

Recomendações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum em várzeas tropicais irrigadas por subirrigação

Introdução

A área disponível para a irrigação sustentável no Brasil é da ordem de 29.564.000 ha, sendo 50,6% constituído por várzeas, principalmente sob clima tropical, e 49,4% por terras altas. As grandes extensões de várzeas tropicais contínuas e irrigáveis encontram-se em regiões de baixas latitude e altitude, cujas altas temperaturas do ar sempre foram consideradas problemáticas para a exploração, com rentabilidade, de algumas culturas anuais, principalmente do feijoeiro comum. Por outro lado, nos países de clima temperado e/ou regiões subtropicais há impedimentos para o aproveitamento intensivo das várzeas, devido à neve ou baixas temperaturas no inverno. Talvez estes fatos expliquem a inexistência de trabalhos de referência na literatura mundial.

Estudos recentes apontam, somente no vale do Araguaia, mais especificamente à margem direita do rio Javaés, braço menor do rio Araguaia, a existência de 1.200.000 ha de várzeas tropicais planas, com alto teor de matéria orgânica, em condições de serem utilizadas para a irrigação. Uma vez sistematizadas, por apresentarem o inverno seco e com baixa umidade relativa do ar, podem ser intensivamente cultivadas durante os doze meses do ano, com a utilização de distintos métodos de irrigação.

O paradigma de que o feijoeiro comum exige temperaturas amenas, foi quebrado naquele vale, considerado até então não propício à sua produção, devido às altas temperaturas do ar. Com o uso da irrigação por subirrigação, sem déficit hídrico, por paradoxal que pareça, se produz sementes de feijão de alta qualidade sanitária e fisiológica, pois as plantas não apresentam incidência de doenças foliares, dispensando, portanto, a aplicação de defensivos para este fim e para doenças do solo. A região pode se tornar o pólo mais importante do país para a produção de sementes, dentre outras, de feijão de alta qualidade.

No princípio das atividades, acreditava-se que as mesmas práticas utilizadas nas regiões de produção de feijão de terras altas pudessem ser implementadas naquele vale. Hoje, sabe-se que elas se diferenciam quanto ao manejo do solo, estabelecimento da cultura, época de semeadura, arranjo espacial das plantas, profundidade de adubação, manejo da adubação nitrogenada em cobertura, tratamento fitossanitário, dentre outras. Salienta-se que, com base nas primeiras informações geradas, têm sido conduzidas lavouras comerciais, cujos resultados são extremamente animadores, atingindo, nas melhores glebas, mais de 2,5 t ha⁻¹.

Manejo do Solo

Os solos das várzeas tropicais, no vale do Araguaia-TO, particularmente os aluviais, são anualmente preparados com grades aradoras e destorroadora/niveladoras, visando a semeadura do arroz irrigado, no verão. Em razão, principalmente, da colheita do arroz ser realizada com drenagem imperfeita do solo, a massa e o sistema de rodagem dos equipamentos de colheita tornam a superfície do terreno bastante irregular. Assim, nos cultivos de outono/inverno são necessárias sucessivas gradagens para o nivelamento do solo, visando a semeadura das culturas irrigadas por subirrigação.

*Santo Antônio de Goiás, GO
Dezembro, 2003*

Autores

Homero Aidar

Engenheiro Agrônomo,
Doutor em Fitotecnia,
Embrapa Arroz e Feijão,
Caixa Postal 179,
75375-000 Santo Antônio
de Goiás, GO.
homero@cnpaf.embrapa.br

João Kluthcouski

Engenheiro Agrônomo,
Doutor em Solos e
Nutrição de Plantas,
Embrapa Arroz e Feijão.

Alberto Baêta dos Santos

Engenheiro Agrônomo,
Doutor em Fitotecnia,
Embrapa Arroz e Feijão.

Michael Thung

Ph.D. em Fitotecnia e
Nutrição de Plantas, IICA/
Embrapa Arroz e Feijão.

A possível inclusão do arroz irrigado no Sistema Plantio Direto - SPD poderá resultar em menores danos à superfície do solo com a colheita, por apresentar maior resistência às pressões exercidas pelos rodados do maquinário. Além de beneficiar as culturas de entressafra, poderá ser incrementado o cultivo da soca do arroz, à exemplo do cultivo da safrinha do milho nas terras altas.

Em várzeas mais altas é possível cultivar feijão no SPD, no período de entressafra. Experimentalmente e em lavouras, os primeiros resultados com o feijoeiro indicam que os seus melhores rendimentos têm sido obtidos no SPD, independente da roçagem ou não da resteva do arroz (Tabela 1 e Figura 1).

No SPD ocorre, ainda, reduzido ataque da lagarta elasmo, melhor oportunidade de semeadura e melhor conservação da água devido à manutenção da capilaridade do solo. Outra vantagem é que, diferentemente das terras altas, nas várzeas o preparo do solo e a semeadura, no sistema convencional, são realizados de forma seqüenciada, em geral no mesmo dia. Isto faz com que a fermentação da matéria orgânica, proveniente da incorporação da palhada do arroz ao solo, imobilize o nitrogênio aplicado na semeadura e prejudique o crescimento inicial das plantas. No SPD este efeito é minimizado.

Estabelecimento da Cultura

Uma das maiores dificuldades para a obtenção de altas produtividades de feijão nas várzeas tropicais diz respeito ao estabelecimento da cultura. Isto ocorre, provavelmente, porque o controle da lagarta elasmo (*Elasmopalpus lignosellus*), principal praga que ataca as plântulas de feijoeiro naquela região, está na dependência do manejo da irrigação por subirrigação, que ainda carece de muitos estudos. No princípio, toda a experimentação era feita manualmente, após o preparo convencional do solo, de tal forma que a abertura de sulcos para a adubação e semeadura do feijão e a alta temperatura ambiental ocasionavam rápido ressecamento superficial do solo, obrigando-se a levantar demasiadamente a água nos canais de irrigação, para que a umidade atingisse as sementes. Este procedimento ocasionava excesso de umidade ao solo e imputou-se a ele, inicialmente, os baixos estandes de plantas observados, inclusive preconizando-se a necessidade de semeaduras em camalhões. Posteriormente, comprovou-se que o uso de drenos superficiais ou camalhões para se evitar o

excesso de umidade na irrigação por subirrigação era dispensável para o feijoeiro, mesmo ficando o seu sistema radicular restrito à exploração de uma faixa muito superficial do solo (Tabela 2 e Figura 2). O uso de rolos compactadores no preparo convencional do solo e o SPD vieram a se constituir em soluções para o problema.

Manejo	Lagoa da Confusão ¹				Formoso do Araguaia ²				Média Prod. (kg ha ⁻¹)	
	Estande final	Massa de 100 sem(g)	Núm. vagens planta ⁻¹	Núm. grãos vagens ⁻¹	Estande final	Massa de 100 sem(g)	Núm. vagens planta ⁻¹	Núm. grãos vagens ⁻¹		
SPD	11,53b	26,50a	9,55ab	4,13b	1,588a	9,75b	21,99a	17,02	4,07	2,762a
SPD + Triton	12,20ab	25,36ab	8,20ab	4,08b	1,626a	12,05a	20,97ab	18,12	4,55	1,814b
Triton + Escarificador	14,02 a	25,12ab	7,20b	3,93b	1,321ab	10,58 ^{ab}	17,77b	10,05	4,24	1,024c
Grade aradora + Niveladora	11,30b	23,29b	11,42 a	5,17 a	1,071b	11,32 ^{ab}	21,32a	8,13	4,49	1,506bc
CV%	10,43	5,6	26,73	6,51	14,47	10,36	9,72	46,42	9,27	21,88
DMS	2,07	2,28	3,93	0,45	3,27	1,83	3,22	10,00	0,65	6,28
										3,39

Tabela 1. Efeitos do manejo da resteva do arroz sobre a produtividade do feijoeiro, cultivar Pérola, e seus componentes, em várzeas tropicais.

Fazenda Dona Carolina.³Verdes Campos.

Fonte: Aidar et al. (2002).



Fig. 1. Plantas da cultivar de feijoeiro Carioca Precoce em Sistema Plantio Direto sobre a resteva do arroz, em várzea irrigada por subirrigação. Lagoa da Confusão-TO. 2003.

Adicionalmente, para o controle da lagarta elasmo, a aplicação dirigida e simultânea de inseticida apenas no sulco de semeadura tem sido eficiente, enquanto o tratamento de sementes com inseticidas é ineficaz.

Uma prática comum no vale do Araguaia é a utilização de rolos compactadores do solo antes da semeadura. Ao longo do tempo, percebeu-se que, ao se preparar o solo com grades aradoras/niveladoras há uma descontinuidade da porosidade capilar, que afeta a ascensão da água por subirrigação, prejudicando a germinação e emergência das plântulas.

Tabela 2. Efeitos de sistemas de cultivos e de cultivares sobre o rendimento de grãos e seus componentes em várzea*.

Sistemas de semeadura	Produtividade (kg ha^{-1})	Vagens planta ⁻¹	Grãos vagem ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)
Convencional	2054a	10,8a	5,1a	22,6a
Camalhões	2112a	11,9a	5,0a	22,7a
Dreno	1957a	11,6a	5,2a	22,5a
Cultivares				
Rudá	2288a	12,5a	5,5ab	16,6c
Pérola	2104b	10,5a	5,2b	24,2b
Xamego	1902c	12,5a	5,7a	15,5c
Jalo	1868c	10,1a	3,9c	34,1a

* Nas colunas, médias seguidas pelas mesmas letras não diferem, significativamente, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Fonte: Santos (2002).



Fig. 2. Concentração radicular superficial dos feijoeiros da cultivar Carioca, em várzea irrigada por subirrigação. Lagoa da Confusão-TO. 2003.

O uso de compactadores favorece a porosidade capilar do solo e, consequentemente, a movimentação da água, beneficiando o estabelecimento da cultura. Nas lavouras de feijoeiro comum, esta prática já foi incorporada (Figuras 3 e 4). Verifica-se também que, em áreas em que é possível a semeadura do feijão no SPD, a ascensão capilar se processa naturalmente, minimizando o ataque da lagarta elasmo e beneficiando a germinação e emergência dos feijoeiros, vindo a se constituir no melhor estabelecimento da cultura, sem a necessidade do uso de compactadores de solo.

Época de Semeadura

Sabe-se que o feijoeiro comum desenvolve-se bem em uma faixa de temperatura de 18°C a 30°C, médias noturnas e diurnas, respectivamente, e que fora deste limite ocorrem danos à produção. São conhecidos os efeitos das altas temperaturas sobre a queda das flores e abortamento das vagens. Nas várzeas tropicais, em regiões de baixas latitude e altitude, ocorrem temperaturas altas, mesmo na entressafra, que extrapolam aquele limite considerado ideal. Entretanto, na prática, tem-se observado que, com o uso da irrigação por subirrigação, nas horas mais quentes do dia, não ocorre murchamento das folhas, indicando que as plantas permanecem com os estômatos abertos, fotossintetizando, e que ocorre um possível arrefecimento das altas temperaturas com a umidade sempre presente no solo. Portanto, presume-se que, em geral, os efeitos das altas temperaturas são muito mais pronunciados, quando são acompanhados de défices hídricos. Constatata-se que, nas condições de irrigação por subirrigação, no vale do Araguaia-TO, as temperaturas não são suficientemente altas para ocasionar prejuízos que impeçam a sua exploração e/ou são atenuadas pela umidade constante do solo.



Fig. 3. Uso de compactadores de solo, após o seu preparo convencional, em várzea irrigada por subirrigação. Lagoa da Confusão-TO. 2003.



Fig. 4. Semeadura do feijão, em várzea irrigada por subirrigação. Lagoa da Confusão-TO. 2003.

Há benefícios decorrentes do rápido crescimento do feijoeiro (Figura 5), melhorando a sua arquitetura para a colheita mecânica (Figuras 6, 7 e 8). Nessas condições, há um crescimento exuberante e vigoroso do feijoeiro, inclusive levando a pesquisa biológica a estudar a aplicação de inibidores de crescimento. Analisando os dados de temperaturas médias, máximas e mínimas ocorrentes em Formoso do Araguaia-TO, e Santo Antônio de Goiás-GO (Figura 9), considerado ambiente propício para o cultivo do feijoeiro de inverno, deve-se evitar as semeaduras tardias para não coincidir o florescimento e/ou o vaseamento com as mais altas temperaturas médias do ano, que ocorrem nos meses de agosto e setembro ou a colheita com as primeiras chuvas (Figura 10). Por isso, recomendam-se as datas de semeadura de feijão a partir de maio, assim que a drenagem do solo possibilitar a sua mecanização. Não se deve estender as semeaduras muito além de 15 de junho, pois a região e o sistema de irrigação são propícios para a produção de sementes de alta qualidade de feijão e sua produção deve servir para o abastecimento já da primeira época de semeadura (agosto-outubro) nas regiões tradicionais de produção desta leguminosa.

Espaçamento e Densidade de Semeadura

É fato corrente que, para o feijoeiro, já foram estudados, em profundidade de detalhes, todos os aspectos relativos ao manejo da cultura. Entretanto, com a sua expansão para outros ecossistemas, como as várzeas tropicais, observa-se a necessidade de ajustes nas combinações dos componentes do seu manejo. Além disso,

ultimamente, o melhoramento genético tem lançado novas cultivares, com diferentes características fenológicas e mais eretas.



Fig. 5. Exuberância do feijoeiro comum na área experimental. Lagoa da Confusão-TO. 2003.



Fig. 6. Concentração do vaseamento no terço médio das plantas de feijoeiro comum da cultivar Pérola, em várzea irrigada por subirrigação. Lagoa da Confusão-TO. 2003.



Fig. 7. Aspecto do vaseamento em linhagem de feijoeiro comum de tipo de grão preto, em várzea irrigada por subirrigação. Lagoa da Confusão-TO. 2003.



Fig. 8. Ceifa e enleiramento de plantas de feijoeiro comum da cultivar Carioca, em várzea irrigada por subirrigação. Lagoa da Confusão-TO. 2003.

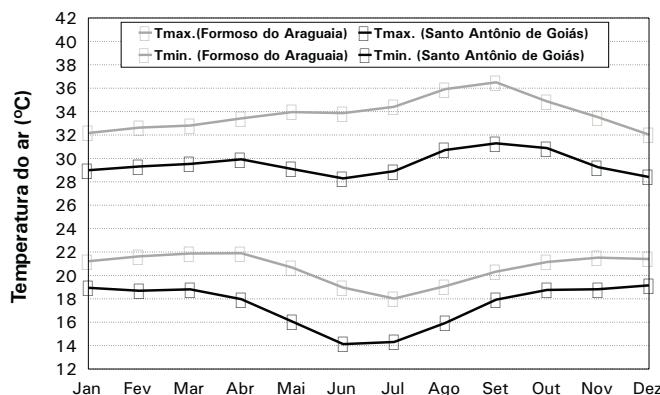


Fig. 9. Temperaturas máxima e mínima do ar (médias de 1981/2002) no Formoso do Araguaia-TO e Santo Antônio de Goiás-GO.

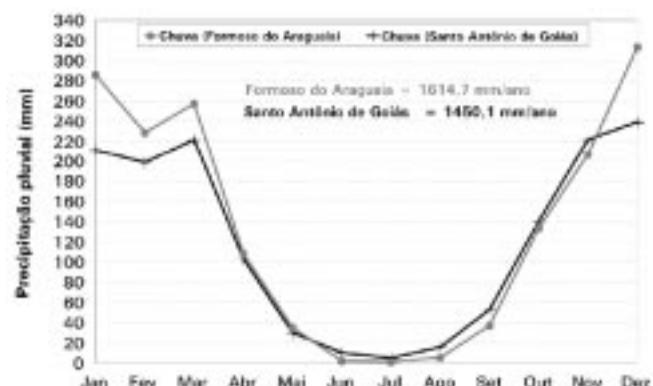


Fig. 10. Precipitação pluvial (médias de 1981/2002) no Formoso do Araguaia-TO e Santo Antônio de Goiás-GO.

Busca-se a população ideal de plantas de feijoeiro, em cada ambiente, porque além de atuar, decisivamente, na maximização da produção, ao ocupar todos os espaços livres, ela é fator fundamental no controle cultural de plantas daninhas.

As cultivares de feijão podem ser agrupadas em tipos I, II, III e IV tomando-se por base as características dos hábitos de crescimento determinado e indeterminado e outras, como número de nós e comprimento da haste principal, número e comprimento dos ramos laterais, capacidade para trepar, ou não, em tutores, tendência, ou não, de se prostrarem e que influenciam no espaçamento e densidade de semeadura utilizados. As cultivares do tipo I são geralmente eretas e de crescimento determinado; as do tipo II são cultivares arbustivas, de crescimento indeterminado; as do tipo III são de crescimento indeterminado, mas com tendência a prostrar ou a subir em tutores e as do tipo IV são de hábito de crescimento indeterminado, prostradas ou trepadoras na presença de tutores. No Brasil, predominam cultivares de hábitos II e III.

O número de plantas por unidade de área é o resultado da combinação do número de plantas por metro e o espaçamento entre fileiras de plantas. Revendo a literatura existente, observa-se que, a uma profundidade de semeadura de cerca de 3-4 cm para solos argilosos ou úmidos e 5-6 cm para solos arenosos, o estande final que proporciona os maiores rendimentos situa-se entre 10 e 15 plantas por metro, com as fileiras espaçadas entre 0,40 e 0,60 m.

Em relação às cultivares do tipo II, em várzea tropical, os rendimentos obtidos com 0,45 m de espaçamento entre fileiras foram 21% e 12% superiores àqueles obtidos com 0,60 m, para as cultivares Valente e Emgopa 201-Ouro, respectivamente. Já com a cultivar Pérola, de crescimento indeterminado, tipo III, provavelmente devido ao crescimento exuberante apresentado pelas plantas nas várzeas tropicais irrigadas por subirrigação, obteve-se uma produção máxima estimada de 3241 kg ha^{-1} , para o espaçamento entre fileiras em torno de 0,58 m e 14 plantas por metro (Figura 11). Estes resultados sugerem que, para as cultivares de hábito de crescimento indeterminado tipo III, prostradas, há uma tendência de obtenção de maiores produtividades com o uso de espaçamentos maiores, mantendo-se o número usual de plantas por metro. Pode-se com isto, inclusive, ter economia com o gasto em energia e sementes. Ao se aumentar o espaçamento pode-se, entretanto, incorrer no erro de utilização de populações de plantas muito aquém da desejada.

Portanto, acredita-se que, para cultivares eretas e/ou de crescimento determinado, os espaçamentos não diferem daqueles recomendados para as regiões tradicionais de cultivo, caso sejam mantidas as práticas de adubação nitrogenada em cobertura incorporada e aplicação de herbicidas pós-emergentes. Aliás, estas práticas é que direcionam a indústria na fabricação de plantadoras adaptadas às exigências de cada cultura, sendo o

espaçamento atual de 0,40 m o mínimo possível para a cultura do feijoeiro.

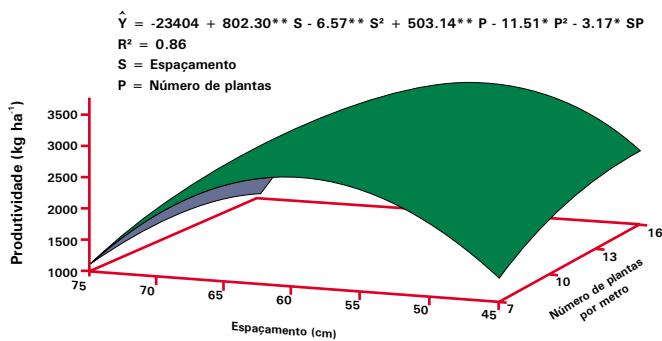


Fig. 11. Produtividade da cultivar de feijão Pérola, em função do espaçamento e número de plantas por metro, na Cobrape, Formoso do Araguaia-TO, 2000.

*** significância a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.
Fonte: Aidar et al. (2001).

Disposição dos Fertilizantes

Em princípio, a eficiência na absorção dos nutrientes contidos no solo, bem como daqueles adicionados via corretivos ou adubação mineral, depende da sanidade e da qualidade do sistema radicular das plantas. As raízes das plantas são as partes mais importantes por executarem as tarefas, além de suporte, de absorção de água e nutrientes. Sabe-se, por exemplo, que o preparo contínuo do solo com grades, o SPD e o cultivo do feijão em várzeas tropicais, irrigadas por subirrigação, limitam os feijoeiros à exploração de uma faixa muito superficial do solo. Nestas condições, a disposição dos nutrientes é importante para a adequação da área de absorção ativa das raízes e para evitar danos ao feijoeiro, oriundos da salinidade dos fertilizantes.

Para a cultura do feijoeiro tem sido relatado que, em condições ideais de solo, as raízes podem atingir 1,5 m de profundidade. Em termos práticos, no entanto, devido à variabilidade de tipos de solo e à presença de um ou mais tipos de impedimentos de ordem física ou química, a literatura mostra que as raízes desta leguminosa se desenvolvem geralmente até 50-60 cm de profundidade. No caso do feijoeiro irrigado por aspersão, a concentração das raízes na superfície é maior. Como o manejo da irrigação se restringe à camada superficial do solo, o crescimento do sistema radicular se atém à faixa úmida.

Assim, a faixa de solo com dominância de absorção de nutrientes pelo feijoeiro é localizada entre 10 e 20 cm

de profundidade. Vários fatores interferem no crescimento do sistema radicular das plantas, destacando-se: espécie vegetal; características genéticas da cultivar; massa específica e porosidade do solo; distribuição de nutrientes no perfil; grau de umidade no solo, dentre outros.

Entretanto, é primordial considerar que a melhoria da eficiência dos fertilizantes depende, também, do seu posicionamento adequado em relação à superfície do solo e principalmente à semente. Portanto, em cada sistema de cultivo, os principais fundamentos da colocação correta dos fertilizantes minerais, em termos de profundidade e lateralmente às sementes, são o estímulo ao crescimento das raízes, aumento na eficiência de sua absorção e redução das injúrias devido à salinidade da maioria destes insumos.

Os fertilizantes minerais, por terem variados graus de índice de salinidade, principalmente as fontes potássicas ($KCl = 116\%$) e nitrogenadas (uréia = 75%), podem causar injúria à germinação ou às plântulas recém-emergidas, além de poderem interferir no desenvolvimento das raízes. Verificou-se 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%. Constatou-se, também, que a aplicação superficial e próxima das sementes de 40 kg ha⁻¹ e 65 kg ha⁻¹ de K_2O reduziu o estande final de plantas de soja em 3% e 12%, respectivamente. Aumentos nos níveis de adubação, principalmente localizada próximo às sementes, também têm resultado na redução do desenvolvimento de raízes de soja, do arroz de terras altas com irrigação suplementar por aspersão, do milho e do feijão. Por outro lado, em condições de terras altas e sob regime de chuvas, verificou-se melhor desenvolvimento radicular do feijoeiro, no que se refere à profundidade, quando se efetuou a adubação cerca de 10 cm abaixo das sementes, em relação à convencional, próxima a elas. Também na condição de terras altas, aumento no rendimento de grãos devido à incorporação mais profunda do fertilizante tem sido registrado na cultura do feijoeiro comum. Salienta-se, entretanto, que a adubação potássica mais profunda foi particularmente importante em anos que ocorreu deficiência hídrica, provavelmente por esta fonte apresentar altíssimo índice de salinidade.

Nas várzeas tropicais, a irrigação por subirrigação provoca o encharcamento da subsuperfície do solo, limitando o desenvolvimento profundo das raízes. De modo geral, nessas várzeas, o sistema de irrigação

promove excesso de umidade abaixo de 10 cm de profundidade, atingindo o ponto de saturação e, deficiência hídrica, principalmente durante as horas mais quentes do dia, nos primeiros 4-5 cm.

A disposição muito superficial dos fertilizantes na mesma linha de semeadura, muito comum no SPD e agora também em várzeas irrigadas por subirrigação, devido à sua salinidade, pode afetar a absorção dos nutrientes, limitar ainda mais o desenvolvimento das raízes e resultar na morte do embrião da semente ou provocar lesões nas plântulas e, consequentemente, a redução no rendimento do feijoeiro. Desta forma, é fundamental que os fertilizantes minerais sejam adequadamente posicionados, para que não haja efeito danoso proveniente da salinidade do fertilizante, ou uma absorção comprometida por falta ou excesso de umidade.

Resultados obtidos com experimentos conduzidos nos municípios de Formoso do Araguaia-TO (Verdes Campos) e Lagoa da Confusão-TO (Fazenda Barreira da Cruz), em Inceptissolos, irrigados por subirrigação, enfatizaram a necessidade de se aprimorar o local de posicionamento dos fertilizantes em relação às sementes (Tabela 3). Menores rendimentos devido à aplicação superficial próximo às sementes podem ser atribuídos à salinidade, principalmente, do cloreto de potássio e da uréia. Também verificou-se redução no rendimento dos grãos devido ao aprofundamento do adubo, principalmente, distante lateralmente 10 cm das

sementes, indicando que, provavelmente, devido ao excesso de umidade, não ocorreu aproveitamento satisfatório dos nutrientes. Em média, os adubos foram mais eficientes quando colocados na superfície e distantes lateralmente 10 cm das sementes do feijoeiro. Também, em média, o número de vagens por planta foi o componente da produção mais afetado pelos diversos manejos do adubo. Em razão da alta fertilidade do solo de Formoso do Araguaia-TO não se observou resposta do feijoeiro à adubação (Tabela 4).

Em outro estudo, conduzido na Fazenda Barreira da Cruz - Lagoa da Confusão-TO, com a cultivar Carioca, em um Inceptissolo moderadamente corrigido (Tabela 4), estudaram-se diversas doses e formas de colocação do adubo (fórmula 04-25-20). Houve efeito significativo tanto das doses como do local de distribuição do adubo. Maior rendimento de grãos foi obtido quando se aplicou o adubo a lanço na maior dose (600 kg ha^{-1}), comparável, estatisticamente, àqueles obtidos com 5-6 e 9-10 cm de profundidade de aplicação do adubo, na mesma linha de semeadura, ou lateralmente, 2-3 cm da linha de semeadura, na dose de 300 kg ha^{-1} . Novamente, os rendimentos do feijoeiro comum obtidos com a adubação na mesma linha de semeadura, a 14-15 cm de profundidade, em ambas as doses, foram inferiores, estatisticamente, às aplicações mais superficiais (Tabela 5). A concentração superficial das raízes do feijoeiro e, consequentemente, a exploração mais horizontal do sistema radicular nas várzeas irrigadas por subirrigação, explicam os resultados obtidos.

Tabela 3. Efeito do manejo da adubação sobre o rendimento de grãos do feijoeiro, cv. Pérola, e alguns de seus componentes, em várzeas tropicais, irrigadas por subirrigação, em 2001.

	<i>Estande (plantas m⁻²)</i>	<i>Lagoa da Confusão – TO (Dona Carolina)</i>	<i>Semente vagem⁻¹</i>	<i>Massa 100 grãos (g)</i>	<i>Produtividade (kg ha⁻¹)</i>
0	15,18 a	4,38	3,40	24,42	796 b
10 S	14,00 ab	8,07	3,79	26,94	1306 a
10 P	25,35 a	6,75	3,42	24,24	1263 a
S	12,05 b	6,57	3,70	24,38	1176 ab
P	15,40 a	7,02	3,87	24,82	1401 a
CV(%)	12,32	39,22	11,73	7,43	29,49
DMS	3,01	4,36	0,72	3,14	413
<i>Formoso do Araguaia – TO (Verdes Campos)</i>					
0	13,23 ab	7,22 ab	4,70 ab	23,87	1608
10 S	11,30 b	11,42 ab	5,16 a	23,12	1909
10 P	14,23 a	4,40 b	4,35 b	23,26	1506
S	11,22 b	9,35 ab	4,49 ab	22,91	1573
P	12,88 ab	6,10 ab	4,59 ab	22,15	1588
CV (%)	10,51	42,93	8,78	7,91	20,6
DMS	2,24	5,60	0,69	3,09	571,9

¹O = sem adubo; S = superficial (próximo das sementes); P= profundo (5 cm abaixo das sementes); 10 = 10 cm afastados lateralmente das sementes.

²Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem em nível de P = 0,05 pelo teste de Tukey, 5%.

Tabela 4. Características químicas dos solos utilizados na experimentação.

Local	Profundidade (cm)	pH água	Ca <i>mmolc dm⁻³</i>	Mg <i>mmolc dm⁻³</i>	Al <i>mmolc dm⁻³</i>	H+Al <i>mmolc dm⁻³</i>	P	K <i>mg dm⁻³</i>	Cu <i>mg dm⁻³</i>	Zn <i>mg dm⁻³</i>	Fe <i>mg dm⁻³</i>	Mn <i>mg dm⁻³</i>	M.O. <i>g dm⁻³</i>
Lagoa da Confusão	0-10	5,5	18	4,7	3	86	5,5	197	1,6	2	341	28	32
Formoso	10-20	5,5	21,6	5,8	2	85	3,3	95	1,6	1,4	253	31	28
Araguaia	0-10	5,5	38,7	14,5	5	112	66	162	2,3	3,7	198	30	55
	10-20	5,5	42,3	15,8	5	115	64,6	86	2,6	3,8	231	38	51

Tabela 5. Efeito de diferentes manejos da adubação sobre o rendimento do feijoeiro, cv. Carioca, cultivado em várzea tropical, na Lagoa da Confusão-TO.

Dose de adubo (<i>kg ha⁻¹</i>)	Modo de aplicação	Produtividade (<i>kg ha⁻¹</i>)
0	-	1846g
300	Lanço	2107de
600	Lanço	2689a
300	5-6cm P ¹	2515abc
600	5-6 cm P	2282de
300	9-10 cm P	2556ab
600	9-10 cm P	2436bcd
300	14-15 cm P	1958ef
600	14-15 cm P	2322cde
300	5-6 cm P e 3-5 cm L ²	2566ab
600	5-6 cm P e 3-5 cm L	2350cd

¹P = profundidade de aplicação do adubo em relação à superfície do solo. As sementes de feijão foram dispostas a 3 cm de profundidade. ² L = disposição lateral do adubo em relação às sementes de feijão. ¹ Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem em nível de P = 0,01 pelo teste de Tukey.

Manejo do Nitrogênio

A grande maioria das recomendações de adubação nitrogenada para o feijoeiro refere-se ao cultivo sem irrigação ou irrigado por aspersão em terras altas sob maiores altitude e latitude. Em diversos estudos que mostram o efeito positivo da fertilização nitrogenada, a cultura chega a responder a doses acima de 100 *kg ha⁻¹* de N, especialmente em sistemas de cultivo associados a outras tecnologias, como a irrigação, por exemplo. Com a alternativa do cultivo do feijoeiro em várzeas irrigadas por subirrigação, é preciso ajustar o manejo da adubação nitrogenada a este sistema.

O nitrogênio é o nutriente absorvido em quantidades mais elevadas pelo feijoeiro. Aproximadamente, 50% do N total absorvido é exportado pelos grãos e o restante permanece no solo, na forma de resíduos culturais. Com isso, entre as deficiências nutricionais que ocorrem na cultura do feijoeiro, a de nitrogênio é a mais freqüente, principalmente nas várzeas tropicais, cujos solos,

geralmente, apresentam altos índices de matéria orgânica.

Em estudos preliminares com nitrogênio realizados nos anos de 1998, 1999 e 2000 no Estado do Tocantins, em solos classificados como Inseptissolos, nos dois primeiros anos, a resposta do feijoeiro foi linear às doses de até 160 *kg ha⁻¹* de N, quando aplicadas nos três métodos: todo N na semeadura; na semeadura + ½ incorporado ao solo aos 20 dias após a emergência (DAE) e ½ na semeadura + ½ a lanço aos 20 DAE. No entanto, a aplicação a lanço de parte do nitrogênio propiciou menor resposta do feijoeiro, indicando a ocorrência de maiores perdas de NH₃ quando o fertilizante nitrogenado foi aplicado na superfície do solo, devido à falta de umidade. No último ano, avaliando-se apenas os efeitos de doses até 160 *kg ha⁻¹* de N incorporadas ao solo aos 20 DAE, sendo a adubação, por ocasião da semeadura, de 400 *kg ha⁻¹* do formulado 8-28-16, as respostas da produtividade da cultivar Pérola às doses de N foram lineares em dois locais, e quadrática em outro, sendo a produtividade máxima estimada de 2.753 *kg ha⁻¹*.

com 175 kg ha⁻¹ de N. Isto foi em decorrência do comportamento de um dos componentes da produtividade: o maior número de vagens por planta, 12,5, foi estimado com a dose de 160 kg ha⁻¹ de N. Com isso, observa-se que, em condições de várzea, a cultivar Pérola apresenta grande potencial para responder à aplicação de N incorporado ao solo aos 20 DAE, pois, para cada quilograma de nitrogênio aplicado, corresponde um aumento de 21,3 kg ha⁻¹ de feijão. Este fato ocorreu, provavelmente, devido ao alto grau de seqüestro de N pela matéria orgânica presente no solo, exigindo doses

maiores de N em cobertura, sendo de baixa eficiência quando aplicada aos 20 DAE.

Um outro experimento foi conduzido em 2002, no município da Lagoa da Confusão- TO, em que foram estudadas a inoculação, fonte (uréia e sulfato de amônio) e época de aplicação do fertilizante nitrogenado (na semeadura, 10 e 20 dias após a emergência - DAE), considerando a dose de 80 kg de N ha⁻¹ aplicada de um só vez, e incorporada mecanicamente na profundidade de 6-8 cm (Tabela 6).

Tabela 6. Manejo de nitrogênio na cultura do feijão, cv. Valente. Lagoa da Confusão-TO*.

Fonte e época de aplicação de nitrogênio ¹	População final 1000 pl. ha ⁻¹	Vagem planta ⁻¹	Semente vagem ⁻¹	Massa de 100 sem(g)	Produtividade kg ha ⁻¹
Testemunha, sem N	250	6,1 a	4,7 a	21,3 b	1672 cd
Uréia base	151	17,3 a	4,7 a	20,4 b	2165 ab
Sulfato de amônio base	265	8,7 a	4,3 a	22,1 ab	1987 abc
Uréia 10 DAE	223	26,5 a	3,7 a	22,4 ab	2433 a
Sulfato de amônio 10 DAE	170	10,4 a	3,7 a	20,6 b	1510 d
Uréia 20 DAE	137	8,9 a	3,5 a	26,0 a	1687 cd
Sulfato de amônio 20 DAE	176	9,3 a	4,6 a	23,2 ab	1573 cd
Inoculação	220	8,1 a	4,9 a	21,5 ab	1752 bcd
CV%	-	81,9	23,4	8,9	10,8
DMS	-	23,2	2,4	4,7	475,4

¹N aplicado na dose de 80 kg ha⁻¹. DAE = dias após a emergência.

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem ao nível de P = 0,01 pelo teste de Tukey.

A uréia, aplicada toda na base ou aos 10 DAE, propiciou maiores produtividades que a testemunha sem N e foi mais eficiente que quando aplicada aos 20 DAE. Quando aplicada aos 10 DAE, a uréia foi mais eficiente que o sulfato de amônia. Neste caso, pode-se presumir que, mesmo com a aplicação mais antecipada do N, ocorre seu seqüestro pela matéria orgânica, mas em alguns dias após a decomposição dos resíduos (palhada da cultura do arroz), o N é novamente disponibilizado para o feijoeiro.

Com a possibilidade de se fazer a adubação nitrogenada por ocasião da semeadura, abre-se a perspectiva de redução do espaçamento entre fileiras de plantas, resultando em diminuição do número de tratos culturais na lavoura de feijoeiro. Aliás, devido a exuberância de crescimento dos feijoeiros naquele ambiente, é sempre problemática a entrada de máquinas na lavoura.

Controle Fitossanitário

É amplamente difundido na literatura mundial que as sementes do feijoeiro comum podem ser portadoras de várias bactérias fitopatogênicas, dos gêneros *Xanthomonas*, *Pseudomonas* e *Curtobacterium*, de fungos dos gêneros *Colletotrichum*, *Phaeoisariopsis*, *Alternaria*, *Macrophomina*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, etc., e de vírus como o mosaico- comum.

Tem-se observado, por três anos consecutivos (2001 a 2003), que as plantas de feijoeiro comum desenvolvidas nas várzeas tropicais do Tocantins, irrigadas por subirrigação, no período de maio a setembro, não apresentaram incidência de doenças foliares, não necessitando, portanto, da aplicação de defensivos contra doenças do solo ou foliares.

Doenças causadas por fungos do solo e da parte aérea, tais como o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e a antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) são responsáveis por perdas de produtividade de até 50% e 100%, respectivamente, e os custos de controle podem ultrapassar a R\$ 500,00/ha dependendo da intensidade de ataque.

Para ilustrar, os resultados apresentados na Tabela 7 demonstram a influência decisiva do ambiente, tanto para o aparecimento de sintomas da doença nas plantas como para a obtenção de semente contaminada pelo patógeno. Assim, no experimento conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, onde foi utilizada irrigação por aspersão, e sementes contaminadas pelo agente causal da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), foi constatada a presença de plantas com sintomas da doença e as sementes obtidas estavam contaminadas com o patógeno, independentemente dos tratamentos químicos realizados.

No experimento conduzido na Fazenda Barreira da Cruz não foi constatada a presença de plantas com sintomas de antracnose nem de sementes contaminadas. Foram

analisadas 9.600 sementes provenientes das parcelas onde foi utilizada semente contaminada, das quais 2.400 eram provenientes de sementes e plantas que não haviam sofrido qualquer tratamento com fungicidas.

Estes resultados mostram que uma nova alternativa para a obtenção de sementes de feijão de alta qualidade 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, o que assegurará a obtenção de sementes de alta qualidade sanitária, fisiológica e genética.

Até o presente, entre as pragas mais importantes observadas no vale do Araguaia, destacam-se a lagarta elasmo, lagarta rosca, minadores, cigarrinha verde, percevejos e lagarta da vagem. Deve-se utilizar, para estas pragas, o controle convencional, exceto para a lagarta elasmo, cujo controle deve ser feito mediante levantamento do lençol freático e aplicação dirigida na linha de semeadura de Clorpirifós.

Tabela 7. 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*.

<i>Tratamentos</i>	<i>Plantas com sintomas de antracnose (%)</i>		<i>Sementes contaminadas com C. lindemuthianum (%)</i>	
	<i>Embrapa Arroz e Feijão-GO</i>	<i>Fazenda Barreira da Cruz-TO</i>	<i>Embrapa Arroz e Feijão-GO</i>	<i>Fazenda Barreira da Cruz-TO</i>
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 et al. (2002).

Referências Bibliográficas

- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I. P. de; ZIMMERMANN, F. J. P. Effect of spacing and number of plants in the row on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in tropical lowland of Brazil. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 44, p. 63-64, 2001.
- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I. P. de; SANTOS, A. B. dos. Manejo da palhada do arroz, para o cultivo do feijão-comum, em várzeas tropicais irrigadas por subirrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Resumos expandidos...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 593-595.
- AIDAR, H.; YOKOYAMA, M.; SILVEIRA, P. M. da; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, C. C. da; PEREIRA, P. A. A.; LOPES, M. de A.; BALDAN FILHO, W. **Avanços da pesquisa com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em várzeas do Projeto Formoso**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1992. 20 p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 38).
- 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 de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., 1991, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEA, 1992. p. 1206-1225.
- 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.
- CHAIB, S. L.; BULISANI, E. A.; CASTRO, L. H. S. M. Crescimento e produção do feijoeiro em resposta à profundidade da aplicação de adubo fosfatado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 7, p. 817-822, jul. 1984.
- CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 54, p. 46-55, 2002.
- GUIMARÃES, C. M.; CASTRO, T. de A. P. e. **Sistema radicular do feijoeiro e profundidade de aplicação do adubo**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1981. 3 p. (Embrapa-CNPAF. 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-CNPAF, 1982. p. 138-141. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 1).

INFORZATO, R.; MIYASAKA, S. Sistema radicular do feijoeiro em dois tipos de solo do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 22, n. 38, p. 477-481, set. 1963.

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 Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 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-CNPAF, 1982. p. 142-143. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 1).

KNOTT, J. E. **Handbook for vegetable growers**. New York: J. Wiley, 1957. 245 p.

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

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

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.

PORTE, 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 Fosfato, 1988. p. 125-156.

RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. da; AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. **Produção de sementes de feijoeiro comum livres de *Colletotrichum lindemuthianum* em várzeas tropicais irrigadas por subirrigação.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1).

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

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.

ROVIRA, L. A. A. **Estudo do sistema radicular do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), var. Carioca.** 1975. 86 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

SANTOS, A. B. dos. **Desenvolvimento de técnicas para a produção de grãos em várzeas – Desenvolvimento de técnicas para o cultivo do feijoeiro em várzeas.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 17 p. (Embrapa. Programa 04 – Sistemas de Produção de Grãos. Projeto 04.1999.079). Projeto concluído.

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, v. 29, n. 10, p. 1577-1592, out. 1994.

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, v. 29, n. 6, p. 939-954, jun. 1994b.

TEIXEIRA, D. M. C.; MAIA, A. de H. N.; GORNAT, B. **Profundidade efetiva de raízes em feijoeiro irrigado.** Parnaíba: Embrapa-CNPai, 1992. 4 p. (Embrapa-CNPai. 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-CNPAF, 1982. p. 205. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 1).

TOCANTINS. Governo do Estado. **Tocantins em dados.** Palmas, 1998. p. 41.

VIEIRA, C. **O feijoeiro comum:** cultura, doenças e melhoramento. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1967. 220 p.

Circular Técnica, 60



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Arroz e Feijão
 Rodovia Goiânia a Nova Veneza km 12 Zona Rural
 Caixa Postal 179
 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
 Fone: (62) 533 2123
 Fax: (62) 533 2100
 E-mail: sac@cnpaf.embrapa.br

1ª edição
 1ª impressão (2003): 1.000 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: Carlos Agustín Rava
 Secretário-Executivo: Luiz Roberto R. da Silva
 Membro: Luís Fernando Stone

Expediente

Supervisor editorial: Marina A. Souza de Oliveira
 Revisão de texto: Marina A. Souza de Oliveira
 Revisão bibliográfica: Ana Lúcia D. de Faria
 Tratamento das ilustrações: Fabiano Severino
 Editoração eletrônica: Cláuber H. Vieira