

Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado⁽¹⁾

Pedro Marques da Silveira⁽²⁾, Osmira Fátima da Silva⁽²⁾, Luis Fernando Stone⁽²⁾ e José Geraldo da Silva⁽²⁾

Resumo – O objetivo deste trabalho foi identificar os efeitos de sistemas de preparo do solo e de rotações de culturas sobre o rendimento de grãos e economicidade da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado pelo sistema pivô central. O trabalho foi conduzido durante seis anos consecutivos, na Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, localizado no Município de Santo Antônio de Goiás, GO, em Latossolo Vermelho-Escuro, de textura argilosa. O experimento consistiu de um fatorial 4 x 6, em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas. Os sistemas de preparo do solo foram: P1 - arado de aiveca (novembro-dezembro) alternado com grade aradora (maio-junho); P2 - arado de aiveca contínuo; P3 - grade aradora contínua; P4 - plantio direto; e as rotações de culturas: R1 - arroz-feijão; R2 - milho-feijão; R3 - soja-trigo, R4 - soja-trigo-soja-feijão-arroz-feijão; R5 - arroz consorciado com calopogônio-feijão; e R6 - milho-feijão-milho-feijão-arroz-feijão. As rotações R1, R2, R3 e R5 foram anuais, e as R4 e R6, trienais. Neste trabalho analisaram-se somente as rotações que continham feijão. O arroz, o milho e a soja foram semeados em novembro-dezembro (verão), e o feijão e o trigo, em maio-junho (inverno). Houve efeito do preparo do solo e das rotações de cultura sobre o rendimento de grãos do feijoeiro. A cultura produziu mais quando se utilizou no preparo do solo a combinação de arado de aiveca, nos cultivos de verão, e grade aradora nos de inverno. Os rendimentos do feijoeiro foram maiores quando a cultura foi implantada bienalmente na mesma área, nas rotações com arroz/calopogônio e arroz, e menores, nas rotações com milho. O feijoeiro irrigado, com relação ao preparo do solo e rotações de culturas, foi economicamente viável, propiciando taxas de retorno que variaram de 67% a 97%.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, irrigação, arado de aiveca, grade aradora, rendimento.

Agronomic effect of soil tillage, no-tillage and crop rotation on yield of irrigated common bean

Abstract – The objective of this study was to evaluate the agronomic effect of soil tillage and crop rotation on grain yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigated by central pivot. The study was conducted at the Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, in a Dark-Red Latosol with clay texture, during six consecutive years. Basic experiment was a 4 x 6 factorial, having a completely randomized block design with subdivided plots. Soil tillage systems were: P1 - moldboard plough (November-December), alternated with harrow disc (May-June); P2 - moldboard plough; P3 - harrow disc, and P4 - no-tillage. The crop rotations used were: R1 - rice-common bean; R2 - corn-common bean; R3 - soybean-wheat; R4 - soybean-wheat-soybean-common bean-rice-common bean; R5 - rice associated with *Calopogonium mucunoides*-common bean; and R6 - corn-common bean-corn-common bean-rice-common bean. The crop rotations R1, R2, R3, and R5 were annual and R4 and R6 were triennial; in this study, only rotations with common bean were evaluated. Rice, corn and soybean were sown in November/December (summer) and common bean and wheat in May/June (winter). Grain yield of common bean was influenced by soil tillage and crop rotation. Yield was higher under soil prepared with moldboard plough in combination with summer sowing and prepared with harrow disc in winter sowing. Common bean grain yield was higher when biannual sowing was done in the same area in rotation with rice/*C. mucunoides* and rice, and lower in rotation with corn. Irrigated common bean crop was economically viable as a function of soil tillage and crop rotation and economic return varied from 67% to 97%.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, irrigation, mouldboard ploughs, disc harrows, yields.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 11 de fevereiro de 2000.

⁽²⁾ Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio

de Goiás, GO. E-mail: pmarques@cnpaf.embrapa.br, stone@cnpaf.embrapa.br, jgeraldo@cnpaf.embrapa.br, osmira@cnpaf.embrapa.br

Introdução

O arroz, feijão, milho, soja e trigo constituem a maioria das culturas de grãos nos cerrados. A área plantada com feijão irrigado por aspersão, nos estados que utilizam esta tecnologia, é de cerca de 160.000/ha, com produtividade média de 1.370 a 1.724 kg/ha de grãos. No cultivo de feijão irrigado, denominado cultivo de inverno (maio-junho), o agricultor é estimulado a utilizar maiores níveis de tecnologia, obtendo produtividade três a cinco vezes superior às obtidas em outras épocas de cultivo da cultura. Outras vantagens do cultivo irrigado são: possibilidade de produção de sementes de alta qualidade, oferta do produto no período da entressafra, quando alcança melhores preços e, facilidade de mão-de-obra (Stone & Moreira, 1986).

Na expansão da agricultura nos cerrados, houve adoção de sistemas de mecanização utilizados em outras regiões do País no preparo do solo. Entende-se como preparo do solo o conjunto de operações realizadas antes da sementeira, para revolver o solo, expondo-o ao ar, ao sol e à ação das máquinas, além de incorporar restos de culturas, fertilizantes ou corretivos, e enterrar a cobertura vegetal como forma de eliminar plantas daninhas (Folle & Seixas, 1986).

Para o preparo do solo, nos cerrados, são utilizados arados de disco e de aiveca, grades aradoras, e, ultimamente, o sistema plantio direto. O arado de aiveca absorve menos potência do que o de disco, na movimentação do mesmo volume de solo (Folle & Seixas, 1986). O arado de disco não vira a leiva de solo, e se for acionado a velocidade elevada, fragmenta demasiadamente a terra, prejudicando sua estrutura e contribuindo para a formação de camadas endurecidas. Além disto, o agricultor considera o preparo do solo com arado uma operação dispendiosa em tempo e dinheiro.

A grade aradora normalmente trabalha o solo a pouca profundidade, incorporando os resíduos orgânicos e plantas invasoras superficialmente. A profundidade de penetração deste implemento no solo depende do seu peso, do diâmetro dos discos, do ângulo formado com a linha de tração do trator, e da classe e umidade do solo. O corte pouco profundo, com o uso contínuo desse implemento, pode ocasionar a formação de camadas compactadas superfi-

ciais que dificultam a penetração da água e das raízes, favorecendo, como consequência, a erosão do solo. Entretanto, é um implemento com grande capacidade de trabalho e de uso bastante recomendado para a incorporação dos resíduos orgânicos pós-colheita (Seguy et al., 1984). Em estudo de preparo do solo, em sistemas agrícolas intensivos, é interessante testar uma combinação de arado e grade, visando minimizar as desvantagens desses dois implementos.

O plantio direto é um sistema de sementeira no qual a semente e o adubo são colocados diretamente no solo não revolvido, usando-se máquinas especiais. É aberto somente um sulco, de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura e contato da semente com o solo. O sistema prepara no máximo 25% a 30% da superfície do solo, o que pode favorecer o desenvolvimento e a sobrevivência de algumas pragas. O controle de plantas daninhas, operação fundamental no sistema, é geralmente feito com herbicidas aplicados antes ou depois da instalação da cultura. O plantio direto ganhou importância e notoriedade no Estado do Paraná, onde teve início por volta de 1972 (Trevisan & Rodrigues, 1985).

Cultivos anuais e contínuos no mesmo local, como acontece em áreas irrigadas por pivô central, determinam, com o passar dos anos, queda na produtividade. Isso ocorre porque se alteram as características do solo e as condições do ambiente se tornam propícias à multiplicação de pragas e doenças. A maneira para se solucionar ou atenuar esses problemas é a prática da rotação de culturas. Silveira et al. (1994) concluíram, após quatro anos de estudo, que o feijão produz menos quando cultivado após o milho, em relação ao arroz.

A utilização de adubo verde no cerrado surgiu em 1974, quando os preços dos fertilizantes químicos subiram acima dos níveis até então praticados (Pereira & Peres, 1986). Os principais benefícios advindos dessa prática são: suprimento de matéria orgânica, fixação de N do ar, reciclagem de nutrientes residuais e controle de nematóides no solo. Entretanto, o preço e o custo da produção e a adequação dentro do sistema agrícola são fatores essenciais levados em consideração pelos agricultores para a adoção dessa prática.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo e de rotações

de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado, no período do inverno.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido sob irrigação por aspersão, sistema pivô central, na Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, localizada no Município de Santo Antônio de Goiás, GO, durante seis anos consecutivos (novembro de 1992 a setembro de 1998), nos quais foram realizadas 12 operações de preparo de solo. O experimento consistiu de um fatorial 4 x 6, em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas (Chacín Lugo, 1997). As parcelas foram constituídas por quatro sistemas de preparo do solo, e as subparcelas, por seis sistemas de rotação de culturas.

Os sistemas de preparo do solo foram: a) aração com arado de aiveca, realizada em novembro e dezembro, alternada com grade aradora em maio e junho (arado/grade); b) aração com arado de aiveca, em ambos os períodos (arado); c) aração com grade aradora, em ambos os períodos (grade) e d) plantio direto. No preparo do solo, de acordo com o tratamento, foram utilizados arado de três aivecas comuns, operando na profundidade de, aproximadamente, 30 cm, e grade aradora de 20 discos de 66 cm de diâmetro, operando a 10 a 15 cm. No plantio direto utilizou-se semeadora apropriada.

Os sistemas de rotações de culturas foram: R₁: arroz-feijão (A-F); R₂: milho-feijão (M-F); R₃: soja-trigo (S-T); R₄: soja-trigo-soja-feijão-arroz-feijão (S-T-S-F-A-F); R₅: arroz consorciado com calopogônio-feijão (A/C-F) e R₆: milho-feijão-milho-feijão-arroz-feijão (M-F-M-F-A-F). As rotações R₁, R₂, R₃ e R₅ foram anuais e as R₄ e R₆, trienais.

O arroz, o milho e a soja foram semeados em novembro-dezembro (cultivo de verão), e o feijão e o trigo, em maio-junho (cultivo de inverno). A semeadura do calopogônio foi feita 30 dias após a do arroz. Para efeito deste estudo, analisaram-se somente as rotações que continham o feijão como componente.

A semeadura do feijão foi realizada no dia 12/6/93 (primeiro cultivo), 1/6/94 (segundo cultivo), 20/6/95 (terceiro cultivo), 15/6/96 (quarto cultivo), 26/6/97 (quinto cultivo) e 15/6/98 (sexto cultivo) com a cultivar Aporé, no espaçamento de 0,45 m entre linhas e 16 a 17 sementes por metro. As sementes utilizadas no primeiro, segundo e terceiro cultivos, foram tratadas com carbofuran (0,525 kg/ha do i.a.) e benlate (0,05 kg/ha do i.a.). O herbicida utilizado para o feijão foi o pendimethalin (primeiro e terceiro cultivos), na dose de 1,5 kg/ha do i.a., dose esta que provocou fitotoxicidade à cultura, e o EPTC (segundo e quarto cultivos), na dose de 3,6 kg/ha do i.a. No quinto e sexto

cultivos foi usado o trifluralin na dose de 0,8 kg/ha do i.a. O tratamento com plantio direto, nos seis cultivos, recebeu em pós-emergência, os herbicidas fomesafen (0,200 kg/ha do i.a.) e fluazifop-butil (0,300 kg/ha do i.a.) e nos demais tratamentos, somente o fomesafen, na dose mencionada.

A adubação de base foi de 300 kg/ha da fórmula 2-30-15 mais 20 kg/ha de FTE BR-12 (primeiro cultivo), 300 kg/ha (4-30-16+zinco) no segundo cultivo e de 400 kg/ha (5-30-15) no terceiro, quarto, quinto e sexto. Em cobertura, foram aplicados 40 kg/ha de N (primeiro, segundo e terceiro cultivos) e 50 kg/ha (quarto, quinto e sexto cultivos), parcelados em quatro aplicações.

Os dados de rendimento do feijoeiro foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise econômica do rendimento do feijoeiro, em função dos sistemas de preparo do solo, plantio direto e das rotações de culturas, foi realizada com base nas médias da produtividade de seis anos consecutivos de cultivos e nas relações de benefício/custo.

Com o recurso de planilhas, estabeleceram-se os coeficientes técnicos de produção, os preços dos fatores de produção, os custos variáveis das operações dos cultivos (insumos, manutenção do equipamento de irrigação, operações com máquinas e serviços, a preços de mercado). Considerou-se, também, o preço do produto para cruzamento dos resultados de desempenho, dentro do sistema agrícola. Os preços médios utilizados na análise foram os vigentes no mês de abril de 1999, no mercado de fatores e produtos de Goiânia, GO.

Resultados e Discussão

O rendimento de grãos em relação aos tratamentos de preparo do solo e plantio direto são apresentados na Tabela 1. A análise de variância mostrou efeito significativo dos tratamentos sobre a produtividade da cultura, e que no tratamento arado de aiveca no cultivo de verão e grade aradora no inverno (P₁) alcançaram-se os maiores rendimentos do feijoeiro, nos seis anos de cultivo. Os rendimentos no tratamento grade (P₃) foram iguais, estatisticamente, ao arado/grade (P₁) em quatro dos seis anos de estudo, e os do plantio direto (P₄), em três anos. A partir do quarto ano, os rendimentos no plantio direto diminuíram e foram inferiores estatisticamente aos do tratamento arado/grade. Os menores rendimentos do feijoeiro ocorreram no tratamento com arado de aiveca (P₂), em todos os anos de cultivo.

Diferentes métodos de preparo levam a modificações no perfil do solo, influenciando o desenvolvimento radicular, o que, por sua vez, afeta o desenvolvimento e a produção das plantas (Silva, 1992). Sabe-se que a exploração radicular é fundamental para que a planta possa absorver água e nutrientes a maiores profundidades. Entretanto, Camp et al. (1984) afirmaram que o preparo profundo nem sempre aumenta o enraizamento e a produção das culturas, particularmente em solos onde a camada compactada é inexistente. Tal afirmação corrobora os resultados obtidos neste estudo no tratamento arado de aiveca. Knavel & Herron (1986), avaliando

durante dois anos consecutivos, em um solo de textura franco siltosa, os efeitos da semeadura direta e do preparo convencional no comportamento do feijoeiro, verificaram que as produtividades foram mais elevadas nas parcelas preparadas convencionalmente. Neste estudo, o rendimento médio do feijoeiro no sistema plantio direto foi igual ao obtido no preparo com grade aradora, e superior ao do arado. Contrariamente, Siqueira (1989) obteve menores produtividades do feijoeiro em plantio direto, em relação ao cultivo em terreno arado, independentemente das coberturas vegetais do solo.

A combinação do sistema preparo do solo usando arado de aiveca no cultivo de verão e grade aradora no cultivo de inverno alcançou as maiores produtividades do feijoeiro, resultado devido a possível diminuição dos aspectos negativos dos dois implementos: movimentação excessiva com mistura de camadas de solo provocada pelo arado de aiveca, e compactação (pé-de-grade) provocada pela grade aradora.

A rotação de culturas teve efeito significativo sobre o rendimento do feijoeiro (Tabela 2). A análise de variância mostrou efeito significativo desses tratamentos sobre a produtividade da cultura, tendo a rotação arroz consorciado com calopogônio (R5) proporcionado os maiores rendimentos do feijoeiro nos seis anos de cultivo, o que mostra que o adubo verde cultivado anteriormente foi benéfico à cultura. Os rendimentos do feijoeiro na rotação R1, que teve como cultura precedente o arroz, foram estatística-

Tabela 1. Rendimento de grãos de feijão, em kg/ha, nos diferentes tratamentos de preparo do solo, plantio direto e anos de cultivo⁽¹⁾.

Ano de cultivo	Preparo do solo			Plantio direto
	Arado/grade	Arado	Grade	
1993	2.937ab	2.761b	2.942ab	3.104a
1994	2.666a	2.351b	2.240b	2.664a
1995	2.340a	2.056b	2.302a	2.425a
1996	2.786a	2.249b	2.672a	2.385b
1997	2.592a	2.187c	2.359b	2.300bc
1998	2.419a	2.095b	2.252ab	2.082b
Média ⁽²⁾	2.647a	2.304c	2.509b	2.512b

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾Média ponderada, pelo fato de o número de repetições ser diferente nos anos.

Tabela 2. Rendimento de grãos de feijão, em kg/ha, nos diferentes tratamentos de rotações de culturas e anos de cultivo⁽¹⁾.

Ano de cultivo	Rotação de cultura ⁽²⁾				
	R1 (A - F)	R2 (M - F)	R4 (S-T-S-F-A-F)	R5 (A/C-F)	R6 (M-F-M-F-A-F)
1993	2.828a	2.936ab	-	3.063a	2.757b
1994	2.656b	2.046c	2.945a	2.922a	2.082c
1995	2.269b	2.074b	2.288b	2.609a	2.162b
1996	2.668a	2.387b	-	2.692a	2.345b
1997	2.520a	2.035b	2.617a	2.469a	2.156b
1998	2.390a	1.989c	2.156bc	2.214ab	2.268ab
Média ⁽³⁾	2.626a	2.297c	2.533b	2.699a	2.317c

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾A: arroz; F: feijão; M: milho; S: soja; T: trigo; C: calopogônio. ⁽³⁾Média ponderada, pelo fato de o número de repetições ser diferente nos anos.

mente iguais aos da R5, em quatro dos seis anos de estudo. Na rotação R4 (soja-trigo-soja-feijão-arroz-feijão), observou-se que, quando o feijão foi semeado após um ano de ausência dessa cultura no cultivo anterior de inverno (cultivos de inverno de 1994 e 1997, onde foi cultivado trigo), os rendimentos da cultura foram iguais estatisticamente aos do melhor tratamento, mostrando, assim, que o cultivo do feijoeiro em intervalos maiores é benéfico à cultura. De modo geral, os piores rendimentos do feijoeiro foram alcançados nas rotações R2 e R6.

A inclusão de leguminosas para melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo tem sido utilizada em rotações de culturas. Ao avaliarem dez rotações de culturas, Teixeira et al. (1994) verificaram que as rotações com leguminosas determinaram os maiores incrementos de N total no solo. Miyazawa et al. (1993), testando várias espécies de plantas, incluindo leguminosas, consideraram que pelo menos na fase inicial, a próxima cultura, num sistema de rotação, pode beneficiar-se em termos de fertilidade do solo com os resíduos vegetais, sobretudo os de menor relação C/N, por serem os mais eficientes na neutralização do H⁺. As observações de Miyazawa et al. (1993) e Teixeira et al. (1994) podem justificar os melhores rendimentos do feijoeiro cultivado após a consorciação arroz/calopogônio. O rendimento do feijoeiro na rotação milho-feijão foi o menor entre as rotações, o que concorda com os resultados de Silveira et al. (1994). A menor produtividade do feijoeiro após o milho pode ser atribuída, em parte, à deficiência de N, pela maior competição dos microorganismos, para com o nutriente, durante a decomposição da palhada do milho. Já foi

observada, em feijoeiros cultivados em sucessão ao milho, clorose semelhante à desenvolvida por deficiência de N e menores conteúdos e teores de N na planta, em relação à sucessão ao arroz. Existem referências de que em situação igual a esta, ou seja, em sucessão à cultura do milho, o feijoeiro deve receber maior quantidade de adubo nitrogenado (Embrapa, 1989; Salgado et al., 1992).

O rendimento do feijoeiro foi maior quando cultivado bienalmente do que em relação aos cultivos anuais na mesma área. Tem-se observado aumento do rendimento das culturas quando cultivadas em intervalos maiores na mesma área. Na região dos cerrados foram observados aumentos de rendimento da soja e do milho em cultivos bienais (Corrêa et al., 1986), e do arroz, em cultivos trienais (Silveira et al., 1998).

A análise econômica dos sistemas de produção do feijoeiro irrigado, realizada com base nas relações de benefício/custo, demonstrou que os diferentes preparos do solo foram viáveis economicamente (Tabela 3). Com a utilização do sistema de preparo empregando arado de aiveca no verão e grade aradora no inverno (P1), obteve-se a relação de benefício/custo de 1,94, considerada expressiva.

Nas diferentes rotações de culturas, o feijoeiro foi uma cultura economicamente viável, com taxas de retorno que variaram de 67% a 97% (Tabela 4). Na rotação soja-trigo-soja-feijão-arroz-feijão (R4), o feijoeiro alcançou uma produtividade média de 2.514 kg/ha, tornando-o viável ao produtor, que pôde obter uma rentabilidade de 84%. O feijoeiro cultivado após o arroz na rotação R1, teve uma produtividade de 2.568 kg/ha, propiciando uma receita líquida

Tabela 3. Demonstrativo econômico da cultura do feijão irrigado, por hectare, em diferentes sistemas de preparo do solo (média de seis anos de cultivos consecutivos).

Preparo do solo ⁽¹⁾	Grãos (kg/ha)	Custo de produção ⁽²⁾ (R\$)	Receita bruta ⁽³⁾ (R\$)	Receita líquida (R\$)	Relação benefício/custo
P1	2.636	906,39	1.757,63	851,24	1,94
P2	2.294	902,43	1.529,72	627,29	1,70
P3	2.473	880,82	1.648,98	768,16	1,87
P4	2.506	906,45	1.670,53	764,08	1,84

⁽¹⁾P1: preparo com arado no verão e grade aradora no inverno; P2: preparo com arado de aiveca; P3: preparo com grade aradora; P4: plantio direto.

⁽²⁾Preço de mercado de fatores e produtos em Goiânia, GO, em 1/4/99. ⁽³⁾Preço corrente do feijão (saca de 60 kg), no mercado de Goiânia, em 1/4/99 = R\$ 40,00.

Tabela 4. Demonstrativo econômico da cultura do feijão irrigado, por hectare, em cinco rotações de cultura (média de seis anos de cultivos consecutivos).

Rotação de cultura ⁽¹⁾	Grãos (kg/ha)	Custo de produção ⁽²⁾ (R\$)	Receita bruta ⁽³⁾ (R\$)	Receita líquida (R\$)	Relação benefício/custo
R1	2.568	905,69	1.711,96	806,27	1,89
R2	2.256	902,19	1.503,82	601,63	1,67
R4 ⁽⁴⁾	2.514	908,83	1.676,01	767,18	1,84
R5	2.675	906,98	1.783,21	876,23	1,97
R6	2.306	898,16	1.537,65	639,49	1,71

⁽¹⁾R1: arroz-feijão-arroz-feijão-arroz-feijão; R2: milho-feijão-milho-feijão-milho-feijão; R4: soja-trigo-soja-feijão-arroz-feijão; R5: arroz-feijão-arroz-feijão-arroz-feijão (arroz consorciado com calopogônio); R6: milho-feijão-milho-feijão-arroz-feijão. ⁽²⁾Preço de mercado de fatores e produtos em Goiânia, GO, em 1/4/99. ⁽³⁾Preço corrente do feijão (saca de 60 kg), no mercado de Goiânia, em 1/4/99 = R\$ 40,00. ⁽⁴⁾Médias de quatro anos de cultivo.

da de R\$ 806,27/ha. Após o cultivo do arroz consorciado com calopogônio (R5), o feijoeiro alcançou a maior produtividade (2.675 kg/ha), propiciando uma relação de benefício/custo de 1,97. Os menores retornos econômicos, decorrentes das mais baixas produtividades alcançadas pelo feijoeiro, nos diferentes sistemas de rotação, foram aqueles em que o feijoeiro foi cultivado após o milho, nas rotações R2 (1,67) e R6 (1,71).

Conclusões

1. Há efeito do preparo do solo e da rotação de culturas sobre o rendimento do feijoeiro.
2. O feijoeiro irrigado produz mais quando se utiliza no preparo do solo a combinação de arado de aiveca no cultivo de verão e grade aradora no inverno.
3. O rendimento do feijoeiro diminui quando se utiliza continuamente o sistema plantio direto.
4. O feijoeiro produz mais nas rotações com arroz/calopogônio e arroz, e menos nas rotações com milho.
5. O rendimento do feijoeiro é maior quando a cultura é utilizada bienalmente em relação a cultivos anuais, na mesma área.
6. O feijoeiro irrigado por aspersão é economicamente viável, apresentando taxas de retorno superiores a 70%.
7. O feijoeiro irrigado cultivado após o arroz é mais rentável, principalmente quando o arroz é consorciado com calopogônio, no qual apresenta uma relação de benefício/custo de 1,97.

Referências

- CAMP, C. R.; CHRISTENBURY, G. D.; DOTY, C. W. Tillage effects on crop yield in Coastal Plain soil. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 27, n. 6, p. 1729-1733, 1984.
- CHACÍN LUGO, F. **Cursos avances recientes en el diseño y analisis de experimentos**. Caracas : Universidad Central de Venezuela, 1997. 349 p.
- CORRÊA, L. A.; SILVA, A. F.; CRUZ, J. C.; SILVA, B. G.; COELHO, A. M. Sistema de produção de milho em monocultivo. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo: 1980-1984**, Sete Lagoas, p. 99-101, 1986.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Informações técnicas para o cultivo de feijão irrigado (GO, DF, MG, ES, SP, RJ)**. Goiânia : Embrapa-CNPAP, 1989. 35 p. (Embrapa-CNPAP. Circular Técnica, 23).
- FOLLE, S. M.; SEIXAS, J. M. Mecanização agrícola. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. São Paulo : NOBEL/Embrapa-CPAC, 1986. p. 385-408.
- KNAREL, D. E.; HERRON, J. W. Response of vegetable crops to nitrogen rates in tillage systems with and without vetch and ryegrass. **American Society for Horticultural Science Journal**, Alexandria, v. 111, n. 4, p. 502-507, 1986.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 411-416, 1993.

- PEREIRA, J.; PERES, J. R. R. Manejo de matéria orgânica. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. São Paulo : NOBEL/Embrapa-CPAC, 1986. p. 261-284.
- SALGADO, L. T.; ARAÚJO, G. A. A.; VIEIRA, R. F. Efeito de espaçamento e época de aplicação de nitrogênio em dois cultivares de feijão no outono-inverno. In: EPAMIG (Belo Horizonte, MG). **Projeto feijão: relatório 88/92**. Viçosa, 1992. p. 19-22.
- SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; BLUEMENSCHIN, F. N.; DALL'ACQUA, F. M. **Técnicas de preparo do solo**. Goiânia : Embrapa-CNPAP, 1984. 26 p. (Embrapa-CNPAP. Circular Técnica, 17).
- SILVA, J. G. da. **Ordens de gradagem e sistemas de aração do solo: desempenho operacional, alterações na camada mobilizada e respostas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Botucatu : UNESP, 1992. 180 p. Tese de Doutorado.
- SILVEIRA, P. M. da; SILVA, S. C. da; SILVA, O. F. da; DAMACENO, M. A. Estudo de sistemas agrícolas irrigados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 8, p. 1243-1252, ago. 1994.
- SILVEIRA, P. M. da; ZIMMERMANN, F. J. P.; AMARAL, A. M. do. Efeito da sucessão de cultura e do preparo do solo sobre o rendimento do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 885-890, jun. 1998.
- SIQUEIRA, N. S. **Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e sobre algumas propriedades físicas e químicas do solo**. Viçosa : UFV, 1989. 106 p. Dissertação de Mestrado.
- STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. **Irrigação do feijoeiro**. Goiânia : Embrapa-CNPAP, 1986. 31 p. (Embrapa-CNPAP. Circular Técnica, 20).
- TEIXEIRA, L. A. J.; TESTA, V. M.; MIELCZUK, J. Nitrogênio no solo, nutrição e rendimento de milho afetados por sistemas de cultura. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 207-214, 1994.
- TREVISAN, W. L.; RODRIGUES, D. D. A importância do milho em programas de rotação de culturas em plantio direto. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Campinas, SP). **Atualização em plantio direto**. Campinas, 1985. p. 261-272.