevalências da ordem de 30 até 80% em grupos de crianças menores de cinco anos de idade (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009). Ressalta-se que essa deficiência ocorre independentemente da classe social ou da distribuição geográfica (FÁVARO et al., 1997).

A prevalência da deficiência de zinco e folato no mundo ainda não foi estabelecida, mas estima-se que seja significativa, uma vez que as deficiências de micronutrientes raramente ocorrem isoladamente. Uma razão para isso é que essas deficiências geralmente ocorrem quando

há falta de diversidade na dieta habitual ou quando a mesma é inteiramente dependente de um único alimento básico, como é o caso das dietas que têm como base, cereais ou tubérculos (FAO, 2002). A deficiência de zinco não é tão estudada como a deficiência de ferro, mas, uma vez que as fontes desses dois nutrientes são as mesmas, a incidência da deficiência de zinco também é muito alta. O zinco é requerido para a atividade de mais de trezentas enzimas, que atuam no sistema imunológico e na expressão de genes, entre outras funções. Pouco se sabe sobre a deficiência de zinco em países em desenvolvimento, mas alimentos ricos em ferro biodisponível normalmente também são ricos em zinco biodisponível (MCCALL et al., 2000).

A introdução de produtos agrícolas biofortificados – variedades melhoradas que apresentam um conteúdo maior de minerais e vitaminas – poderá complementar as intervenções em nutrição existentes e proporcionará uma maneira sustentável e de baixo custo para alcançar as populações com limitado acesso aos sistemas formais de mercado e de saúde. Uma vez que o investimento é feito no desenvolvimento de variedades nutricionalmente melhoradas em instalações centralizadas de pesquisa, as sementes obtidas poderão ser adaptadas às condições de plantio de inúmeros países. Variedades biofortificadas apresentam o potencial de fornecer benefícios contínuos, ano após ano, nos países em desenvolvimento, a um custo recorrente inferior ao da suplementação e da fortificação pós-colheita (UNNEVEHR et al., 2007).

No Brasil, existem atividades correlatas desenvolvidas pelos programas internacionais de atendimento a desafios globais denominados HarvestPlus Challenge Program on Biofortification e AgroSalud Program, coordenados pela Embrapa, incluindo várias de suas Unidades de pesquisa e outras instituições que fazem parte da rede de biofortificação de alimentos e são financiadas por várias instituições internacionais, em sua maior parte, e por algumas nacionais. O programa AgroSalud está focado na América Latina e Caribe, e ainda em estudos de processamento pós-colheita. As principais culturas da dieta básica envolvidas nos programas no Brasil são: mandioca, batata-doce, arroz, feijão comum, milho, feijão-caupi e trigo.

O principal objetivo da Embrapa Arroz e Feijão nos programas Harvest Plus e Agrosalud, em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos (coordenador na América Latina) e CIAT (Colômbia), é identificar fontes para alto conteúdo de ferro e zinco em germoplasma de feijão brasileiro e do exterior, visando transferir essas características para genótipos adaptados para o desenvolvimento de cultivares de feijão

biofortificadas com ferro e zinco e adaptadas às diferentes regiões produtoras brasileiras. Alguns genótipos de feijoeiro comum já avaliados pela Embrapa Arroz e Feijão apresentaram teores de ferro e zinco acima dos obtidos para as cultivares convencionais, sendo 50% e 43% superiores, respectivamente; entretanto, aliar a isso a produtividade dos materiais ainda é um desafio para os melhoristas. Também se pretende estudar a biodisponibilidade in vitro dos minerais nos genótipos biofortificados.

Fibras Alimentares

Há muitos anos as fibras eram consideradas uma fração inaproveitável da dieta, pois passam pelo trato digestivo sem sofrer metabolização, ou seja, saem da mesma forma que entram, assim, considerava-se que não possuíam “fins nutricionais”. Atualmente, o conceito evoluiu e já se sabe que muitas doenças estão relacionadas à baixa ingestão de fibras (hipertensão, perturbações cérebro-vasculares, obesidade, hemorróidas, colite ulcerativa, câncer do intestino, colesterolemia, artrite reumatóide etc).

Considera-se fração fibra da dieta o conjunto de componentes de alimentos vegetais que resistem à hidrólise (quebra pelas enzimas do sistema digestivo). Tais resíduos alimentares não digeridos e absorvidos não apresentam valor calórico, passam para as fezes, nas quais não são encontrados quantitativamente, em consequência de eventual fermentação e degradação no intestino grosso. As fibras são utilizadas na proteção contra o desenvolvimento das doenças citadas acima e também são importantes no tratamento da constipação. Contribuem para reduzir o valor calórico da dieta, diminuir o ritmo da digestão alimentar e induzir à saciedade (COSTA; BORÉM, 2003).

A fibra tem a capacidade de absorver líquidos, formar géis e ligar substâncias entre si (absorção). Pela absorção de líquidos e aumento da matéria do bolo fecal, a fibra ajuda a prevenir a constipação e distúrbios relacionados com esse distúrbio: hemorróidas, diverticulite, etc. Pela redução do tempo de contato da matéria fecal com a mucosa intestinal, a fibra reduz a incidência do câncer de cólon, já que os elementos carcinogênicos existentes nas fezes são expelidos do organismo antes que possam atuar sobre as células. A fibra pode associar-se ao colesterol e, dessa forma, removê-lo do organismo. A FAO / OMS (Food and Agriculture Organization / Organização Mundial de Saúde) preconiza que, para uma boa ingestão de fibras, são necessários 20 a 30 g diariamente, de acordo com o “National Cancer Institute”.

Segundo o Institute of Medicine (2001), a fibra alimentar é constituída de carboidratos não-digeríveis e de lignina, que são intrínsecos a ela e se encontram intactos nas plantas. Já a fibra adicionada consiste em carboidratos não-digeríveis que desempenham efeitos fisiológicos benéficos ao homem. Por sua vez, a fibra total é a soma da fibra alimentar com a adicionada. É necessário comprovar os resultados fisiológicos para que uma fibra seja definida como adicionada, mas esse expediente não vale para uma fibra alimentar.

As fibras podem ser solúveis e insolúveis, ou viscosas e não-viscosas ou, ainda, fermentáveis e não-fermentáveis (GEIL; ANDERSON, 1994).

Em geral, as fibras estruturais (celulose, lignina e algumas hemiceluloses) são insolúveis, não-viscosas e não-fermentáveis. Em contraste, pectinas, gomas, mucilagens e as demais hemiceluloses são solúveis, viscosas e fermentáveis. Entretanto, há exceção, como a goma-arábica, que é solúvel, porém não-viscosa.

Em alguns alimentos crus, como a batata, os grânulos de amido são de difícil digestão devido à sua conformação cristalina e ao fato de estarem incluídos na estrutura celular. Com o aquecimento, os cristais se rompem e se dissolvem em água, e é possível que sejam prontamente digeridos pelas amilases. Ao passarem por resfriamento, as moléculas de amido podem novamente se cristalizar (retrogradar), formando estruturas não-digeríveis.

O amido não digerido no intestino delgado de indivíduos saudáveis é chamado de amido resistente e entra na definição de fibra alimentar. Pode ser formado durante alguns processamentos de alimentos (ASP, 1992). A fibra solúvel e o amido resistente dos feijões contribuem a inibir o apetite e regular a glicose sanguínea (HOWARTH et al., 2001; SALTZMAN et al., 2001).

Dietas pobres em fibras frequentemente têm sido associadas a doenças coronarianas, diabetes, doenças diverticulares e câncer de cólon e uma série de outros distúrbios do trato gastrointestinal. Isso tem estimulado a comunidade científica a examinar o papel das fibras na nutrição e na saúde humanas.

Embora haja discordância sobre o nível desejável de ingestão diária de fibra, o Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos recomenda uma ingestão média de 30g dia⁻¹ como a quantidade adequada para prevenir as patologias decorrentes do consumo de dietas pobres em fibra. A SBAN (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO,

1990), recomenda uma ingestão diária de 20g ou de 8 a 10g 1000 kcal⁻¹. O subcomitê do NAS-NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989), reconhece que a ingestão de fibra dos americanos deve ser aumentada, entretanto, recomenda que a quantidade desejável deve ser atingida, não pela adição de concentrados de fibra na dieta, mas pelo aumento do consumo de frutas, hortalças, leguminosas e grãos integrais, que, juntamente com a fibra, fornecem também minerais e vitaminas.

Feijões secos contêm uma quantidade substancial de carboidratos como fibra bruta na forma de celulose e hemicelulose, com a quantidade variando de 3 a 7% em feijões secos cozidos. A variabilidade nessas quantidades ocorre em virtude das definições diferentes e dos métodos de análise de fibras usados. Os feijões contêm entre 20 e 25% de fibra alimentar total, quantidade considerável, quando se consideram as recomendações de ingestão diária 18-20g dia⁻¹ em países europeus e Brasil, e nos EUA, de 15g dia⁻¹. Segundo Reyes-Moreno e Paredes-Lopez (1993), o conteúdo de fibra alimentar de feijões comuns varia de 14 a 19%.

Na Tabela 2, apresenta-se o conteúdo de fibras de feijões de diferentes variedades. Muitas das substâncias encontradas na fibra alimentar total são carboidratos (celulose, hemicelulose, pectina), sendo o composto fenólico lignina, o único não carboidrato correntemente definido como fibra dietética (TROWEL et al., 1976, citados por REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

Tabela 2. Conteúdo de fibras de feijões secos (meia xícara, cozido).

<i>Feijão</i>	<i>Fibras totais (g)</i>	<i>Fibras solúveis (g)</i>
Pinto	5,9	1,9
Navy	6,5	2,2
Great Northern	5,0	1,4
Kidney	6,9	2,8
Preto	6,1	2,4
Cranberry	5,4	2,7
Black-eyed	4,7	0,5
Garbanzo	4,3	1,3
Lima	6,9	2,7

Fonte: Geil e Anderson (1994).

Com o recente desenvolvimento de técnicas baseadas em digestão enzimática para determinação do conteúdo de fibra dietética de alimentos (ASP et al., 1983), o interesse no estudo dos componentes solúveis e insolúveis aumentou (HUGHES, 1991).

Lignina, celulose e hemicelulose são constituintes típicos da porção insolúvel, enquanto pectina, algumas hemiceluloses e outros polissacarídeos fazem parte da porção solúvel das fibras dietéticas (OLSON et al., 1987). Sementes de leguminosas contêm mais fibras que cereais e são melhor fonte de fibra alimentar solúvel metabolicamente ativa. As mudanças químicas básicas no conteúdo de fibra alimentar do alimento durante o cozimento continuam obscuras. A formação de amidos resistentes, complexos amilose-lipídio e produtos da reação de *Maillard* têm sido considerados importantes contribuintes para o aumento de fibra dietética (BJORCK et al., 1984, citados por REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

Benefícios à Saúde Devido ao Consumo de Feijão

Os alimentos não são mais vistos meramente como uma forma de saciar a fome, de prevenir doenças causadas pela dieta deficiente e de prover o ser humano dos nutrientes necessários à construção, à manutenção e ao reparo de tecidos, como água, proteína, carboidratos, lipídios, vitaminas e minerais. Os alimentos têm se tornado primariamente o veículo para nos transportar no caminho para uma saúde ótima e bem-estar. A dieta vem sendo reconhecida como a primeira linha de defesa na prevenção de diversas doenças crônico-degenerativas não transmissíveis, como câncer, doenças cardiovasculares, osteoporose, artrite e degeneração macular relacionada com a idade. Essa ótica cria um amplo espaço na mídia e na literatura científica acerca dos alimentos funcionais (HASLER, 2000).

Alimentos funcionais englobam os alimentos integrais, fortificados, enriquecidos ou melhorados que causam efeitos potencialmente benéficos à saúde quando consumidos regularmente como parte de uma dieta variada e em níveis efetivos (COSTA; BORÉM, 2003).

Os efeitos protetores e terapêuticos do consumo de feijão incluem benefícios em relação à doença coronariana, diabetes, obesidade e câncer, dentre outros (GEIL; ANDERSON, 1994).

Feijões são ricos em fibras solúveis em água, as quais reduzem significativamente o colesterol e a glicose sanguíneos em humanos. O tempo de trânsito intestinal diminui consideravelmente em ratos quando o amido de trigo, em suas dietas, é substituído por uma quantidade equivalente de feijão (HELLENDORRN, 1976, citado por GEIL; ANDERSON, 1994).

A importância de uma quantidade adequada de fibras na dieta é enfatizada pelos nutricionistas, sendo, atualmente, seu teor comumente apresentado nas embalagens de muitos produtos alimentícios. Algumas fibras dietéticas apresentam atividade antitumoral; efeito farmacológico esperado devido à sua ação física na adsorção de substâncias tóxicas, entre as quais, algumas carcinogênicas, evitando sua absorção pelo intestino. Além disso, as fibras dietéticas aceleram a excreção (ação laxativa), reduzindo o tempo de residência no intestino e, conseqüentemente, reduzindo os riscos de câncer de cólon e reto.

Recentemente, o significado funcional do feijão adquiriu uma nova dimensão decorrente dos possíveis efeitos benéficos proporcionados pela ingestão da chamada fibra alimentar, ao lado da questão do amido resistente. Os alimentos de origem vegetal contêm tanto fibra solúvel como insolúvel em teores que variam de acordo com o alimento e com o seu preparo. Os feijões, como outras leguminosas e como a aveia e a cevada, apresentam interessante equilíbrio entre essas frações: o feijão carioca cozido, por exemplo, contém 17,9% de fibra insolúvel e 7,9% de fibra solúvel, em base seca. A capacidade da fibra alimentar em reduzir o risco de certas doenças degenerativas (doenças cardiovasculares, diabetes, câncer de cólon, entre outras) tem sido extensivamente pesquisada, mas um quadro completo sobre os possíveis mecanismos de ação envolvidos ainda não está totalmente estabelecido. Os efeitos benéficos para a saúde parecem resultar da combinação de quatro ações fisiológicas: aumento do bolo fecal e do trânsito intestinal, ligação com ácidos biliares, sua transformação em ácidos graxos de cadeia curta no intestino e aumento da viscosidade. O aumento do bolo fecal e a diminuição do trânsito são efeitos fisiológicos associados à fração insolúvel da fibra, com pouca participação da fração solúvel. Por outro lado, a ligação de ácidos biliares está primariamente associada à fibra solúvel (pectinas e hemiceluloses), a qual é transformada, no intestino grosso, em ácidos graxos de cadeia curta em proporções bem maiores que a fibra insolúvel. A fibra solúvel é, também, a responsável pelo aumento da viscosidade no lume intestinal e pela redução conseqüente de processos digestivos e absorptivos. Como o feijão está entre os poucos alimentos integrais que contêm significativa quantidade tanto de fibra solúvel quanto de insolúvel, o seu consumo produz as quatro ações fisiológicas acima descritas (COSTA; BORÉM, 2003).

Efeito Hipoglicemiante de Feijões

Por serem ricos em fibra alimentar, os feijões proporcionam importantes benefícios para a saúde de indivíduos diabéticos. As fibras

de leguminosas são polissacarídeos e ligninas resistentes à hidrólise por enzimas digestivas, mas diferem das fibras insolúveis (como em cereais), por formarem uma solução viscosa ou gel em água (HOCKADAY, 1982; CHIARADIA; GOMES, 1997).

Adicionando-se feijões secos em quantidades variando de 98 a 145 g peso seco/dia em uma dieta para diabéticos, consegue-se melhorar o controle metabólico e ter efeitos benéficos, a longo prazo. O Plano de Nutrição HCF (*High Carbohydrate-High Fiber*) recomenda o uso de pelo menos meia xícara de feijões cozidos diariamente como uma fonte de fibra alimentar em uma refeição planejada para diabéticos (GEIL; ANDERSON, 1994).

Jenkins et al. (1975), citados por Hockaday (1982) e Chiaradia e Gomes (1997), mostraram que extrato de feijão tem um efeito hipocolesterolêmico em pacientes com altos níveis de colesterol e melhora a tolerância à glicose em pessoas normais e diabéticos, tratadas ou não com insulina.

Feijões são geralmente digeridos vagarosamente e produzem um baixo nível de glicose sanguínea e de insulina. Potter et al. (1981), citados por Geil e Anderson (1994), compararam mudanças na glicose plasmática e insulina após a ingestão de 75g de carboidrato como glicose líquida, arroz integral, cereal matinal de trigo e feijões. Feijões produziram os menores e mais lentos aumentos na glicose plasmática e insulina.

Jenkins et al. (1984), também citados por Geil e Anderson (1994), encontraram que feijões produzem elevações significativamente menores na glicose sanguínea que aquelas produzidas por pão branco. Embora a baixa resposta glicêmica para feijões tenha sido atribuída à alteração do esvaziamento gástrico, um estudo comparando flocos de feijão em pasta com flocos de batata mostrou que a baixa resposta glicêmica e menor concentração de insulina no soro, após ingestão de flocos de feijões, não poderiam ser explicadas pela taxa de esvaziamento gástrico, proporcionando, assim, evidência adicional para a lenta digestão de amido de feijão no intestino delgado.

Fibras e Intestino Grosso

Como as fibras não são digeridas pelas enzimas presentes no intestino delgado, elas aumentam o volume das fezes e a frequência das defecações, diminuem o tempo de trânsito dos alimentos no trato gastrointestinal e alteram sua microbiota.

O maior volume fecal deve-se à presença de resíduos de fibras não-degradadas, ao aumento do teor de água nas fezes e à elevação da massa microbiana pela fermentação das fibras. A forma física da fibra é importante para esse efeito. Por exemplo, o farelo de trigo grosso apresenta maior eficácia do que quando moído fino. O tipo de fibra também conta, ou seja, as insolúveis são mais eficazes do que as solúveis. Frutas, hortaliças e farelo de trigo aumentam o volume fecal e reduzem o tempo de trânsito intestinal. Pectinas e gomas não produzem tal resultado (COSTA; BORÉM, 2003).

Acredita-se que o efeito das dietas ricas em fibras na proteção contra tais doenças esteja na diminuição dos lipídios plasmáticos, especialmente do nível de colesterol. Sabe-se que esse resultado está restrito ao consumo de fibras solúveis, como as pectinas, gomas e mucilagens, uma vez que estudos com pessoas que utilizam 15 a 30 g dia⁻¹ dessas fibras solúveis na dieta apontam reduções de cerca de 15% no colesterol total e nas LDLs (lipoproteínas de baixa densidade).

As fibras encontradas na aveia e no feijão produzem efeito hipocolesterolemizante. Já as insolúveis, como a celulose e a lignina, a exemplo das presentes no farelo de trigo e no de arroz, não apresentam esse efeito. Diversos mecanismos podem estar envolvidos na redução de colesterol sanguíneo pelas fibras, entre eles: menor digestão e absorção de lipídios devido ao esvaziamento gástrico mais lento e à maior viscosidade do meio, dificultando a ação de enzimas digestivas; maior eliminação de ácidos biliares, que se complexam com a pectina, que, por sua vez, interfere na formação de micelas, diminuindo a absorção de colesterol, de ácidos biliares e de lipídios; e a fermentação, que produz ácidos graxos de cadeia curta, especialmente propionato, que, absorvido na veia porta, vai até o fígado, inibindo a atividade da enzima HMG CoA redutase e, portanto, a síntese de colesterol hepático, o que reduz seus níveis sanguíneos (COSTA; BORÉM, 2003; LUJÁN et al., 2008).

Prevenção de Câncer

A famosa combinação arroz e feijão pode ser a solução para a prevenção de um tipo de câncer, conforme conclui a pesquisadora Dra. Dirce Marchioni e colaboradores (citada por MARCHIONI et al., 2007; NETTO, 2007). De acordo com o estudo, o consumo frequente de arroz e feijão reduz as chances de uma pessoa desenvolver câncer oral - que compreende a cavidade bucal, a faringe e a laringe.

A pesquisa faz parte de um estudo mais abrangente, coordenado pela *International Agency for Research on Cancer (IARC)*, órgão da

Organização Mundial da Saúde (OMS), que se estende à Cuba e à Argentina. O objetivo é mapear a incidência dos diversos tipos de câncer de acordo com fatores ambientais e padrões alimentares das populações. Marchioni et al. (2007) analisaram um universo de 845 pessoas, entre homens e mulheres, com mais de 40 anos, de todas as classes sociais, na cidade de São Paulo, comparando as pessoas que tinham câncer oral com aquelas que não desenvolveram a doença, buscando identificar o que elas apresentavam de diferente no que diz respeito à alimentação. A seleção das pessoas que participaram da pesquisa foi feita em sete hospitais da rede pública do município. Todos os selecionados responderam a um questionário, no qual informavam quais eram os componentes primordiais de sua alimentação e em que quantidade e frequência eram consumidos.

A pesquisa constatou que, entre as pessoas que consumiam os alimentos do padrão 'tradicional' - arroz, feijão e carne, a incidência do câncer oral era menor do que entre aquelas que mantinham outro tipo de dieta. A literatura científica diz que quem consome frutas e legumes estará mais protegido contra o câncer oral. No estudo realizado, não foi o observado. O principal padrão protetor foi o arroz-feijão, acrescido de quantidades razoáveis de carne. Segundo a nutricionista, ainda não é possível dizer por que o consumo de arroz e feijão previne contra o câncer oral. Pode-se afirmar, porém, que tanto o arroz quanto o feijão têm baixo nível de gordura saturada - aquela que, como a gordura animal, é sólida em temperatura ambiente, além de possuírem fibras e proteínas vegetais complementares. A ideia é de que o consumo conjugado de arroz e feijão oferece elementos importantes que previnem contra o câncer oral.

Segundo a pesquisadora, o ideal é que as pessoas variem sua dieta, consumindo sempre frutas e legumes e mantendo o padrão arroz-feijão, além de moderar o consumo de carne vermelha. Indispensável lembrar que medidas como 'não fumar' e 'moderar o consumo de bebidas alcoólicas', junto à prática de boa higiene bucal, diminuem consideravelmente os riscos de câncer oral.

Alguns "Pré-conceitos" sobre o consumo de feijão

"Feijão Engorda"

Os carboidratos existentes no feijão estão em proporção equilibrada para prover o sustento necessário ao desenvolvimento sadio e estão presentes na forma de amido, carboidrato complexo, de digestão mais lenta, propiciando maior saciedade, podendo ser um aliado no controle do

peso, evitando a obesidade. Os carboidratos garantem energia para o funcionamento do corpo e do sistema nervoso e, também, proteínas, que são 'construtoras de tecidos' no organismo. Mas, as vantagens das leguminosas não acabam por aqui, seu alto teor de ferro, vitaminas tipo B e fibras - que fazem o intestino funcionar bem - tornam esse alimento muito nutritivo. A abundância de fibra solúvel no feijão permite um equilíbrio nos níveis de açúcar no sangue, importante para as dietas de pessoas com diabetes. No livro "Alimentação que pode prevenir e curar", da escritora norte-americana Jean Carper (CARPER, 1993), o feijão é citado como um "alimento mágico", que reduz consistentemente o mau colesterol (LDL), afastando assim o risco de doenças cardíacas.

O valor calórico do feijão não é alto, considerando suas ótimas propriedades nutricionais (Tabela 3).

Tabela 3. Calorias das principais leguminosas.

<i>Leguminosa (3 colheres de sopa)</i>	<i>Valor Calórico (kcal)</i>
Ervilha cozida sem caldo	70
Feijão cozido com caldo	48
Feijão cozido sem caldo	83
Grão-de-bico cozido sem caldo	119
Lentilha cozida sem caldo	78
Soja cozida sem caldo	94
Tremçoço – aperitivo	293

Fonte: Stella (2008).

Quando combinado tradicionalmente com o arroz, formando o "Par Perfeito", tem-se uma refeição muito interessante do ponto de vista nutricional, conforme a informação abaixo sobre seus principais componentes para uma colher de sopa de cada (Tabela 4).

Tabela 4. Alguns componentes nutricionais existentes em uma colher de sopa de arroz ou feijão.

<i>Arroz</i>	<i>Feijão</i>
Calorias = 41 kcal	Calorias = 58 kcal
Carboidratos = 8,07g	Carboidratos = 10,6g
Proteínas = 0,58g	Proteínas = 3,53g
Lipídeos = 0,73g	Lipídeos = 0,18g
Colesterol = 0	Colesterol = 0

Fonte: Lima (2009).

Mesmo consumindo esses alimentos separadamente, pode-se observar que são alimentos nutritivos, portanto, sua presença diária no prato garante uma alimentação saudável.

Muitas pessoas, quando desejam emagrecer, param de comer o arroz e feijão, optando por consumir somente saladas e grelhados. Isto é um equívoco. Para eliminar peso de forma saudável, não é preciso excluir nenhum grupo alimentar das refeições, apenas é necessário balancear a quantidade de cada alimento.

“Provoca Flatulência”

Um problema significativo associado ao uso dos valiosos recursos alimentares em países desenvolvidos é a pouca aceitabilidade do consumidor, em razão de desconfortos gastrointestinais e da produção de flatulência. Leguminosas geralmente contêm outros carboidratos chamados oligossacarídeos (sacarose, rafinose, estaquiose e verbascose), que são notáveis produtores de gases, causando uma considerável inconveniência quando consumido em grandes quantidades, sendo uma das principais causas que impedem o amplo consumo dessas fontes de proteína de baixo custo. Leguminosas possuem diferentes graus de flatulência, consoante às espécies, variedades e condições culturais, no entanto, o feijão é a leguminosa que produz a maior proporção de gás (11,4 ml gás 100 g⁻¹ feijão cozido, com relação a 3,8 para Soja, e 5,3 para ervilha seca). Os alfa-galactosídeos, principalmente rafinose e estaquiose, têm sido identificados como importantes contribuintes para esses efeitos fisiológicos adversos. Esses açúcares não são digeríveis no trato digestivo superior humano (não há atividade de alfa-galactosidase para hidrolisar ligações de glicose e galactose-galactose-galactose) e sim, fermentados no intestino grosso pela microflora intestinal para produzir quantidades significantes de hidrogênio, dióxido de carbono e, algumas vezes, metano. A produção desses gases resulta em flatulência e problemas associados a ela (OLSON et al., 1982).

Sabe-se que a sacarose e os α -galactosídeos rafinoses, a estaquiose e verbascose em feijões são razoavelmente bem solubilizados em água, podendo ser eliminados em até 50% com 8h de embebição do feijão. Cristofaro et al. (1974), citados por Olson et al. (1982), sugeriram que um procedimento de branqueamento-embebição pode reduzir o conteúdo desses açúcares em leguminosas.

Deixar qualquer grão, incluindo os feijões, de molho, trocando pelo menos cinco águas, ameniza esse efeito. Introduzir o feijão na dieta infantil desde tenras idades, para condicionar o intestino, é uma boa opção para driblar a flatulência. Nos Estados Unidos, comercializa-se um suplemento dietético em forma de pílulas denominado “Beano”,

composto pela enzima α -glicosidade ou outras enzimas e ingredientes, que auxilia a regular os efeitos indesejáveis, quando ingerido pouco tempo antes da refeição à base de feijão comum ou outras fontes com potencial para produção de gases intestinais.

Fatores Antinutricionais

O feijão comum normalmente assume preços mais acessíveis que produtos de origem animal e tem vida-de-prateleira consideravelmente maior quando estocado em condições adequadas (SATHE et al., 1984). Entretanto, o feijão comum possui alguns atributos indesejáveis chamados fatores antinutricionais, como: fitatos, fatores de flatulência, compostos fenólicos inibidores enzimáticos, hemaglutininas (lectina) e alergenicos, os quais devem ser removidos ou eliminados para a efetiva utilização do feijão (SHATE et al., 1984; GUPTA, 1987).

Na Tabela 5, apresentam-se algumas das principais características nutricionais de feijões-comuns.

Tabela 5. Principais características nutricionais de feijões comuns (*Phaseolus vulgaris*).

<i>Fatores positivos</i>	<i>Fatores limitantes</i>
a) Alto conteúdo de proteína	a) Fatores físicos (difícil cozimento)
b) Alto conteúdo de lisina	b) Substâncias antinutricionais (hemaglutinina, fatores de flatulência, compostos polifenólicos, inibidores de tripsina, ácido fítico)
c) Excelente suplementação protéica para os grãos de cereais	c) Fatores nutricionais (deficiência de aminoácidos sulfurados, baixa digestibilidade protéica)

Fonte: Bressani (1983).

Além da formação de complexos com proteínas, tornando-as indisponíveis, os polifenóis podem inibir enzimas digestivas (STANLEY; AGUILERA, 1985). Os polifenóis, dentre os fatores antinutricionais, são os que mais contribuem para a baixa digestibilidade do feijão, em animais e humanos. Isso pode ser explicado pela formação de complexos entre os polifenóis e as proteínas, os quais são insolúveis e de baixa digestibilidade, tornando a proteína parcialmente indisponível, ou pela inibição das enzimas digestivas ou pelo aumento do nitrogênio fecal (BRESSANI; ELIAS, 1980).

A digestibilidade das proteínas decresce com o aumento da pigmentação do tegumento da semente. Os pigmentos são, geralmente, compostos fenólicos, que podem interagir com as proteínas do feijão, decrescendo a sua digestibilidade e utilização. Os polifenóis encontram-

se nas plantas como metabólitos secundários, raramente ativos. Sua habilidade de formar compostos complexos e de precipitar as proteínas faz com que sejam importantes, do ponto de vista nutricional (BRESSANI et al., 1991). Por exemplo, Jaffe (1950), citado por Sgarbieri e Whitaker (1982), encontrou valores de 76,8; 79,5; e 84,1% para digestibilidade *in vivo* de proteínas de feijão (*Phaseolus vulgaris*) preto, rosa e branco, respectivamente. Possivelmente, inibidores enzimáticos como os taninos ou polifenóis podem ser parcialmente responsáveis por essa baixa digestibilidade, mas esses compostos nas leguminosas merecem ainda uma pesquisa maior e existem poucos estudos em animais que indiquem que eles afetam diretamente a qualidade nutricional. Não obstante, há evidências de que são os polifenóis que mais contribuem para a baixa digestibilidade da proteína do feijão (BRESSANI et al., 1991).

Uma diminuição na qualidade de polifenóis ocorre também em razão do processo de cozimento usado para destruir substâncias antinutricionais em feijões. Perdas aparentes de polifenóis de 20-39% de feijões crus a cozidos (quando expressos como ácidos tanínico) e de 61-98% (quando expressos como equivalente catequina) têm sido relatadas (BRESSANI et al., 1982).

O cozimento não é capaz de destruir os taninos, mas estes são parcialmente removidos com o caldo do cozimento (BRESSANI; ELIAS, 1980). Segundo trabalho de Ziena et al. (1991), menos de 10% dos taninos totais são decompostos durante o cozimento, enquanto cerca de 50% são carregados para o líquido de cocção.

Aproximadamente 60, 67 e 37% dos polifenóis totais de feijões crus permanecem nos grãos pretos, brancos e vermelhos, respectivamente, após o cozimento (BRESSANI et al., 1983). A água de cocção contém menos de 20% dos polifenóis totais.

Embora grandes quantidades de polifenóis possam ser eliminadas na água de lavagem e na água utilizada para o cozimento, o resíduo é retido, principalmente, pelos cotilédones. Isto se deve à migração aparente dos taninos do tegumento para os cotilédones. As quantidades de taninos ingeridas irão, então, depender da forma como os feijões são processados e consumidos (BRESSANI; ELIAS, 1980).

De acordo com Bressani (1989), as principais características de taninos em leguminosas podem ser assim resumidas:

- *taninos estão presentes principalmente no revestimento da semente;*

- o descascamento reduz os taninos em até mais de 75%, para a maioria das leguminosas;
- o descascamento aumenta a digestibilidade da proteína e a qualidade protéica;
- a embebição em água reduz o conteúdo de taninos, principalmente em pH alcalino;
- o cozimento com água altera a distribuição dos taninos dentro do grão, com grandes quantidades no caldo de cozimento;
- o cozimento à pressão é menos efetivo que o cozimento atmosférico para reduzir os taninos;
- a germinação reduz o teor de taninos;
- os taninos inibem um número de enzimas, reduzindo a digestibilidade protéica e a de outros nutrientes;
- o consumo de taninos reduz a ingestão do alimento;
- taninos podem interferir na utilização de nutrientes e são mortais para ratos, se ingeridos em altas concentrações;
- seu conteúdo nas leguminosas é geneticamente dependente.

O fitato é a forma de armazenagem de fósforo encontrado em todas as sementes de leguminosas, em concentrações que variam em torno de 0,3 a mais de 2,5% em base seca (STANLEY; AGUILERA, 1985). Outros autores citam valores em níveis de aproximadamente 5% p/p (DE BOLAND et al., 1975).

Ácido fítico é um dos antinutrientes em feijões secos e serve como fonte de fósforo. Responde por mais de 80% do total de fósforo do feijão e se localiza preferencialmente no cotilédone (DESHPANDE et al., 1982).

Dentre os métodos de processamento, a germinação e fermentação parecem ser os mais efetivos na diminuição da concentração de fitato, enquanto o molho e o cozimento podem remover 50 a 80% ou mais do fitato endógeno em grãos de feijões (SATHE; SALUNKE, 1984).

Qualidade de Cocção

O objetivo do cozimento é o desenvolvimento de aroma e de grãos com consistência aceitável para o consumo. A água de cocção pode ou não ser descartada, dependendo de preferências culturais ou pessoais. Geralmente, o molho precede o cozimento. O cozimento de feijão pode trazer várias mudanças nas propriedades físicas, bioquímicas e nutricionais (Tabela 6). O cozimento prolongado pode reduzir a qualidade nutritiva dos feijões (BRESSANI et al., 1988).

Qualidade de cocção pode ser definida como o tempo requerido pelos feijões para adquirirem uma textura aceitável pelo consumidor. O longo período de cozimento é, também, um prejuízo econômico, em razão do maior gasto de combustível (MOSCOSO et al., 1984; BRESSANI et al., 1988; BRESSANI, 1989).

Um fenômeno comum em feijão e bastante estudado é denominado defeito *hard-to-cook* (difícil de cozinhar), o qual além de aumentar a dureza e reduzir a palatabilidade, diminui a qualidade nutricional de grão de leguminosas (REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

Molina et al. (1975) estudaram as inter-relações entre estocagem, tempo de molho, tempo de cozimento, valor nutritivo e outras características de feijão preto e detectaram que os feijões estocados a 21 ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) e 77 ($\pm 4\%$) UR, por 3 e 6 meses, além de apresentarem aumento no tempo de cocção de 10 para 30 minutos, sofreram efeito prejudicial na qualidade protéica, apresentando significativo decréscimo na taxa de eficiência protéica (PER).

Antunes e Sgarbieri (1979) estudaram a influência do tempo e as condições de estocagem nas propriedades tecnológicas e nutricionais de feijões da variedade Rosinha G2 em três diferentes condições. Os resultados mais importantes foram: aumento do tempo de cocção de 60 minutos, no controle, para 95; 105; e 300 minutos, diminuição do PER de 1,01 para 0,66; 0,43; e 0,10, diminuição na disponibilidade de metionina de 46,3 para 41,5; 38,2; e 27,6%, e de lisina de 51,6 para 45,8; 43,0; e 30,0%, além de mudança na digestibilidade protéica de 62,4 para 58,9; 57,1; e 54,4%. Um decréscimo no valor biológico de proteína de feijão durante estocagem é associado com o maior tratamento térmico necessário para o cozimento desse feijão antes do consumo (BRESSANI, 1982; SGARBIERI; WHITAKER, 1982).

A cocção geralmente inativa fatores termossensíveis, tais como inibidores de tripsina e quimotripsina, compostos voláteis, por exemplo, HCN e outros responsáveis pelo *off-flavor* (REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

A qualidade de cocção e/ou textura é influenciada por vários fatores, incluindo variedade, local de crescimento (QUENZER et al., 1978), conteúdo de umidade de feijões (BURR et al., 1968; ANTUNES; SGARBIERI, 1979), composição química (KON, 1968; JONES; BOULTER, 1983; MOSCOSO et al., 1984; SIEVWRIGHT; SHIPE, 1986) e pré-tratamento pelo molho em água ou soluções salinas (SILVA et al., 1981a, 1981b). Esses fatores podem modificar a capacidade de cocção de feijões pela alteração de relações

físicas e químicas de células e de constituintes intercelulares (por exemplo, mudanças na morfologia, no conteúdo de minerais, mudanças nas proteínas e compostos fosforados e atividade enzimática) que são influenciados pela taxa de hidratação, quebra de pontes de hidrogênio e outros (REYES-MORENO; PAREDEZ-LOPEZ, 1993).

Tabela 6. Principais efeitos nutricionais do processamento.

1-Processo térmico (com água)	2- Processo térmico (seco)	3- Germinação e fermentação	4- Descascado e cozido
Inativa os inibidores de enzimas e lectinas	Temperatura alta, curto tempo: semelhante a cozinhar com água	Aumenta o conteúdo de vitaminas	Aumenta a digestibilidade protéica
Reduz os níveis de outros antinutrientes – taninos	Temperatura alta, longo tempo: diminui a qualidade nutritiva	Reduz os fatores de flatulência	Aumenta a qualidade protéica
Aumenta a digestibilidade de proteínas e carboidratos		Outros efeitos observados são controversos (p.ex. qualidade)	Diminui o conteúdo de taninos e de fibra dietética
Aumenta a qualidade protéica			
Calor excessivo reduz a biodisponibilidade de lisina e de sulfurados			
O agregado de sais pode reduzir a qualidade protéica			

Fonte: Bressani (1989).

Alguns pesquisadores têm utilizado uma combinação de produtos químicos, como cloreto de sódio, polifosfato de sódio, carbonato de sódio e bicarbonato na solução de imersão, juntamente com um tratamento intermitente a vácuo (processo Hidravac) para rapidamente cozinhar o feijão. Esse processo facilita a infusão de solução salina através do hilo e rachaduras e as camadas externas hidrofóbicas que recobrem as sementes. Molhada pela solução, a membrana interior é hidratada com rapidez, plastificada no reservatório, expandindo, até atingir a sua dimensão máxima em poucos minutos. Isso resulta na redução do tempo de cozimento em até 80%, além de melhorar o valor nutricional. Outro achado importante foi a melhoria da digestibilidade e aproveitamento dos minerais cálcio, fósforo e magnésio somente através da adição de bicarbonato de sódio.

Outra maneira de cozinhar o feijão é no forno micro-ondas em sacos lacrados, com uma redução no tempo de cozimento de 55 a 59 minutos, em comparação com o método convencional em panela com tampa. Tal como anteriormente mencionado, o tratamento térmico inativa os fatores antinutricionais, tais como inibidores da protease e lectinas,

mas outros fatores também são afetados. Numerosas investigações têm sido desenvolvidas, as quais visam não apenas reduzir o tempo de cozimento do feijão, mas também a comercialização, por algumas empresas, de diversas formas de embalagem: em lata, diferentes formas em plástico, que podem ser armazenadas em refrigeração ou congelamento. Essa é uma comodidade para o lar e, por isso, acredita-se que o consumo dessa leguminosa será aumentado consideravelmente, desfrutando-se dos seus benefícios nutricionais.

Considerações finais

Além das características de qualidade relacionadas com a segurança da saúde do consumidor, a qualidade sensorial apropriada dos produtos deve ser um dos objetivos da indústria, pois contribui para assegurar a liderança do produto no mercado.

A qualidade dos grãos de feijão pode ser julgada sob o aspecto tecnológico de três formas: comercial, culinária e nutricional. Neste trabalho, foram enfatizadas as qualidades nutricional e culinária. Por qualidade comercial entende-se o tipo de grão, ou seja, cor, brilho, forma e tamanho, que são características consideradas pelos melhoristas. Contudo, a qualidade culinária dos grãos é tão decisiva para o futuro de uma nova cultivar quanto o seu tipo comercial (VIEIRA et al., 1999).

Deve-se considerar como desejável, do ponto de vista nutricional, que a tendência de menor consumo de feijão seja interrompida como prejudicial e que a manutenção do consumo diário de feijão e do arroz pela população brasileira seja mantida e estimulada.

Para isto, Oliveira (2005) sugere a implementação urgente de mais e continuados estudos e pesquisas, e que isso se intensifique por um maior entrosamento entre os estudos do feijão na agricultura e na alimentação/nutrição. A base da alimentação está na agricultura e as consequências da má alimentação, na nutrição. É preciso que as pessoas e o país sejam cada vez mais alertados para o direito, a importância e a necessidade de uma boa alimentação, de uma alimentação quantitativa e qualitativamente equilibrada e saudável, todos os dias e para todas as pessoas. Isso deve envolver o mais rapidamente possível atividades interprofissionais e multidisciplinares na área de alimentação e nutrição, aproveitando os recentes avanços na nutrição e na genômica. Os avanços nas técnicas genéticas e nutricionais deverão se traduzir no caso dos feijões, por exemplo, com variedades mais produtivas, com conteúdo protéico mais bem balanceado, com menor tempo de cozimento, com maiores quantidades de ferro ou outros nutrientes mais

biodisponíveis. Seria muito importante que se pudesse também utilizar o feijão e os nutrientes que os têm também como alimento animal, ao lado de manter sua tradicional contribuição à nossa alimentação.

Este capítulo tentou traduzir as virtudes do porquê do consumo de feijão, observando as suas qualidades e, por outro lado, explicando como é possível reduzir ou eliminar as substâncias em concentrações elevadas que podem causar problemas para os indivíduos que o consomem. Ainda conforme também se explicou, alguns componentes que foram considerados como fatores antinutricionais, em concentrações adequadas, podem servir como componentes nutracêuticos (um conceito que vem sendo tratado em que os componentes de um alimento, além de nutrir, podem servir como agentes que previnem certos tipos de doenças). Finalmente, na Tabela 7, há um conjunto de práticas recomendadas para manter o máximo valor nutricional dessa leguminosa.

Tabela 7. Dicas práticas para preservar o valor nutricional do feijão e evitar os problemas de flatulência.

<i>Para preservar valor nutritivo</i>	<i>Para evitar flatulência e melhorar digestão</i>
Deixar o feijão para embeber-se pelo menos 8 horas. Para obter mais preservação dos nutrientes não remover a água de maceração.	Mastigar muito bem, pois a digestão começa na boca.
Cozinhar preferencialmente em panela de pressão. A cocção rápida contribui para a conservação dos nutrientes.	Introduzir o feijão gradualmente em sua dieta, especialmente se você não consome muito feijão.
Cozinhar sem sal, até atender ao paladar dos consumidores. Adicionar sal e / ou outros temperos ao final do cozimento.	Se o feijão integral causar problemas, mesmo após imersão, tentar consumi-lo liquefeito ou na forma de farinha.
Já cozido, separar os que serão consumidos em dois dias. Esfriar e guardar na geladeira. A outra parte congelar.	Verificar a forma de preparação, evitando molhos, cominho, pimenta e gordura. Isso reduz os agentes que podem ser irritantes no trato gastrointestinal.
Descongelar os grãos que serão consumidos. Evitar congelar, aquecer e recongelar.	Preferir o feijão vermelho ao feijão preto, por ser o primeiro mais digestível.
Estas práticas irão preservar o valor nutricional do feijão, sobretudo de certas vitaminas como o ácido fólico e a tiamina, que são destruídos por uma exposição prolongada ao calor.	Somente se os problemas de flatulência ou desconforto intestinal persistirem, descartar a água de imersão (molho) e adicionar água limpa para cozinhar.

Fonte: Velasco e Velasco-González (2008).

Desta maneira, espera-se contribuir para o resgate do orgulho brasileiro de consumir feijão, para que se preserve a saúde de milhões e a sobrevivência econômica de produtores que têm nesse produto sua mais lucrativa atividade.

Referências

AMAYA, H.; ACEVEDO, E.; BRESSANI, R. Efecto del recalientamiento sobre la disponibilidad de hierro y del valor nutritivo de la proteína del frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) cocido. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 41, n. 2, p. 222-237, Jun. 1991.

ANTUNES, P. L.; SGARBIERI, V. C. Influence of time and conditions of storage on technological and nutritional properties of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) / variety Rosinha G2. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 6, p. 1703-1706, 1979.

ASP, N. G. Resistant starch - Proceedings from the second plenary meeting of EURESTA: European FLAIR concerted action nº 11 on physiological implications of the consumption of resistant starch in man. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 46, Suplemento 2, p. S1, Oct. 1992.

ASP, N. G.; JOHANSSON, C. G.; HALLMER, H.; SILJESTROM, M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 31, n. 3, p. 476-482, 1983.

AUGUSTIN, J.; BECK, C. B; KALBFLEISH, G.; KAGEL, L. C.; MATTHEWS, R. H. Variation in the vitamin and mineral content of raw and cooked comercial *Phaseolus vulgaris* classes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1701-1706, 1981.

BLANCO, A.; BRESSANI, R. Biodisponibilidad de aminoacidos en el frijol (*Phaseolus vulgaris*). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 41, n. 1, p. 38-51, 1991.

BRESSANI, R. El significado alimentário y nutricional del endurecimiento del frijol. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 32, n. 2, p. 308-325, 1982.

BRESSANI, R. Research needs to up-grade the nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*). **Qualitas Plantarum. Plant Foods for Human Nutrition**, The Hague, v. 32, n. 2, p. 101-110, 1983.

BRESSANI, R. Revision sobre la calidad del grano de frijol. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 39, n. 3, p. 419-442, 1989.

BRESSANI, R.; ELIAS, L. G. The nutritional role of polyphenols in beans. In: HULSE, J. H. (Ed.). **Polyphenols in cereals and legumes**. Ottawa: IDRC, 1980. p. 61-72.

BRESSANI, R.; ELIAS, L. G. Relacion entre la digestibilidad y el valor protéinico del frijol comun (*Phaseolus vulgaris*). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 34, n. 1, p. 189-197, 1984.

BRESSANI, R.; ELIAS, L. G.; BRAHAM, J. E. Reduction of digestibility of legume proteins by tannins. **Journal of Plant Foods**, London, v. 4, n. 1, p. 43-55, 1982.

BRESSANI, R.; ELIAS, L. G.; WOLZAK, A.; HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. Tannin in common beans: methods of analysis and effects on protein quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, n. 3, p. 1000-1003, 1983.

BRESSANI, R.; MORA, D. R.; FLORES, R.; GOMEZ-BRENES, R. Evaluacion de dos metodos para establecer el contenido de polifenoles en frijol crudo y cocido, y efecto que estudios provocan em la digestibilidad de la proteina. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 41, n. 4, p. 569-583, dec. 1991.

BRESSANI, R.; NAVARRETE, D. A.; GARCIA-SOTO, A. G.; ELIAS, L. G. Culinary practices and consumption characteristics of common beans at the rural home level. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 38, n. 4, p. 925-934, Dec. 1988.

BURR, H. K.; KON, S.; MORRIS, H. J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time of storage. **Food Technology**, Chicago, v. 22, n. 3, p. 336-338, 1968.

CARPER, J. **Food your miracle medicine**: how food can prevent and cure over 100 symptoms and problems. New York: Harpercollins, 1993. 576 p.

CHIARADIA, A. C. N.; GOMES, J. C. **Feijão**: química, nutrição e tecnologia. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 1997. 180 p.

COSTA, N. M. B.; BORÉM, A. (Coord.). **Biotecnologia e nutrição**: saiba como o DNA pode enriquecer a qualidade dos alimentos. São Paulo: Nobel, 2003. 214 p.

DE BOLAND, A. R.; GARNER, G. B.; O'DELL, B. L. Identification and properties of phytate in cereal grains and oilseed products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 23, n. 6, p. 1186-1189, 1975.

DESHPANDE, S. S.; SATHE, S. K.; SALUNKE, D. K.; CORNFORTH, D. P. Effects of dehulling on phytic acid, polyphenols and enzyme inhibitors of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 47, n. 6, p. 1846-1850, 1982.

EVANS, R. J.; BAUER, D. H.; ADAMS, M. W.; SAETTLER, A. W. Methionine and cystine contents of bean (*Phaseolus*) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 26, n. 5, p. 1234-1237, 1978.

FAIRWEATHER-TAIT, S. J. Iron. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 131, n. 4, p. 1383-1386, Apr. 2001. Suplemento.

FAO. **Human vitamin and mineral requirements**: report of a joint FAO/WHO expert consultation. Rome: FAO: WHO, 2002. 290 p. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e00.HTM#Contents>>. Acesso em: 15 ago. 2009.

FÁVARO, D. I. T.; HUI, M. L. T.; COZZOLINO, S. M. F.; MAIHARA, V. A.; ARMELIN, M. J. A.; VASCONCELLOS, M. B. A.; YUYAMA, L.; BOAVENTURA, G. T.; TRAMONTE, V. L. Determination of various nutrients and toxic elements in different Brazilian regional diets by neutron activation analysis. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, New York, v. 11, n. 3, p.129-136, Nov. 1997.

GEIL, P. B.; ANDERSON, J. W. Nutrition and health implications of dry beans: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 13, n. 6, p. 549-558, Dec. 1994.

GOMEZ-BRENES, R. A.; NUÑES, E. I.; BRESSANI, R.; BRAHAM, J. E. Comportamiento biológico de fracciones proteínicas aisladas del frijol comum (*Phaseolus vulgaris*). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 33, n. 3, p. 519-538, 1983.

GUPTA, Y. P. Anti-nutritional and toxic factors in food legumes: a review. **Qualitas Plantarum. Plant Foods for Human Nutrition**, The Hague, v. 37, n. 3, p. 201-228, 1987.

HAAS, J. D.; BEARD, J. L.; MURRAY-KOLB, L. E.; DEL MUNDO, A. M.; FELIX, A.; GREGORIO, G. B. Iron-biofortified rice improves the iron stores of nonanemic Filipino women. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 135, n. 12, p. 2823-2830, Dec. 2005.

HASLER, C. M. The changing face of functional foods. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 19, n. 5, p. 499S-506S, Oct. 2000. Suplemento.

HOCKADAY, T. D. R. Beans in the management of diabetes. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 41, n. 1, p. 81-82, 1982.

HOWARTH, N. C.; SALTZMAN, E.; ROBERTS, S. B. Dietary fiber and weight regulation. **Nutrition Reviews**, New York, v. 59, n. 5, p. 129-139, May 2001.

HUGHES, J. S. Potencial contribution of dry bean dietary fiber to health. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 9, p. 122-126, 1991.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes**: proposed definition of dietary fiber. Washington: National Academy Press, 2001. 74 p.

JONES, P. M. B.; BOULTER, D. The cause of reduced cooking rate in *Phaseolus vulgaris* following adverse storage conditions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, n. 2, p. 623-627, 1983.

KENNEDY, G.; NANTEL, G.; SHETTY, P. The scourge of "hidden hunger": global dimensions of micronutrient deficiencies. **Food, Nutrition and Agriculture**, Rome, n. 32, p. 8-16, 2003.

KON, S. Pectin substances of dry beans and their possible correlation with cooking time. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 33, n. 4, p. 437-438, 1968.

LIMA, M. **Arroz e feijão, um par perfeito!** Disponível em: < http://www.nostramamma.com.br/index_.php?pagina=noticiaview&id=12>. Acesso em: 25 maio 2009.

LOMBARDI-BOCCIA, G.; SANTIS, N. de; DI LULLO, G.; CARNOVALE, E. Impact of processing on the dialysability from bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, London, v. 53, n. 2, p. 191-195, 1995.

LUJÁN, D. L. B.; LEONEL, A. J.; BASSINELLO, P. Z.; COSTA, N. M. B. Variedade de feijão e seus efeitos na qualidade protéica, na glicemia e nos lipídios sanguíneos em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 142-149, dez. 2008. Suplemento.

MACHADO, J. L. de A. **De olho na história**. Disponível em: <<http://www.planetaeducacao.com.br/novo/impressao.asp?artigo=692>>. Acesso em: 25 nov. 2007.

MARCHIONI, D. M. L.; FISBERG, R. M.; GÓIS FILHO, J. F.; KOWALSKI, L. p>; CARVALHO, M. B.; ABRAHÃO, M.; LATORRE, M. do R. D. de O.; ELUF NETO, J.; WÜNSCH FILHO, V. Dietary patterns and risk of oral cancer: a case-control study in São Paulo, Brazil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 19-26, fev. 2007.

MARQUEZ, U. M. L.; LAJOLO, F. M. In vivo digestibility of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins: the role of endogenous protein. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 39, n. 7, p. 1211-1215, Jul. 1991.

MCCALL, K. A.; HUANG, C.; FIERKE, C. A. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, n. 5, p. 1437S-1446S, May 2000. Suplemento.

MILLER, D. D.; SCHRICKER, B. R.; RASMUSSEN, R. R.; VAN CAMPEN, D. An in vitro method for estimation of iron availability from meals. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 34, n. 10, p. 2248-2256, 1981.

MOLINA, M. R.; LA FUENTE, G.; BRESSANI, R. Interrelationships between storage, soaking time, nutritive value and other characteristics of the black bean (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, n. 3, p. 587-591, 1975.

MOSCOSO, W.; BOURNE, M. C.; HOOD, L. F. Relationships between the hard-to-cook phenomenon in red kidney beans and water absorption, puncture force, pectin, phytic acid and minerals. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 6, p. 1577-1583, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Recommended dietary allowances**. 10. ed. Washington, DC: National Academic Science, 1989. 284 p.

NETTO, C. G. Tese atesta riqueza nutricional do feijão consumido no Brasil. **Jornal da Unicamp**, Campinas, 12 a 25 de novembro de 2007. p. 2.

NORDSTROM, C. L.; SISTRUNK, W. A. Effect of type of bean, moisture level, blanch treatment and storage time on quality attributes and nutrient content of canned dry beans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 2, p. 392-403, 1979.

OLIVEIRA, J. E. D. de. O feijão na alimentação/nutrição do brasileiro: ontem e amanhã. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. v. 2, p. 1245-1254. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 182).

OLSON, A.; GRAY, G. M.; CHIU, M. C. Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. **Food Technology**, Chicago, v. 41, n. 2, p. 71-80, Feb. 1987.

OLSON, A. C.; GRAY, G. M.; GUMBMANN, M. R.; WAGNER, J. R. Nutrient composition of and digestive response to whole and extracted dry beans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 30, n. 1, p. 26-32, 1982.

POEL, T. F. B. van der; BLONK, J.; ZUILICHEM, D. J. van; OORT, M. G. van. Thermal inactivation of lectins and trypsin inhibitor activity during steam processing of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) and effects on protein quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 53, n. 2, p. 215-228, 1990.

PORTO, F. **Nutrição para quem não conhece nutrição**. São Paulo: Varela, 1998. 84 p.

QUENZER, N. M.; HUFFMAN, V. L.; BURNS, E. E. Some factors affecting pinto bean quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 4, p. 1059-1061, 1978.

RAO, B. S. N. Methods for the determination of bioavailability of trace metals: a critical evaluation. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 31, n. 5, p. 353-361, Set./Oct. 1994.

REDDY, N. R.; PIERSON, M. D.; SATHE, S. K.; SALUNKHE, D. K. Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates - a review. **Food Chemistry**, London, v. 13, n. 1, p. 25-68, 1984.

REYES-MORENO, C.; PAREDEZ-LOPEZ, O. Hard-to-cook phenomenon in common beans – a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 33, n. 3, p. 227-286, 1993.

RUTH, S. M. van; ROOZEN, J. P.; COZIJNSEN, J. L. Volatile compounds of rehydrated french beans, bell peppers and leeks. Part I. flavour release in the mouth and in three mouth model systems. **Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 1, p. 15-22, 1995.

SALTZMAN, E.; MORIGUTI, J.; DAS, S. K.; CORRALES, A.; FUSS, P.; GREENBERG, A. S.; ROBERTS, S. B. Effects of a cereal rich in soluble fiber on body composition and dietary compliance during consumption of a hypocaloric diet. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 20, n. 1, p. 50-57, Feb. 2001.

SATHE, S. K.; SALUNKHE, D. K. Technology of removal of unwanted components of dry beans. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 21, n. 3, p. 263-287, 1984.

SATHE, S. K.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K. Dry beans of *Phaseolus*: a review. I: chemical composition proteins. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 20, n. 1 p. 1-46, 1984.

SGARBIERI, V. C.; WHITAKER, J. R. Physical, chemical and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins. **Advances in Food Research**, San Diego, v. 28, p. 93-166, 1982.

SGARBIERI, V. C.; ANTUNES, P. L.; ALMEIDA, L. D. Nutritional evaluation of four varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 5, p. 1306-1308, 1979.

SIEVWRIGHT, C. A.; SHIPE, W. F. Effect of storage conditions and chemical treatments on firmness, *in vitro* protein digestibility condensed tannin, phytic acid and divalent cation of cooked black beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, n. 4, p. 982-987, Jul./Aug. 1986.

SILVA, V. R.; IACHAN, A. Proteínas de variedades brasileiras de feijão (*P. vulgaris*). I – quantificação e fracionamento das proteínas. **Revista Brasileira de Tecnologia**, Brasília, DF, v. 6, p. 133-141, 1975.

SILVA, C. A. B.; BATES, R. P.; DENG, J. C. Influence of pre-soaking on black bean cooking kinetics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1721-1725, 1981a.

SILVA, C. A. B.; BATES, R. P.; DENG, J. C. Influence of soaking and cooking upon the softening and eating quality of black beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1716-1720, 1981b.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO.
Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira: fibra alimentar ou fibra da dieta. São Paulo, 1990, p. 73-78.

STANLEY, D. W.; AGUILERA, J. M. A review of textural defects in cooked reconstituted legumes – the influence of structure and composition. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v. 9, n. 4, p. 277-323, 1985.

STELLA, R. **leguminosas: você sabe o que são?** Disponível em: <http://cyberdiet.terra.com.br/cyberdiet/colunas/020812_nut_leguminosas.htm>. Acesso em: 23 set. 2008.

TSUCHITA, H.; MANABE, N.; SAITO, S. Influence of food ingredients on iron availability. **Biofactors**, Osaka, v. 12, n. 1/4, p. 59-64, 2000.

UNNEVEHR, L.; PRAY, C.; PAALBERG, R. Addressing micronutrient deficiencies: alternative interventions and technologies. **AgBioForum**, Columbia, v. 10, n. 3, p. 124-134, 2007.

VELASCO, S. E. de; VELASCO-GONZÁLEZ, O. H. **Frijoles: desde México con amor, sabor y sazón.** México, DF: SAGARPA, 2008. 185 p.

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

WELCH, R. M. Micronutrients, agriculture and nutrition: linkages for improved health and well being. In: SINGH, K.; MORI, S.; WELCH, R. M. (Ed.). **Perspectives on the micronutrient nutrition of crops.** Jodhpur: Scientific Publishers, 2001. p. 237-289.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO global database on anaemia**. Disponível em: <http://who.int/vmnis/anaemia/data/database/countries/bra_ida.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2009.

ZIENA, H. M.; YOUSSEF, M. M.; EL-MAHDY, A. R. Amino acid composition and some antinutritional factors of cooked faba beans (*Medamnins*): effects of cooking temperature and time. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 5, p. 1347-1349, Sept./Oct. 1991.

CAPÍTULO 23

Evolução Histórica do Consumo de Feijão - Sugestões de Pratos Típicos e Exóticos

Priscila Zaczuk Bassinello

A presença do feijão comum em nossa dieta diária é tão certa que nem mesmo é questionada a sua origem, parecendo que esse hábito nasceu juntamente com nossa nação ou sociedade. Porém, é curiosa a história da chegada do feijão em nossas refeições, que de fato está registrada desde tempos remotos, e também como se deu a evolução de seu consumo no país.

Neste capítulo, foi realizada uma pequena revisão bibliográfica sobre alguns aspectos da introdução do hábito de consumo de feijão comum na dieta brasileira e sua relação com a diversidade cultural, ambiental e gastronômica. Além disso, sua importância nutricional e alguns tabus contra seu consumo também são abordados.

Encerrando o capítulo, são divulgadas algumas preparações diferenciadas com o nosso feijão do dia-a-dia, com sugestões saudáveis e saborosas de inovação do cardápio.

Histórico

A satisfação das necessidades nutricionais é condição indispensável para a sobrevivência de seres humanos. Entretanto, os significados da alimentação para as sociedades não podem ser compreendidos apenas a partir de indicadores nutricionais. Dessa forma, o ato alimentar implica também valorização simbólica. Por isso, o que é considerado comestível em uma sociedade – ou, mais precisamente, em um grupo social – não o é em outra (MACIEL; MENASCHE, 2007).

Nas sociedades humanas, a fome e a sede, necessidades vitais, são formuladas e satisfeitas em termos culturais, sociais e históricos. O que se come, com quem se come, quando, como e onde se come: as opções e proibições alimentares – que, como ensina Igor de Garine, eventualmente distinguem os grupos humanos – são definidas pela cultura: “O homem se alimenta de acordo com a sociedade a que pertence” (GARINE, 1987). Qual a boa comida? O que se come em dias comuns, fins de semana, dias de festa? Que alimentos são considerados perigosos? Quais os alimentos tidos por saudáveis? Homens, mulheres, idosos (as), jovens e crianças: quem come o quê? (MACIEL; MENASCHE, 2007).

A frase de Brillat-Savarin (1995): “Dizes-me o que comes, e eu te direi quem és”, datada do século XIX, indica que a alimentação é marcadora de identidade: somos o que comemos. Ou, como afirma Amado Millán: “Na alimentação humana, se materializa a estrutura da

sociedade, se atualiza a interação social e socioambiental, as representações socioculturais (crenças, normas, valores) que dão significado à ação social [...] dos que têm em comum uma mesma cultura”. A abstração conceitual da cultura se concretiza no prato (MILLÁN, 2002). É assim que, perpassadas por aspectos simbólicos, as escolhas dos alimentos podem expressar o *status* do indivíduo em uma sociedade, da mesma forma que a cozinha de um grupo social expressa sua identidade. Entendida como uma linguagem (LÉVI-STRAUSS, 1965), a cozinha de uma sociedade indica seus valores.

Se, em linhas gerais, pode-se dizer que as populações que se deslocaram para as Américas trouxeram com elas seus hábitos, costumes e necessidades – todo um conjunto de práticas alimentares, incluindo plantas, animais e temperos, além de preferências, interdições e prescrições –, é importante salientar que as várias influências não são meras “contribuições”, mas fazem parte de um processo colonial que confrontou povos diferentes e, conseqüentemente, sistemas alimentares muito diversos (MACIEL; MENASCHE, 2007).

Não se pode negar que aquilo que hoje é denominado de “cozinha brasileira” seja o resultado de uma grande mistura de elementos, das mais diversas procedências. Ao se afirmar que o Brasil (e sua cozinha) é marcado pelos diferentes povos que viveram e vivem em seu território, reafirma-se o papel deles, porém traçando um pano de fundo que não é harmônico e tampouco igualitário.

Outro aspecto a ser abordado ao se falar em “cozinha brasileira” refere-se às regiões. Dado o tamanho do país, o Brasil apresenta uma significativa diversidade regional, derivada não apenas de seus aspectos físicos, mas também das variadas condições históricas e de apropriação e colonização do território.

Cada região possui hábitos alimentares próprios, mas também pratos emblemáticos, que servem como marcadores identitários regionais. Assim, alguns pratos costumam ser mais intimamente associados a suas regiões de origem e a seus habitantes, tais como – a título de exemplo – o acarajé e o vatapá baianos, o arroz com pequi goiano, o tutu e o pão de queijo mineiros, o tucupi e o tacacá do Norte, o churrasco gaúcho (MACIEL; MENASCHE, 2007). Em São Paulo, o sucesso fica por conta do “virado paulista”, feito com o feijão carioca ou o mulatinho. O feijão azuki, muito apreciado pela colônia japonesa que reside na capital paulista, é utilizado para fazer doces e também uma espécie de “feijoada vegetariana”. Em Minas Gerais, são indispensáveis o “tutu à mineira”, feito

com o feijão preto, e o “feijão-tropeiro”, que leva feijão jalo sem caldo, farinha de mandioca e ovos fritos em pedaços. No Paraná, a “salada de feijão cavalo” serve para acompanhar o churrasco. Em Santa Catarina, o feijão branco é cozido com Joelho de Porco, sendo muito apreciado na região. No Pará, há um prato bem típico feito com feijão fradinho (“fradão”) e vinagrete, que é servido com farofa, arroz e peixe no espeto. No Centro-Oeste, o “feijão à moda do Pantanal” é feito com a variedade rosinha misturada com lombo de porco, linguiça e repolho branco.

Se alguns pratos regionais são famosos em todo o país, outros são quase desconhecidos pelas demais regiões, muitas vezes pelo simples fato de que os ingredientes necessários são exclusivos do lugar de origem, mas também por razões de ordem cultural, que determinam certos hábitos alimentares. Mas, além das práticas alimentares diversificadas, existem outras, encontradas em todo o país e em todas as classes sociais, representadas pelo consumo do feijão com arroz e da farinha de mandioca, combinação que se constitui na comida básica do brasileiro. Essa combinação pode variar conforme a região, mas, no todo, é a que prevalece. Em geral, o prato da refeição principal do Brasil constitui-se na mistura feijão, arroz, carne e salada. Quando se quer fazer referência ao cotidiano, a algo comum, familiar, repetido, rotineiro, diz-se: é feijão-com-arroz. Essa metáfora surge e ganha sentido pelo fato de que, no país, uma grande parcela da população come, diariamente, arroz e feijão. Mesmo quando o prato é de algum outro tipo, “bastando-se em si mesmo”, o arroz e feijão são, seguidamente, servidos como acompanhamentos, sendo, dessa forma, quase obrigatórios em pelo menos uma das refeições do dia (MACIEL; MENASCHE, 2007).

O feijão é conhecido em alguns lugares como “carne de pobre”, pelo fato de ser alimento rico em proteínas, carboidratos complexos, vitaminas, minerais e fibras.

Não há consenso sobre a origem dos feijões. Sabe-se que existiam em diversos continentes, principalmente na África. Quando os europeus chegaram ao Brasil, já havia várias espécies conhecidas por indígenas do litoral. Mas, com a chegada dos portugueses e a introdução de novas variedades, os feijões adquiriram importância na alimentação do país.

Já no século XVII, segundo Cascudo (2004), o binômio feijão/farinha estava presente no cardápio brasileiro. O feijão constituía o alimento da população escravizada em todo o território, juntamente com a farinha de mandioca ou milho, podendo – conforme as condições impostas por seus senhores – ser suplementado com carne seca,

toucinho, banana e canjica, ou ainda com laranja e, posteriormente, arroz (RUGENDAS et al., citados por CASCUDO, 2004).

No século XIX, conforme relato do naturalista europeu Carl Seidler, o feijão estava estabelecido, também nas “mesas distintas”, como alimento básico no país:

[...]O feijão, sobretudo o preto, é o prato nacional e predileto dos brasileiros; figura nas mais distintas mesas, acompanhado de um pedaço de carne de rês seca ao sol e de toucinho à vontade. Não há refeição sem feijão, só o feijão mata a fome. É nutritivo e sadio, mas só depois de longamente acostumado sobe ao paladar europeu, pois o gosto é áspero, desagradável. (SEIDLER, citado por CASCUDO, 2004).

A vinda de novos imigrantes europeus – sobretudo italianos e alemães, a partir do século XIX – e as grandes transformações advindas, no século XX, do processo de urbanização e industrialização não alteraram o lugar do feijão na alimentação básica de brasileiros.

Quanto ao arroz, há registros da existência, no período pré-colonial, de um tipo de arroz selvagem, coletado pelos índios tupis. Mas seria, também nesse caso, com os portugueses que o cultivo do arroz se estabeleceria e se desenvolveria.

A conjunção arroz e feijão, tão desejada dos brasileiros de todos os estados é, por sua vez, devida aos maranhenses e ao fomento da produção de arroz em suas terras para a exportação ainda no século XIX. Precusores da produção desse cereal oriundo da Ásia, os maranhenses foram logo apelidados de “papa-arroz”. Mal sabiam eles que estavam lançando as bases da mistura mais trivial da história da alimentação de nosso país (MACHADO, 2007).

Para Roberto da Matta (MATTA, 1986, 1987):

[...] a combinação de feijão com arroz é expressão da sociedade brasileira, combinando o sólido com o líquido, o negro com o branco, resultando em um prato de síntese, representativo de um estilo brasileiro de comer: uma culinária relacional que, por sua vez, evidencia uma sociedade relacional. O mulato, tido como “o brasileiro”, seria a própria mistura: nem o preto do feijão, nem o branco do arroz, um prato miscigenado.

A combinação desses dois alimentos tradicionais revela um povo que teve que equacionar valor nutritivo, praticidade, simplicidade, sabor, economia, oferta, conservação e assim garantir sua sobrevivência. São a união e a sobrevivência das etnias originárias da raça Brasil (MIRANDA, 2007).

Comer feijão é um hábito muito brasileiro. O feijão está presente na mesa dos brasileiros praticamente todos os dias, agregando um sabor agradável, além de prevenir muitos problemas nutricionais e reduzir riscos de doenças cardiovasculares e de certos tipos de câncer.

O feijão representa importante fonte de nutrientes (carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais) para a população brasileira. Dados do Estudo Nacional de Despesa Familiar (ENDEF) indicam que o feijão contribui com 18,5% do consumo de proteínas no País.

O feijão promove a identificação cultural e é um dos alimentos mais lembrados pelo povo brasileiro. Ele foi escolhido pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), em 2007, como símbolo da Semana Nacional da Alimentação no país, por ser um produto que retrata a variedade étnica, a pluralidade cultural e suas tradições alimentares.

O alimento do povo

É importante destacar que ao se denominar o feijão como alimento popular reconhece-se que esse membro da família das leguminosas é uma iguaria consumida em larga escala em todos os continentes e que, ao mesmo tempo, por seu preço acessível, é um alimento presente a mesa tanto dos mais humildes quanto dos mais ricos cidadãos.

Seu forte apelo popular fez com que o feijão se tornasse protagonista em diversos segmentos culturais. Vale recordar a obra de Orígenes Lessa, *O Feijão e o Sonho*; outra forte reminiscência artística foi a telenovela *Feijão Maravilha*; a cantora Simone cantava no final dos anos 1970 uma música cujos versos iniciais eram “pode ir preparando aquele feijão preto eu to voltando”; há ainda uma dança popular chamada *Coco* cujos passos foram nomeados como feijão preto, feijão mulatinho e feijão miudinho (MACHADO, 2007).

Há diversos grupos comerciais desse alimento conhecidos mundialmente (Figura 1), entre os quais os mais difundidos são: feijão preto, feijão mulatinho (também chamado de roxinho ou rosinha), feijão carioca (denominação recebida devido ao desenho de ondas existente em sua casca, semelhante ao calçadão da Praia de Copacabana no Rio de Janeiro), feijão bico de ouro, feijão jalo, feijão branco, feijão fradinho, feijão borlotti (ou romano), feijão cannellini, feijão-de-lima, feijão mungo, feijão da china, feijão encarnado (ou mexicano), feijão manteiga, feijão

azuki, feijão verde e o feijão da praia. Alguns desses feijões não pertencem à espécie *Phaseolus vulgaris*, como, por exemplo, o feijão azuki e o fradinho (ou feijão-caupi).



Fig. 1. O feijão é encontrado em várias partes do mundo e em diversas variedades
Fonte: Machado (2007).

O feijão é encontrado em várias partes do mundo e em diversas variedades. Sua história tem registros tão longínquos quanto a Grécia Antiga, destacados no artigo *Cidades e Campos Gregos*, de autoria de Marie-Claire Amouretti, onde há algumas menções de autores clássicos em que o feijão aparece ao lado de tradições da península balcânica como vinhos, queijos, figos e grãos de trigo (AMOURETTI, 1998).

Não era, é claro, um alimento de regular utilização entre os helenos. Tanto é que não consta entre as heranças gastronômicas legadas pelos conterrâneos de Sócrates, Platão e Aristóteles aos romanos. Também estava presente entre os produtos vendidos nos mercados de Roma, a Cidade Eterna. Era, no entanto, apenas uma leguminosa a mais e não uma variedade verdadeiramente incorporada aos cardápios de então (MACHADO, 2007).

Novas histórias em que o feijão se torna protagonista voltam a aparecer somente na Idade Média. Nessa época, essa leguminosa e também a fava, o grão de bico, o cizirão e a ervilha juntam-se ao centeio, à cevada, à aveia, ao sorgo, à espelta e ao milheto como concorrentes do trigo, o grande campeão de plantio durante o Império Romano. São alimentos considerados inferiores ao cereal de preferência dos romanos, no entanto exigiam menos cuidados em seu plantio e eram mais rentáveis em termos de produtividade.

O plantio de feijão entre os europeus medievais pôde ser verificado com maior incidência especialmente na baixa Idade Média. Há registros de plantações espalhadas por toda a Europa, com maior destaque, no entanto, para as produções alemãs e inglesas. Sabe-se também que essa leguminosa era plantada tanto em campos abertos quanto em hortas. Essa particularidade quanto ao local de produção esclarece que o destino das safras variava, no primeiro caso, destinando-se aos nascentes mercados das cidades medievais e, no segundo, das hortas, à subsistência dos camponeses.

No Império Bizantino, a importância do feijão e de alguns outros alimentos, assim como as preocupações quanto aos direitos sobre a terra e a produção, fizeram com que surgissem leis severas e punições duras a todos aqueles que ousassem invadir propriedades e roubar alimentos. Previam-se chicotadas, indenizações em valores de mercado para os produtos roubados (ou ainda pagando-se o dobro do prejuízo causado) e, se o autor do delito fosse funcionário do dono das terras, esse trabalhador perderia o direito ao recebimento de seu salário (MACHADO, 2007).

A preocupação com as colheitas e também com o abastecimento de seus mercados levava os bizantinos a definirem os períodos de plantio regular de seus alimentos, dentre os quais se destacava a presença marcante do feijão, cuja semeadura deveria acontecer no mês de fevereiro, juntamente com cebolas, cenouras e alguns tipos de hortaliças. Essa determinação também esclarece que, para os cristãos do Oriente, a agricultura planejada era a garantia de estoques alimentares nos períodos de escassez. Nesse sentido, o feijão, alimento que pode ser armazenado por um bom período de tempo, ganhava vulto na dieta bizantina.

Também os árabes fizeram uso regular do feijão como alimento, a partir das definições de suas bases culturais na Idade Média. Não eram os feijões que seriam encontrados na América, mas sim variedades africanas e orientais, na maior parte dos casos, consumidas ainda verdes. São suplantadas nas dietas mulçumanas pelas lentilhas e favas e competem com as ervilhas enquanto alimento secundário. Foram formas encontradas pelos povos da antiga Ásia Menor para combater a escassez de cereais em seus períodos de entressafra. Seduzido pelo sabor do feijão desde seus primórdios enquanto civilização, o mundo árabe sucumbe, anos depois, ao poder das variedades dessa iguaria, importadas da América, também as incorporando ao seu cardápio. São tradições que se renovam (MACHADO, 2007).

Os judeus do medievo igualmente se apropriam do feijão verde e incorporam-no à sua dieta. Fazem uso desse alimento para a produção de caldos, sopas e pães (utilizando-o enquanto legume seco). O feijão também é secundário na dieta semita (como já havíamos observado em sua trajetória histórica anterior, desde os gregos até os mulçumanos), tendo sido suplantado pelo grão de bico nas receitas locais. O importante é perceber que, apesar de estar sempre legado a um espaço discreto nos cardápios das civilizações anteriores à modernidade, o feijão existe e está presente nesse enredo.

Originário da região situada entre o México e o Peru, onde foi domesticado há cerca de 10.000 anos, os grãos de feijão chegaram ao Brasil antes mesmo da frota de Cabral. Esse movimento aconteceu por meio de troca de sementes entre os povos. O feijão, o milho e, às vezes, a carne de boi constituíam a principal alimentação do explorador europeu. Assim, à medida que penetravam nos sertões inóspitos, deixavam atrás de si roças de milho e feijão, para garantir os víveres à retaguarda. Por ser rico em proteínas, o feijão é considerado um dos melhores substitutos da carne. No período colonial, o feijão e angu formavam a base alimentar da população brasileira (MIRANDA, 2007).

É, porém, a chegada dos tempos modernos que difunde amplamente o consumo do feijão pelo mundo afora. Seu papel de coadjuvante na dieta mundial é superado pela rápida transposição das fronteiras físicas que separavam a América e suas novas variedades de feijão do restante do mundo. O “feijão antigo e medieval”, também conhecido como faséolo, (FLANDRIN, 1998, citado por MACHADO, 2007), vai sendo superado discreta e rapidamente pelos seus parentes de além-mar, surgidos no Novo Continente. Atualmente, é até difícil imaginar que os africanos os tenham conhecido há tão pouco tempo e que os ibéricos só os tenham adicionado às receitas de suas terras depois do século XVI.

É nesse momento específico da história mundial que o Brasil entra em cena e começa a mostrar a sua predileção pelo feijão. Identificado pelos indígenas locais como comandá, o feijão está entre os registros e anotações feitos pelos primeiros exploradores europeus que anotaram as peculiaridades brasileiras e as levaram para o outro lado do Atlântico. Apesar de conhecido pelos portugueses desde o século XIII, conforme nos conta Câmara Cascudo em sua célebre obra História da Alimentação no Brasil, não eram as variedades americanas as utilizadas em terras lusitanas, mas espécies trazidas da África (MACHADO, 2007).

Para os portugueses, o feijão era (e continua sendo) o parceiro ideal para seus caldos, sopas, dobradinhas e até mesmo pastéis. A

incorporação de variedades provenientes das colônias americanas realça e valoriza pratos que já eram tradicionais desde a Idade Média entre a população lusa. No Brasil, o feijão divide as atenções inicialmente com a mandioca e o milho. Somente o advento das expedições de desbravamento do território nacional rumo ao interior, em busca de bugres, ouro e diamantes é que fará o feijão brilhar na gastronomia brasileira.

As facilidades relativas ao seu transporte em farnéis; a possibilidade de rápido plantio de suas variedades ao longo das rotas que levavam às “Geraes”, Goiás, Mato Grosso e outras localidades; a durabilidade do produto; a facilidade de cozimento e o seu sabor delicioso quando adicionado à farofa faziam do feijão o melhor companheiro para os bandeirantes paulistas e demais viajantes que se aventuravam em direção ao centro do nosso país-continente (MACHADO, 2007).

Dessas fabulosas viagens surgiu a variação da feijoada portuguesa, feita originalmente com feijões brancos. Na ausência do ingrediente original e diante da oferta do seu irmão negro, as escravas-cozinheiras de sinhás portuguesas que se estabeleciam nas rotas e cidades surgidas, assim como nas litorâneas capitais brasileiras (Salvador e Rio de Janeiro) e demais cidades de vulto e relevância, adicionavam aos pedaços do porco (orelha, toucinho, patas, rabos, lombos) a leguminosa herdada dos nativos e repassada aos africanos, dando origem ao prato típico brasileiro mais conhecido internacionalmente, a feijoada.

No Brasil, o prato representativo nacional é uma transformação dos elementos tradicionais que constituem a comida do cotidiano. Transformação que se dá, sobretudo, no significado. É quando a metáfora do corriqueiro, feijão-com-arroz, transforma-se em especial, a feijoada (MACIEL; MENASCHE, 2007). Comida do cotidiano, o feijão com arroz acompanhado por farinha de mandioca assume outro caráter quando se transforma num prato detentor de um sentido unificador e marcador de identidade, oferecido ao estrangeiro quando se quer apresentar a cozinha brasileira, traduzindo a nacionalidade e, assim, alçado-o a prato nacional. E ela é preparada justamente com os três elementos fundamentais da cozinha do dia-a-dia do Brasil, uma derivação dessa combinação cotidiana, mas cujas características estão tanto nos ingredientes acrescidos quanto no sentido do prato, festivo e emblemático (MACIEL; MENASCHE, 2007). Por meio da famosa “feijoada brasileira”, divulga-se no cenário internacional a nossa culinária.

Não há consenso sobre a origem da feijoada. Segundo versão corrente, que atualmente vem sendo contestada, a feijoada teria sido criada nas senzalas, por escravos e escravas. Qualquer que tenha sido sua

origem, sabe-se que é um antigo hábito brasileiro misturar feijão com toucinho e carne-seca.

Uma feijoada (ou a feijoada completa) necessita de feijão preto, cozido com várias carnes (carne-seca; pé, orelha, rabo e pele de porco; toucinho; linguiça; e paio), servida com arroz branco e farinha de mandioca (Figura 2). Embora também tenha outros acompanhamentos, tais como couve, laranjas e molho de pimenta, a base do prato são os três elementos fundamentais.



Fig. 2. Acompanhado de arroz e farofa, o feijão é tradicionalmente uma parte indispensável no cotidiano alimentar dos brasileiros
Fonte: Machado, 2007.

Mas não são apenas os ingredientes que fazem a diferença. Esta é encontrada também no significado atribuído ao prato. Uma feijoada não é, então, apenas feijão com arroz, ela é feijoada, um prato especial, que exige muito mais tempo para fazer (e para digerir), em geral reservado às ocasiões especiais, com convite aos amigos, enfim, a feijoada implica comensalidade (MACIEL; MENASCHE, 2007). Além da Feijoada, a Dobradinha, o Mocotó, o Cabo de Relho, o Tutu à Mineira, o Baião de Dois (à base de feijão fradinho ou feijão-caupi) e o Feijão Tropeiro são preparos típicos de povos de origem africana no Brasil (MIRANDA, 2007).

Atualmente, o Brasil continua figurando entre os maiores produtores e consumidores mundiais de feijão. O mundo contemporâneo viu, entretanto, a rápida disseminação desse produto entre os países do hemisfério sul, transformados em produtores de matérias-primas para os ricos países europeus ou ainda para os Estados

Unidos. Atualmente, além dos brasileiros, também os africanos destacam-se enquanto países onde as áreas destinadas ao plantio do *Phaseolus vulgaris* são grandes e determinantes para a economia.

Fatos e boatos sobre o feijão brasileiro

O feijão sempre fez parte da dieta dos brasileiros, no entanto, nos últimos anos, cita-se uma redução constante no consumo *per capita* do produto.

Enquanto em 1975 o consumo *per capita* de feijão girava em torno de 18,5 kg/hab/ano, em 2002 esse consumo caiu para aproximadamente 16,3 kg/hab/ano (-11,9%). Tal fato tem preocupado os especialistas da cadeia produtiva do feijão. Algumas das possíveis causas dessa queda de consumo no Brasil estão relacionadas com a substituição por outras fontes protéicas, o êxodo rural, bem como, a mudança de hábitos alimentares com o advento do *fast food*, em que a dificuldade de preparo caseiro e o tempo de cozimento (falta de praticidade) contrapõem-se à necessidade de redução do tempo de trabalho doméstico, e conseqüentemente, há maior número de pessoas fazendo suas refeições fora do lar (WANDER, 2007). A cadeia produtiva do feijão é desafiada a encontrar novas oportunidades de mercado para o produto. No mercado interno, por exemplo, poderia ser ressaltado o seu valor alimentar, por meio de campanhas de conscientização junto aos consumidores, para estimular o consumo. De acordo com economistas da Embrapa, há argumentos tradicionais utilizados para justificar a redução do consumo de feijão, como o fato do produto ter elasticidade de renda negativa, ou seja, à medida que a renda do consumidor aumenta o consumo do produto diminui, caracterizando fortes flutuações de oferta e preços. Por sua vez, outros afirmam que ocorreu um crescimento do preço real do feijão em comparação a outros alimentos. Baseando-se em uma recente pesquisa sobre hábitos alimentares do brasileiro, publicada na mídia eletrônica por Marcelo Eduardo Lüders (24/09/2007), afirma-se que nas capitais onde se pensava que o consumo do feijão havia caído, pelo contrário, houve pequeno aumento nos últimos anos. No almoço, 94% e no jantar, 68% dos consumidores entrevistados consomem diariamente feijão. Muito provavelmente no interior, em que não foi feita nenhuma pesquisa do gênero, o consumo deva ser maior. O autor conclui que não se tem noção do que representa hoje a cultura de feijão, no Brasil. Enquanto países como Estados Unidos incentivam o consumo, investindo, por exemplo, US\$ 1.500.000,00 somente na coleta dos resultados de pesquisas que demonstram o quão saudável é o consumo de feijão, no Brasil não se sabe exatamente quanto se consome. Nos últimos anos, algumas pesquisas mal interpretadas

apontam para a errônea conclusão de que o consumo de feijão está caindo ano a ano. Dados do IBGE revelam, sim, a diminuição do consumo na residência de certas faixas da população, exatamente naquelas em que a família faz cada vez menos refeições em casa, principalmente o almoço, que geralmente é consumido na empresa ou na escola. Além disso, 14.000.000 de brasileiros ganham como benefício conquistado uma cesta básica que invariavelmente contém de dois até quatro quilos de feijão. Esses números não são computados e podem chegar a 500.000 t.

O *fast food*, até mesmo em grandes centros comerciais, vem se rendendo ao bom e saudável arroz com feijão. Além disso, somente em cozinhas industriais, mais de 70.000.000 refeições são servidas todos os dias. Tomando-se a média de 0,30 g por consumidor, tem-se 960.000 t ao ano. Para constatar-se o quão apaixonado é o brasileiro por seu prato típico, bastaria propor a qualquer restaurante a quilo a retirada do feijão por uma semana, o que seria praticamente impensável, ainda nos dias atuais.

Outra falácia é a afirmação de que feijão é alimento do brasileiro pobre. Se assim fosse, o cidadão mais privilegiado que passa temporadas fora do país não afirmaria com rara sinceridade sua vontade em experimentar novamente um prato de arroz com feijão quando retornar ao Brasil. Jogadores de futebol milionários mantêm o feijão como importante ingrediente na sua dieta, não o trazendo apenas nas lembranças, mas solicitando seu envio ao país onde treinam e jogam. “Ronaldinho pediu que fosse levado feijão para ele na Europa”. “Zico leva feijão brasileiro para fortalecer zagueiros japoneses” (LÜDERS, 2007).

Perfil do Consumidor

Entre as características culinárias do feijão comum desejáveis pelos consumidores estão a rápida hidratação, baixo tempo de cocção, produção de um caldo espesso, bom sabor e textura, grãos moderadamente rachados, casca delgada e boa estabilidade de cor. A integridade dos grãos depois de cozidos é importante para a aplicação industrial (BRESSANI, 1989). Para a qualidade comercial dos grãos, a coloração e o tamanho são os atributos primeiramente avaliados pelos consumidores, apresentando papel decisivo na aceitação do produto (BRESSANI, 1989).

Segundo Bassinello et al. (2003), estudando a aceitabilidade de três cultivares de feijoeiro comum em Goiânia, as características qualitativas consideradas mais importantes no ato da compra do feijão nos pontos de venda foram aparência e cor do produto. Após o cozimento, a consistência do caldo e o tempo de cozimento foram as características de maior

relevância na opinião das famílias goianas consultadas. Os dados indicaram que o procedimento de cozimento de feijão mais comum é o de uso do fogão à gás com panela de pressão, justificando o processo de não se deixar os grãos previamente de molho ou, quando sim, durante curto período de tempo (em torno de uma hora ou menos), associado à necessidade atual de se economizar tempo. Esses resultados sinalizam que o consumidor atual de feijão está mais exigente quanto à qualidade, uma vez que considera mais as condições de aparência e cor do produto em detrimento do preço e marca a ele atribuídos. Os autores observaram que a disposição à compra dos feijões não parece estar diretamente influenciada pelo grau de escolaridade, mas sim pela faixa etária dos consumidores.

A cor do feijão é um atributo de grande influência no momento da compra e na aceitabilidade do consumidor, devido ao escurecimento do tegumento ao longo do armazenamento. O consumidor associa esse fenômeno de escurecimento do grão ao seu envelhecimento e, portanto, ao endurecimento do mesmo. Os dados revelam uma tendência do consumidor em preferir os feijões de boa consistência de caldo sem perder a integridade dos grãos cozidos e que cozinham rápido, este último especialmente justificado, se for considerado que atualmente a maior parte das donas de casa possui vida ativa no campo profissional e muito valor tem sido dado aos alimentos práticos (*fast food*).

Alguns fatores tecnológicos e nutricionais que podem exercer certa influência na aceitabilidade ou consumo do feijão pelo consumidor estão descritos na Tabela 1, de acordo com Chiaradia e Gomes (1997).

Tabela 1. Componentes de aceitabilidade e de qualidade nutricional do feijão comum.

<i>Componentes de Aceitabilidade</i>	<i>Componentes Nutricionais</i>
Aparência, cor, sabor, tamanho (específicos da cultura)	Positivos: 1- Relacionados com nutrição: Alto conteúdo protéico; Alto conteúdo de lisina; Proteína suplementar para cereais;
Tempo de cozimento (resistência ao cozimento)	Positivos: 2- Relacionados com saúde: Boa fonte de fibra protéica; Reduz o colesterol plasmático; Reduz o açúcar no sangue;
Textura	Negativos: 1- Fatores antinutricionais: Inibidor enzimático; Hemaglutininas; Fatores de flatulência; Taninos; Ácido fítico;
Produtos derivados: por exemplo, caldo de cozimento; feijões cozidos, fritos e outros	Negativos: 2- Relacionados com nutrição: Baixa digestibilidade protéica; Deficiência de aminoácidos sulfurados; a Provável redução da biodisponibilidade de nutrientes pela fibra alimentar; Biodisponibilidade de carboidratos.

Fonte: Bressani (1989).

Em 2003, um grupo de pesquisadores do Instituto Politécnico Nacional (México) realizou um estudo do mercado consumidor de feijão, por meio de questionário aplicado a 1908 consumidores, com o objetivo de conhecer as preferências e tendências no consumo de feijão. Observou-se que os principais critérios de compra foram o sabor, o preparo necessário para o consumo do produto e o tipo de preparo do produto pronto para consumo, sendo que o sabor obteve praticamente 50% dos votos. Também foram identificados consumidores que preferiam preparar o feijão em suas residências ou adquiriam o feijão já cozido. Em menor proporção ficaram os feijões enlatados, porém, seu consumo não era insignificante (VELASCO-GONZÁLEZ et al., 2005).

Com base nessa pesquisa, decidiu-se realizar a comercialização de feijão, de modo a satisfazer as exigências dos consumidores, ou seja, o feijão deve se apresentar macio após cozimento, o que exigiria classificação por tamanho, pois deveria ser primeiro ofertado o feijão de menor tamanho, que endurece rapidamente e se este não fosse vendido no prazo de seis meses, deveria ser retirado das prateleiras e processado por extrusão, com o fim de preparar diversos produtos, tais como sopas instantâneas de alto valor nutricional, biscoito tipo *alfajor* com cobertura de chocolate, biscoitos doces, e outros lanches nutritivos de aceitação generalizada na população infantil, feijões fritos, e de preparação rápida (3-5 minutos) (VELASCO-GONZÁLEZ et al., 2005). A tecnologia proposta inclui o aproveitamento da “bandinha” do feijão, subproduto que até o momento tem uso limitado, destinando-se apenas ao consumo animal, além de sugerir a utilização do feijão manchado, que na atualidade também ainda tem uma aplicação muito limitada.

Alguns processos tecnológicos, tais como a extrusão, permitem obter produto com elevado valor agregado e de baixo custo, preparando alimentos com elevado valor nutricional, destinado às populações marginalizadas, desenvolvido por misturas de cereais integrais e leguminosas (milho/feijão), e, desta forma, melhorar o aporte nutricional da bem conhecida “carne dos pobres” (chamada desta forma porque a carne é o alimento que contém a maior quantidade de proteínas, porém de alto custo, enquanto o feijão também contém um alto conteúdo de proteínas, mas é de baixo custo, além de ser mais fácil a sua aquisição e conservação).

Além de sopas instantâneas do feijão (três minutos), assim como outros produtos altamente nutritivos, semelhantes ao valor

nutricional do leite e também ricos em fibras, tais como aqueles preparados a partir de misturas de milho-feijão 70-30%, como: a segunda geração de *snacks* (salgadinhos) expandidos de diferentes sabores, que têm uma grande aceitação por parte da população infantil (VELASCO-GONZÁLEZ et al., 2005), todos com um elevado valor nutritivo (o valor da proteína do leite = 2,35, lanches extrusados = 2,23; consumo de 35 gramas de um lanche equivale ao consumo de um copo de leite 120ml). Além disso, os feijões extrusados podem ser usados como um extensor de carne de até 50%, no desenvolvimento de linguiça, mas também têm sido utilizados na alimentação animal, beneficiando o setor pecuário, pois os resultados obtidos com suínos foram altamente promissores (HERRERA et al., 2006). Com a tecnologia de extrusão, poderiam ser utilizadas variedades altamente produtivas e de elevado teor de proteínas, mas de pouca aceitação para consumo no domicílio.

A contemporaneidade transformou o feijão em produto industrializado, observou-se, na Figura 3 vários produtos existentes no mercado.



Fig. 3. Diversificação do feijão na alimentação¹.

Um fato preocupante da nova tendência de hábito alimentar diz respeito à carência de nutrientes, reflexo de uma dieta mal planejada.

¹ Feijão Asteca - Machado (2007); Feijão Vapza (<http://www.vapza.com.br>); Nutrição CAP (cortesia Márcio Almeida, Pink Alimentos, Belo Horizonte, MG); Feijão Quero (Priscila Zaczuk Bassinello, Embrapa Arroz e Feijão); (Panco-<http://www.paodeacucar.com.br>)

Uma parcela importante da população encontra-se fora das recomendações para ferro e cálcio, conforme aponta o último “Estudo Multicêntrico sobre Consumo Alimentar”, divulgado pelo Ministério da Saúde e realizado em cinco cidades brasileiras (Campinas, Curitiba, Goiânia, Ouro Preto e Rio de Janeiro). O agravante, segundo o relatório, é que há um consumo desproporcional de gordura saturada e colesterol (SANTAROSA, 2007).

No Rio de Janeiro, por exemplo, 58% dos homens e 43% das mulheres consomem mais do que 300mg de colesterol por dia, bem acima do recomendado pelos médicos. Segundo o estudo, também há uma diferença de padrões alimentares de acordo com a renda familiar. Até meio salário mínimo *per capita*, arroz, óleo, açúcar, feijão, leite e macarrão são os alimentos mais consumidos, em ordem decrescente; já para a última faixa de renda (entre 10 e 15 salários mínimos *per capita*) esses alimentos são pão de forma, arroz, óleo, açúcar, pão francês e leite. A dieta usual tem um excesso de gordura, que é uma caloria vazia. Isso leva a uma deficiência de micronutrientes, principalmente minerais e vitaminas.

O arroz e o feijão ainda são prioridades para os indivíduos de renda menor, de acordo com o levantamento do Ministério. Já para os mais abastados, esses alimentos ocupam posições menos privilegiadas. Em Campinas (SP), por exemplo, itens como o refrigerante, a bolacha doce e a salsicha estão entre os principais itens que garantem o aporte energético diário dos moradores (SANTAROSA, 2007).

E, finalmente, quanto ao consumo de feijão na alimentação do brasileiro, os dados parecem apontar para a sua diminuição progressiva ao longo dos anos, mas deve-se atentar para as condições em que as informações divulgadas foram coletadas, antes de qualquer alarme. Importante se faz ter em mente que a aparente redução do consumo de feijão acarretará um prejuízo para o necessário consumo nacional de proteína, o que é indesejável, considerando a carência nutricional de nossa população mais acentuadamente nas classes mais baixas.

Aproveitamento Culinário

Quanto ao aspecto culinário, os feijões são excepcionais, sendo utilizados tanto para preparo de pratos salgados quanto doces, aceitando os mais diferentes temperos e combinações com outros alimentos. Podem ser apresentados simplesmente cozidos, com os

grãos inteiros ou amassados, formando caldo grosso; ou como sopa, salada, farinhas e muitas outras formas.

No desenvolvimento de novos alimentos, a partir desse grão tão importante para a nossa identidade, deve ser considerado o consumidor final e as suas preferências relativas aos produtos que estariam dispostos a consumir, porque o sucesso de um alimento depende essencialmente da aparência e do *flavor*. Reforçando o que disse José Vasconcelos: “Uma civilização que ignora os seus sabores não se pode concluir uma civilização”; e, considerando o que sugeriu Joseph N. Iturriaga: “Comer é um ato biológico e cozinhar é um evento cultural” (VELASCO; VELASCO-GONZÁLEZ, 2008), convida-se o leitor a testar e saborear os pratos diferenciados sugeridos ao final deste capítulo.

Para ilustrar melhor a versatilidade do feijão na culinária brasileira, as receitas anexadas a seguir foram selecionadas do trabalho desenvolvido pela Cozinha Experimental da Embrapa Arroz e Feijão, sob a coordenação da pesquisadora Dra. Priscila Zaczuk Bassinello e da assistente Sra. Renilda Aparecida Ferreira. A Cozinha Experimental nasceu da Campanha de Resgate do Consumo do Arroz e do Feijão liderada pela Embrapa Arroz e Feijão e tem como tema a exploração culinária do “Par Perfeito – Feijão com Arroz” por meio da divulgação da importância e formas diversificadas e inovadoras de aproveitamento desses dois valiosos alimentos, com preparo e degustação, em cursos teórico-práticos por todo o país, atingindo diferentes públicos (donas de casa, supermercados, indústrias de alimentos, universidades, instituições de pesquisa etc.) conforme demanda. Algumas receitas foram desenvolvidas com a colaboração de parceiros da Embrapa. O intuito é apresentar maneiras atrativas, nutritivas e saudáveis de saborear nosso produto por diferentes faixas etárias (especialmente as crianças!) e ou grupos com necessidades especiais na dieta (celíacos, por exemplo). Há receitas extraídas do livro editado pela Embrapa Arroz e Feijão chamado “Boa mesa com Feijão” (OLIVEIRA et al., 2005) e disponível para aquisição no seu *homepage* (<http://www.cnpaf.embrapa.br>) e algumas novas receitas a serem publicadas no seu próximo livro de receitas que será lançado em meados de 2009, como fruto do trabalho da Cozinha Experimental.

Sugestões de Receitas Apetitosas (brigadeiro, bolo exótico, pé-de-moleque...)

CASADINHO “PAR PERFEITO”

Recheio de Doce de Arroz

1 litro de leite
1 copo* de farinha de arroz**
1 lata (395g) de leite condensado
1 pitada de sal



**a medida do copo utilizada nas receitas equivale ao copo americano.*

***se não encontrar a farinha de arroz para comprar, moer os grãos crus de arroz branco em liquidificador e peneirar até obter uma farinha fina.*

Preparo do Doce de Arroz

Coloque todos os ingredientes em uma panela e leve ao fogo brando até formar um creme firme, mexendo sempre. Deixe esfriar e reserve.

Recheio de Doce de Feijão

3 copos* de açúcar refinado
3 colheres (sopa) de essência de baunilha
6 copos* de feijão preto cozido

Preparo do Doce de Feijão

Cozinhe o feijão em panela de pressão, utilizando apenas água, e bata-o no liquidificador com o próprio caldo. Coloque esse creme em uma panela e adicione o açúcar e a essência de baunilha. Leve ao fogo brando até ferver. Mexa sempre para não grudar na panela. Depois, deixe tudo cozinhando durante aproximadamente uma hora. Aumente o fogo e cozinhe até apurar, ou seja, até quando a massa desgrudar da panela e adquirir consistência firme. Posteriormente, passe tudo para uma vasilha em separado e deixe esfriar.

Ingredientes

1 copo de farinha de arroz
1 litro de leite
1 lata (395 g) de leite condensado
1 pitada de sal
1 kg de chocolate em barra - branco
1 kg de chocolate em barra - preto

Preparo do Casadinho “Par Perfeito”

Derreta separadamente os chocolates em barra branco e preto (ao leite). Despeje-os em quantidade suficiente em pequenas fôrmas plásticas sem misturá-los. Pincele os chocolates nas fôrmas para espalhá-los e formar a cobertura (casca) do casadinho, que não deve ser muito espessa. Atenção: prepare quantidades iguais de coberturas

de chocolates branco e preto. Leve tudo à geladeira. Depois de endurecidas, destaque as cascas de chocolate da fôrma e recheie cada metade com doce de arroz e doce de feijão. Para facilitar, podem-se unir as metades com uma gota de doce de leite cremoso. Se desejar, polvilhe levemente o casadinho com leite em pó para decorar. Mantenha na geladeira para conservá-lo.

Rendimento médio: até 200 unidades.

Autoria: Dra. Priscila Zaczuk Bassinello e Sra. Renilda Aparecida Ferreira/Cozinha Experimental da Embrapa Arroz e Feijão.

FEIJÃO-FRADINHO COM ARROZ VERMELHO (Rubacão)

Ingredientes

2 copos* de arroz-vermelho
1 copo* de feijão-fradinho (de corda ou macassar)
300 g de queijo de coalho
2 cebolas pequenas
1 pimentão
1/2 copo* de pimenta de cheiro
1/2 copo* de óleo ou 2 colheres de sopa de margarina
2 tabletes de caldo de carne ou legumes
Sal e cheiro verde a gosto



* a medida do copo utilizada nas receitas equivale ao copo americano.

Modo de Preparo

Cozinhe o feijão-fradinho em 1 litro de água e sal e deixe levantar a fervura. Quando a água do cozimento estiver pela metade, adicione o arroz-vermelho, abaixe o fogo e mexa. Quando o arroz-vermelho estiver macio, coloque o queijo de coalho cortado em cubos. Se achar muito seca a mistura, acrescente mais um pouco de água. Ao final, salpique o rubacão com o cheiro verde e a pimenta de cheiro.

Molho

Corte as cebolas, o pimentão e os dentes de alho em pedaços pequenos e, a seguir, adicione óleo ou manteiga previamente aquecida. Refogue estes ingredientes e junte-os ao rubacão já cozido.

Observação: Essa receita pode ser feita com feijão preto ou carioca no lugar do feijão-fradinho.

Rendimento médio: 1,6 kg

Cortesia: José Almeida Pereira / Embrapa Meio-Norte

Adaptação: Cozinha Experimental da Embrapa Arroz e Feijão

FEIJOADA VEGETARIANA



Ingredientes

- 1/2 xícara (chá) de proteína texturizada de soja em pedaços*
- 1/2 xícara(chá) de feijão azuki ou feijão preto*
- 1/2 maço de (aipo ou) coentro*
- 1 xícara (chá) de cenoura picada*
- 1 xícara (chá) de mandioquinha (ou inhame) picada*

Temperos

- 1 folha de louro*
- 1 cebola picada*
- 2 dentes de alho*
- 1 copo* de cheiro verde*
- 1 colher de chá de sal*

** a medida do copo utilizada nas receitas equivale ao copo americano.*

Modo de Preparo

Coloque o feijão de molho em água fervente. Após 2 horas, cozinhe-o na mesma água do molho com o louro em panela de pressão. Adicione o sal, os vegetais picados e cozinhe por mais 30 minutos. Doure separadamente, em óleo quente, a cebola, o alho e a proteína de soja, previamente hidratada em água quente e fatiada. Junte com o feijão e os temperos verdes.

Dica: caso tenha intolerância ao feijão, sugere-se trocar a água do molho e cozinhar com água nova, para reduzir as substâncias que causam flatulência.

Rendimento médio: 952,20g ou 7 copos de 100 ml

Fonte: adaptado de Reis (2007).

SALADA DE FEIJÃO



Ingredientes

3 copos* de feijão branco
1 copo* de cebola picada
1 colher (chá) de azeite
1 colher (chá) de gengibre picado ou ralado
1 colher (sopa) de vinagre
1 tomate maduro
1 pimentão
1 pitada de pimenta do reino
1 colher (sopa) de coentro picado
1 copo* de presunto picado
200 g de bacon
2 copos* de cheiro verde
1/2 copo* de pimenta de cheiro

** a medida do copo utilizada nas receitas equivale ao copo americano.*

Modo de preparo

Corte os legumes e o bacon em cubos pequenos. Cozinhe o feijão branco em panela de pressão, temperado com sal e escorra o caldo. Separadamente, refogue a cebola, o tomate e o pimentão, escorra o óleo e reserve. Frite o bacon no mesmo óleo. Junte ao feijão cozido todos os ingredientes e temperos.

Dica: pode-se usar o caldo com molho de pimenta para servir de entrada.

Rendimento médio: 1 kg ou 9 copos de 100 ml

Fonte: adaptado de Oliveira et al. (2005).

BRIGADEIRO DE FEIJÃO



Ingredientes

0,5 kg de feijão preto
3 copos* de açúcar cristal
2 colheres de (sopa) de essência de baunilha
2 litros de água
300g chocolate granulado

** a medida do copo utilizada nas receitas equivale ao copo americano.*

Modo de preparo

Cozinhe o feijão normalmente e bata-o no liquidificador com o próprio caldo. Coloque o creme formado em uma panela e adicione o açúcar e a essência de baunilha. Leve ao fogo brando até ferver, mexendo sempre para não grudar. Cozinhe durante uma hora, aproximadamente. Aumente o fogo e cozinhe até apurar ou até que desgrude da panela, formando uma massa firme. Coloque em um recipiente e deixe esfriar. Faça as bolinhas de brigadeiro e passe no chocolate granulado para enfeitar.

Rendimento médio: 60 unidades

Autoria: Dra. Priscila Zaczuk Bassinello e Sra. Renilda Aparecida Ferreira/Cozinha Experimental da Embrapa Arroz e Feijão.

PÉ DE MOLEQUE DE DOCE DE FEIJÃO



Ingredientes:

- 2 copos* de grãos de feijão preto cozido*
- 1 copo* de caldo de feijão preto*
- 3 copos* de açúcar cristal (ou refinado – demora mais) 438g*
- 2 copos* de amendoim torrado e moído*
- 3 colheres (sopa) de essência de baunilha*

** a medida do copo utilizada nas receitas equivale ao copo americano.*

Modo de preparo

Bata o feijão no liquidificador com o próprio caldo, coloque na panela com o açúcar e a essência de baunilha até dar o ponto de brigadeiro (fogo alto mexendo sempre). Depois que o doce de feijão estiver pronto, desligue o fogo e coloque o amendoim batido, misture bem e despeje em uma forma polvilhada com amendoim batido. Desenforme e corte o doce em cubos.

Rendimento médio: 50 unidades

Autoria: Dra. Priscila Zaczuk Bassinello e Sra. Renilda Aparecida Ferreira/Cozinha Experimental da Embrapa Arroz e Feijão.

BOLO EXÓTICO DE FEIJÃO RETO



Ingredientes

1 xícara (chá) de feijão reto cozido
1/2 xícara (chá) de caldo de feijão
1 colher (sopa) de mel
1 colher (sopa) cheia de margarina
2 1/2 xícaras(chá) de farinha de trigo
1 colher de (sopa) de creme de leite
2 ovos
2 colheres (café) noz-moscada ralada
2 colheres (café) de canela em pó
1 1/2 xícara (chá) de açúcar refinado
100g de coco ralado extra úmido
1 colher (chá) de fermento em pó

Modo de Preparo

Primeiro, bata o feijão preto com o caldo no liquidificador. Numa batedeira, misture o feijão, a farinha, a margarina, a noz-moscada, a canela em pó, as gemas, o creme de leite, o açúcar, o coco ralado e o mel. Depois de batidos os ingredientes, adicione as claras em neve e o fermento e misture bem com uma colher de pau. Leve para assar numa forma anelar untada e polvilhada. Depois de pronto, polvilhe canela e açúcar de confeitiro por cima do bolo já desenhado.

Rendimento médio: 1 kg

Fonte: Oliveira et al. (2005).

Referências

AMOURETTI, M. C. Cidades e campos gregos. In: FLANDRIN, J. L.; MONTANARI, M. (Org.). **História da alimentação**. 2. ed. São Paulo: Estação Liberdade, 1998. p. 137-154.

BASSINELLO, P. Z.; COBUCCI, R. de M. A.; ULHÔA, V. G.; MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J. **Aceitabilidade de três cultivares de feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 6 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 66).

BRESSANI, R. Revision sobre la calidad del grano de frijol. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 39, n. 3, p. 419-443, Sept. 1989.

BRILLAT-SAVARIN, J.-A. **A fisiologia do gosto**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995. 352 p.

CASCUDO, L. da C. **História da alimentação no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Global, 2004. 954 p.

CHIARADIA, A. C. N.; GOMES, J. C. **Feijão**: química, nutrição e tecnologia. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 1997. 180 p.

GARINE, I. de. Alimentação, culturas e sociedades. **O Correio da Unesco**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 7, p. 4-7, 1987.

HERRERA, J.; VELASCO-GONZÁLEZ, O. H.; NARANJO, N.; ALMARAZ, N.; SAN MARTÍN, E. Aplicación de la granza de frijol extrudida en la engorda de cerdos. In: ENCUESTRO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA DEL IPN, 5., 2006, Mexico. [S.l.: s.n.], 2006.

LÉVI-STRAUSS, C. Le triangle culinaire. **L'Arc**, Aix-en-Provence, n. 26, p. 19-29, 1965.

LÜDERS, M. E. **Fatos e boatos sobre o feijão brasileiro**. Publicado em 24/09/2007, disponível em: <http://www.cifeijao.com.br/index.php?p=artigo&idA=8> Acesso: 25/11/2007.

MACHADO, J. L. de A. **Feijão**: o alimento do povo. Disponível em: <http://artigocientifico.uol.com.br/uploads/artc_1173460598_86.doc>. Acesso em: 15 nov. 2007.

MACIEL, M. E.; MENASCHE, R. **Alimentação e cultura, identidade e cidadania.** o Brasil tem fome de quê? Disponível em: <<http://www.brazil-brasil.com/content/view/228/78/>>. Acesso em: 25 nov. 2007.

MATTA, R. da. **O que faz o brasil, Brasil?** Rio de Janeiro: Rocco, 1986.

MATTA, R. da. Sobre o simbolismo da comida no Brasil. **O Correio da Unesco**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 7, p. 22-23, 1987.

MILLÁN, A. Malo para comer, bueno para pensar: crisis en la cadena socioalimentaria. In: ARNAIZ, M. G. (Coord.). **Somos lo que comemos:** estudios de alimentación y cultura en España. Barcelona: Ariel, 2002. p. 277-295.

MIRANDA, R. da S. **Feijão:** alimento que congrega o Brasil. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/ascom/hot_sa/not13.htm>. Acesso em: 25 nov. 2007.

OLIVEIRA, M. A. S. de; DEL PELOSO, M. J.; VIEIRA, N. R. de A. (Ed.). **Boa mesa com feijão.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 139 p.

REIS, R. G. dos R. **Feijoada vegetariana.** Disponível em: <<http://receitas.maisvoce.globo.com/Receitas/Acompanhamentos/0,,REC31871-7774-9+FEIJOADA+VEGETARIANA,00.html>>. Acesso em: 21 ago 2007.

SANTAROSA, D. **Não tire o feijão com arroz do seu prato.** Disponível em: <<http://saude.terra.com.br/interna/0,,OI918841-EI1501,00.html>>. Acesso em: 25 nov. 2007.

VELASCO, S. E. de; VELASCO-GONZÁLEZ, O. H. **Frijoles:** desde México con amor, sabor y sazón. México, DF: SAGARPA, 2008. 185 p.



Arroz e Feijão

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

Rodovia GO-462 km 12 Zona Rural Caixa Postal 179

75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO

Telefone (62) 3533-2110 Fax (62) 3533-2100

sac@cnpaf.embrapa.br

www.cnpaf.embrapa.br

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



ISBN 978-85-7437-033-0



CGPE 8153