



*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. ; 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.
III. Embrapa Arroz e Feijão.

CDD 635.652 (21. ed.)

© Embrapa 2009

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

O feijoeiro é cultura de grande importância socioeconômica para o Brasil. A Embrapa Arroz e Feijão, em parceria com organizações componentes do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária e Universidades, desde 1988, já publicou dois livros sobre a cultura do feijoeiro: um que trata de fatores que afetam a produtividade (1988) e outro (1996) que, além de aprofundar as questões agrônômicas, inclui a produção em sistema plantio direto, o cultivo em várzeas e a produção e uso de sementes sadias.

Temos agora o presente livro que trata do desafio da sustentabilidade da produção do feijoeiro. Busca-se segurança alimentar com preservação dos serviços ambientais. Novas opções de cultivares são apresentadas juntamente com informações técnicas sobre como conduzir uma lavoura com solo de qualidade e condutas mais criteriosas de manejo fitossanitário para uma gestão adequada de insumos.

Procura-se aqui divulgar boas práticas agrônômicas no cultivo do feijoeiro desenvolvidas por uma equipe multidisciplinar para a nossa assistência técnica.

Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado
Chefe-Geral Interino 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 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 sementeira 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.

<i>Item</i>	<i>Soares et al. (2005)</i> <i>Unaí, MG</i>	<i>Wander e Abreu (2005)</i> <i>Goiânia, GO</i>	<i>Wander e Silva (2005)</i> <i>Noroeste de MG</i>
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 sadias, 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,