

SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

MANEJO DO SOLO E DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DE FEIJÃO DE INVERNO E IRRIGADO ⁽¹⁾

FLÁVIO FERREIRA DA SILVA BINOTTI ⁽²⁾; ORIVALDO ARF ^(3*); AIRTON ROMANINI JUNIOR ⁽⁴⁾; FABIANA APARECIDA FERNANDES ⁽⁵⁾; MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ ⁽³⁾; SALATIER BUZETTI ⁽⁶⁾

RESUMO

A adoção de um sistema de manejo que possibilite melhorar as condições físicas do solo, associado ao fornecimento adequado de nitrogênio pode ser de suma importância no sentido de aumentar a eficiência da planta na utilização dos recursos disponíveis para seu desenvolvimento e a produção. O trabalho teve com objetivo avaliar o efeito do manejo do solo e de diferentes épocas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e na produtividade do feijoeiro de inverno. O experimento foi desenvolvido no município de Selvíria (MS), no período de outono-inverno de 2002, 2003 e 2004, com uso de irrigação. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 24 tratamentos, constituído de três modalidades de manejo do solo (grade pesada + grade niveladora, escarificador + grade niveladora e plantio direto) e oito épocas de aplicação de nitrogênio (Testemunha sem N, Semeadura - S, estágio V₃, V₄, 1/2 S + 1/2 V₃, 1/2 S + 1/2 V₄, 1/2 V₃ + 1/2 V₄ e 1/3 S + 1/3 V₃ + 1/3 V₄), com 4 repetições. Concluiu-se que de três anos de cultivo, somente em um o plantio direto proporcionou maior produtividade do feijoeiro de inverno irrigado por aspersão em relação ao preparo convencional do solo. As épocas de aplicação de nitrogênio não proporcionaram diferenças na produtividade do feijoeiro. A adubação nitrogenada propiciou, em média, três cultivos, um aumento de 62% na produtividade do feijoeiro se comparado com a testemunha sem N.

Palavras - chave: *Phaseolus vulgaris* L., grade pesada, escarificador, plantio direto, época de aplicação e nitrogênio.

⁽¹⁾ Trabalho apresentado no VIII CONAFE, 2005. Recebido para publicação em 19 de julho de 2005 e aceito em 17 de outubro de 2006.

⁽²⁾ Aluno de Pós-graduação em Sistema de Produção (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP, 15385-000 Ilha Solteira (SP). Bolsista de mestrado da CAPES. E-mail flaviobinotti@hotmail.com.

⁽³⁾ Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia, UNESP, Ilha Solteira. E-mail: arf@agr.feis.unesp.br (* autor correspondente); mesa@agr.feis.unesp.br.

⁽⁴⁾ Aluno de Pós-graduação em Produção Vegetal, FCAV/UNESP, Jaboticabal (SP). E-mail romanini_junior@hotmail.com.

⁽⁵⁾ Aluna de Pós-graduação em Agricultura (Mestrado), UNESP/FCA, Botucatu (SP). Email: fabifer@fca.unesp.br.

⁽⁶⁾ Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, UNESP, Ilha Solteira. E-mail: sbuzetti@agr.feis.unesp.br.

ABSTRACT

SOIL MANAGEMENT AND NITROGEN FERTILIZATION ON WINTER IRRIGATED COMMON BEAN

The adoption of a system that facilitates to improve the conditions of soil, associated to nitrogen supply, can be very important to increase the plant efficiency IN using available resources. With the purpose of evaluating the effect of soil management and different stadia of nitrogen application on the development and production of winter irrigated common bean crop, a field experiment was carried out in Selvíria County, State of Mato Grosso do Sul, in the fall - winter growing season of 2002, 2003 and 2004. A randomized block design was used, with 24 treatments, constituted by three soil management system (heavy disk + leveling disk, chisel ploughing + leveling disk and no tillage) and eight stadia of nitrogen application (control without N application, at sowing - S, V₃ stadium, V₄ stadium, 1/2 S + 1/2 V₃, 1/2 S + 1/2 V₄, 1/2 V₃ + 1/2 V₄ and 1/3 S + 1/3 V₃ + 1/3 V₄), with 4 replications. As conclusion, for the three years of cropping, in only one of them, the no till system provided larger yield in the winter common bean irrigated by aspersion in relation to the conventional soil management. The stadia of nitrogen application did not provide differences in the yield of the bean plant. The nitrogen fertilization provided, on average of three crops, an increase of 62% in the yield of the common bean plant as compared with the control without N.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., heavy disk, chisel ploughing, no tillage, stadium of application and nitrogen.

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 1980, o feijoeiro passou a ser cultivado também na época de inverno (período seco), sob irrigação, atraindo médios e grandes produtores, geralmente usuários de melhor tecnologia. Segundo SILVEIRA et al. (2001), o feijoeiro irrigado por aspensão é economicamente viável, com taxas de retorno superiores a 70%. Nesse cultivo de inverno, a utilização de insumos de forma adequada, como sementes de boa qualidade e irrigações têm permitido a obtenção de produtividade bem acima da média nacional. Entretanto, são necessários ajustes nas técnicas de manejo, adequando-as aos diferentes sistemas de cultivo. A adubação nitrogenada é uma delas, embora o feijoeiro via associação com a bactéria do gênero *Rhizobium*, atenda parte da sua exigência, no entanto, a quantidade fornecida por esse processo normalmente é insuficiente, necessitando ser complementada, por meio da adubação mineral. O feijoeiro é considerado planta exigente em nutrientes em decorrência do sistema radicular superficial e ciclo curto (ROSOLEM e MARUBAYASHI, 1994), os quais devem ser disponibilizados à planta, em tempo e locais adequados. VALÉRIO et al. (2003) verificaram que é possível a obtenção de produtividades próximas do rendimento máximo (no caso, acima de 2.000 kg ha⁻¹), utilizando apenas N na semeadura. Dados semelhantes foram observados por KIEHL et al. (1993) e CARVALHO et al. (2001) quando verificaram que a aplicação de todo o nitrogênio na semeadura, resulta em produtividade semelhante às dos tratamentos com parcelamento.

Os diferentes sistemas de manejo do solo têm a finalidade de criar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas. Mesmo sob condições

mais favoráveis (solo úmido com consistência friável) para o preparo do solo, o uso de máquinas pesadas para essas operações pode levar a modificações físicas do solo, que comprometem o desenvolvimento da cultura. O sistema de plantio direto tem sido adotado expressivamente por agricultores do cerrado brasileiro. Nesse manejo, além da conservação do solo, a camada de palha na superfície traz vários benefícios para o solo nos aspectos químicos, biológicos e físicos. Os sistemas de manejo com menor revolvimento, como o cultivo mínimo ou o plantio direto, em virtude da maior proteção que conferem ao solo, da restrita mobilização da camada arável e da maior diversificação de espécies, têm sido mais viáveis sob as condições agroecológicas do Cerrado, conciliando produtividade satisfatória, economicidade e equilíbrio ambiental (URCHEI et al., 2000).

Assim, a adoção de um sistema que possibilite melhorar as condições do solo, associado ao fornecimento adequado de nitrogênio, além de aumentar a eficiência da planta na utilização dos recursos disponíveis, possibilita aumento de produtividade da cultura. A pesquisa teve o objetivo de avaliar o efeito do manejo do solo e épocas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e na produtividade do feijão de inverno irrigado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo de feijão foi efetuado na área experimental da Faculdade de Engenharia, Unesp - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), no período de outono-inverno de 2002, 2003 e 2004, com irrigação, sendo realizado nos três

anos de cultivo na mesma área e nas mesmas parcelas. O solo do local é denominado de Latossolo Vermelho Distrófico argiloso, pela atual nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa/CNPSo, 1999). O teor de argila do solo é de 456, 422 e 474 g kg⁻¹, nas camadas de 0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m respectivamente. A análise química do solo revelou os seguintes valores: MO = 25, 29 e 17 g dm⁻³; P (resina) = 26, 23 e 23 mg dm⁻³; pH (CaCl₂) = 5,2; 4,8; e 4,3; K = 1,9; 2,5 e 2,4 mmol_c dm⁻³; Ca = 30, 31 e 14 mmol_c dm⁻³; Mg = 29, 13 e 8 mmol_c dm⁻³; H+Al = 31, 39 e 45 mmol_c dm⁻³ e V = 66%, 55% e 35%, respectivamente, para os anos de cultivo de 2002, 2003 e 2004. A precipitação pluvial média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5 °C e a umidade relativa do ar entre 70% e 80% (média anual). Durante o cultivo dos três anos, a precipitação pluvial média foi de 108 mm, a temperatura média foi de 22,8 °C e a umidade relativa média do ar de 66%.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 8, com 24 tratamentos constituídos pela combinação de três modalidades de manejo do solo (grade pesada + grade niveladora, escarificador + grade niveladora e plantio direto) e oito épocas de aplicação de nitrogênio (uréia), conforme apresentado na tabela 1, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por seis linhas de 6,0 m de comprimento espaçadas de 0,50 m entre si. A área útil foi constituída pelas quatro linhas centrais, desprezando-se 0,50m em ambas as extremidades de cada linha.

A semeadura foi realizada em área tendo o milho como cultura antecessora nos três anos de cultivo (com produção média de massa seca dos restos culturais de 4.193, 4.400 e 3.193 kg ha⁻¹). As plantas da área foram dessecadas utilizando o herbicida glyphosate e manejada com desintegrador mecânico

do tipo triton com objetivo de distribuir de forma uniforme a vegetação na área de cultivo. Os tratamentos com plantio direto foram instalados em local onde havia manejo com esse sistema desde 1999. O feijão foi semeado, mecanicamente, em 16 de abril de 2002, utilizando a variedade IAC Carioca Eté; em 30 de abril de 2003, a variedade Pérola e em 4 de maio de 2004, a variedade IAC Carioca (Carioca 80 SH). As sementes foram tratadas com carboxin + thiram ou benomyl. A adubação básica no sulco de semeadura foi constituída de 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 30 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). As adubações de cobertura foram realizadas aos 16 dias após a emergência das plântulas, no estádio V₃, aos 23 dias, no estádio V₄, de acordo com os estádios estabelecidos por Fernandez et al. (1986). Após a aplicação de nitrogênio, a área foi irrigada com o objetivo de minimizar suas perdas por volatilização. As irrigações foram realizadas por aspersão do tipo pivô central. O controle de pragas e de doenças foi realizado por meio de pulverizações foliares com produtos específicos e recomendados para a cultura de feijão. O controle de plantas daninhas foi realizado com uma aplicação do herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen, em pós-emergência.

O florescimento pleno ocorreu em 38, 40 e 47 dias após a emergência das plântulas e a colheita foi realizada manualmente com ciclos de 80, 90 e 86 dias, respectivamente, em 2002, 2003 e 2004. Durante a realização do experimento, foram feitas as seguintes avaliações: população de plantas inicial - realizada na fase V₂ (10 m de linha); população de plantas final - colheita (10 m de linha); massa seca de planta - coleta realizada no florescimento (10 plantas); teor de nitrogênio total na parte aérea - coleta realizada no florescimento (10 plantas); número de vagens planta⁻¹ (10 plantas); número de grãos planta⁻¹ (10 plantas); número de grãos vagem⁻¹ (10 plantas); massa de 100 grãos e produtividade de grãos (10 m de linha).

Tabela 1. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio (uréia) em feijão de inverno irrigado. Selvíria (MS), 2002, 2003 e 2004

Tratamentos	Época de aplicação de N		
	Semeadura	Estádio V ₃	Estádio V ₄ ⁽¹⁾
	N, kg ha ⁻¹		
Testemunha (sem N)	0	0	0
Semeadura (S)	75	0	0
Estádio V ₃	0	75	0
Estádio V ₄	0	0	75
1/2 S + 1/2 Estádio V ₃	37,5	37,5	0
1/2 Estádio V ₃ + 1/2 Estádio V ₄	0	37,5	37,5
1/2 S + 1/2 Estádio V ₄	37,5	0	37,5
1/3 S + 1/3 Estádio V ₃ + 1/3 Estádio V ₄	25	25	25

⁽¹⁾ Fernandez et al. (1986).

Todos os efeitos dos tratamentos foram avaliados por meio da análise de variância utilizando o programa SANEST - Sistema de Análise Estatística para microcomputadores (ZONTA e MACHADO, 1986).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os manejos do solo e o nitrogênio, nas avaliações estudadas. No segundo e terceiro anos de cultivo (Tabela 2) evidenciou-se o efeito do manejo do solo na população de plantas tanto inicial quanto final. No plantio direto, houve melhor uniformidade de sementeira ocorrendo maior população de plantas com melhor desenvolvimento, visto que nesse sistema houve mais contato do solo firme com a roda motriz da sementeira, proporcionando acionamento adequado do mecanismo de distribuição de sementes, se comparada com o preparo convencional, onde o solo estava mais "solto", ocorrendo assim certo deslizamento desse sistema de distribuição de sementes. STONE e MOREIRA (2001) constataram maior população final de plantas no sistema plantio direto em comparação à grade aradora no cultivo de 1998.

A aplicação total de nitrogênio na sementeira provocou redução da população de plantas inicial e final, no primeiro ano de cultivo, em decorrência provavelmente da menor umidade do solo no sulco de sementeira. Esses resultados confirmam os obtidos por URBEN FILHO et al. (1980) que observaram menor população de plantas tanto inicial e final com aplicação de todo nitrogênio (uréia) na sementeira. SILVEIRA e DAMASCENO (1993) observaram que o número de plantas por metro decresce com o aumento da dose de N (uréia) e também a aplicação não parcelada de K no sulco de sementeira. Já no segundo e terceiro anos de cultivo, essa característica não foi influenciada pela época de aplicação do nitrogênio, nem mesmo com aplicação total de N na sementeira. Tal comportamento pode ter ocorrido em função das variedades cultivadas utilizadas no segundo e terceiro anos (cv. Pérola e cv. IAC Carioca), tenham maior tolerância a maiores doses de uréia comparada com a variedade IAC Carioca Eté. Os resultados confirmam os observados por MACHADO NETO et al. (2003) que verificaram maior capacidade germinativa e de desenvolvimento das variedades 'IAC Carioca' e 'Campeão 1', em condições de salinidade em relação a outras variedades utilizadas.

Tabela 2. População de plantas inicial e final do feijoeiro de inverno em função do manejo do solo e época de aplicação do nitrogênio. Selvíria (MS), 2002, 2003 e 2004

Tratamentos	População de Plantas (plantas ha ⁻¹)x1000					
	Inicial - Estádio V ₂			Final - Colheita		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004
Manejo do solo						
Escarificador	325	221 b	204 b	301	208 b	201 b
Grade pesada	316	223 b	211 b	306	215 ab	205 ab
Plantio direto	320	243 a	230 a	303	224 a	209 a
Época de aplicação de nitrogênio (75 kg ha ⁻¹ de N)						
Testemunha (sem N)	336 ab	232	216	335 a	215	206
Sementeira (S)	264 c	234	213	256 b	218	197
Estádio V ₃	350 a	221	217	323 a	205	212
Estádio V ₄	342 ab	232	219	330 a	215	210
½ S + ½ Estádio V ₃	307 abc	226	216	289 ab	219	201
½ S + ½ Estádio V ₄	293 bc	223	212	262 b	214	204
½ V ₃ + ½ V ₄	344 a	235	219	321ab	214	208
1/3 S + 1/3 V ₃ + 1/3 V ₄	327 ab	228	208	309 ab	225	204
C.V.(%)	11,9	7,8	6,7	14,1	8,7	6,4

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Constata-se que não houve efeito nos dois primeiros anos de cultivo dos manejos do solo sobre a massa seca de planta (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por SORATTO (2002) e SILVA et al. (2004). Em 2004, o manejo do solo com escarificador + grade niveladora resultou em plantas com menor massa seca em relação ao plantio direto. Os manejos do solo afetaram o teor de nitrogênio nas plantas no primeiro ano, com menores valores no plantio direto comparado com o escarificador; a grade pesada não diferiu dos tratamentos anteriores. STONE e MOREIRA (2001) constataram maior necessidade de N em feijoeiro cultivado em plantio direto, comparando-se a outros sistemas de cultivo. Contudo, no segundo e terceiro anos de cultivo, o teor de N não foi influenciado pelo manejo do solo. Verifica-se que não houve efeito das épocas de aplicação do N (no primeiro e no terceiro anos de cultivo) do teor de nitrogênio no feijoeiro. Resultados semelhantes foram observados por CARVALHO et al. (2001). Os teores de nitrogênio obtidos em todos os tratamentos estão na faixa recomendada para a cultura que é de 30 a 50 g kg⁻¹ (folhas), com exceção da testemunha no primeiro e segundo anos de cultivo. Entretanto, em 2004, alguns tratamentos estão abaixo da faixa recomendada. Os dados do presente experimento, porém, são referentes à parte aérea que normalmente indicam valores um pouco inferiores aos teores foliares; portanto,

acredita-se que as exigências mínimas das plantas em nitrogênio foram supridas em todos os tratamentos.

Os manejos do solo não influenciaram os valores de vagens planta⁻¹ (Tabela 4), no primeiro e segundo anos de cultivo. Os dados confirmam os obtidos por STONE e MOREIRA (2000) e SILVA et al. (2004) que não verificaram diferenças no número de vagens planta⁻¹ em relação aos manejos do solo pesquisados. Todavia, no terceiro ano de cultivo, o plantio direto propiciou a produção de maior número de vagens por planta se comparado com o preparo convencional do solo (grade pesada e escarificador). As épocas de aplicação do nitrogênio influenciaram no número de vagens por planta no primeiro ano, sendo o maior valor obtido com a aplicação total de N na semeadura, que deve ter sido ocasionado pela diminuição da população de plantas e conseqüentemente do efeito compensatório. No que se refere ao número de grãos por planta, nota-se que não houve efeito dos manejos do solo no cultivo de 2002, porém em 2003 e 2004, o plantio direto superou os outros dois sistemas de manejo do solo. As diferentes épocas de aplicação do N influenciaram o número de grãos por planta no primeiro ano de cultivo, com o maior valor tendo sido observado quando se aplicou a dose total de N na semeadura, que deve ter sido ocasionado em vista da diminuição da população de plantas nesse tratamento.

Tabela 3. Massa de matéria seca da planta e teor de N da parte aérea na planta do feijoeiro de inverno em função do manejo do solo e época de aplicação de nitrogênio. Selvíria (MS), 2002, 2003 e 2004

Tratamentos	Massa de matéria seca			Teor de N na planta		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004
	g planta ⁻¹			g kg ⁻¹		
	Manejo do solo					
Escarificador	6,12	5,74	3,75 b	33,09 a	36,71	29,70
Grade pesada	6,72	5,69	4,31 ab	32,07 ab	34,56	28,59
Plantio direto	6,28	5,89	4,64 a	30,49 b	35,01	30,00
	Época de aplicação de nitrogênio (75 kg ha ⁻¹ de N)					
Testemunha (sem N)	4,81 d	3,61 c	2,72 d	26,07 b	29,87 d	28,75
Semeadura (S)	7,70 a	7,05 a	4,63 abc	31,36 ab	34,15 abcd	28,00
Estádio V ₃	5,60 cd	6,37 a	4,81 ab	31,72 a	39,18 a	30,49
Estádio V ₄	5,42 cd	4,36 bc	3,34cd	35,26 a	38,61 ab	32,66
½ S + ½ Estádio V ₃	7,30 ab	6,88 a	5,58 a	30,11 ab	32,90 cd	27,31
½ S + ½ Estádio V ₄	7,30 ab	5,32 abc	4,14 bcd	32,41 a	36,97 abc	30,08
½ V ₃ + ½ V ₄	5,97 bcd	5,69 ab	4,03 bcd	34,29 a	38,37 abc	30,86
1/3 S + 1/3 V ₃ + 1/3 V ₄	6,88 abc	6,90 a	4,60 abc	33,86 a	33,35 bcd	27,27
C.V.(%)	18,0	26,4	26,6	13,2	10,6	12,8

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Número de vagens e grãos por planta do feijoeiro de inverno em função do manejo do solo e época de aplicação de nitrogênio. Selvíria (MS), 2002, 2003 e 2004

Tratamentos	Número de vagens por planta			Número de grãos por planta		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004
Manejo do solo						
Escarificador	7,32	7,53	6,63 b	33,83	30,01 b	31,19 b
Grade pesada	6,98	7,48	6,53 b	31,36	29,14 b	29,63 b
Plantio direto	7,48	8,40	7,93 a	35,61	37,48 a	38,10 a
Época de aplicação de nitrogênio (75 kg ha ⁻¹ de N)						
Testemunha (sem N)	5,02 c	5,16 b	4,14 b	21,98 c	21,12 b	18,61 b
Semeadura (S)	10,84 a	8,42 a	8,13 a	50,91 a	35,02 a	35,45 a
Estádio V ₃	6,77 bc	8,42 a	7,80 a	31,83 bc	35,22 a	36,78 a
Estádio V ₄	6,41 bc	7,84 ab	6,36 a	30,76 bc	33,02 ab	28,53 ab
½ S + ½ Estádio V ₃	7,05 bc	7,47 ab	7,29 a	31,42 bc	30,35 ab	35,52 a
½ S + ½ Estádio V ₄	7,76 b	8,10 a	7,79 a	34,83 b	33,20 ab	38,68 a
½ V ₃ + ½ V ₄	6,87 bc	8,23 a	7,63 a	32,04 bc	32,38 ab	37,54 a
1/3 S + 1/3 V ₃ + 1/3 V ₄	7,41 b	8,82 a	7,11 a	35,02 b	37,37 a	32,66 a
C.V.(%)	22,6	27,7	24,2	23,8	32,9	30,5

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de grãos por vagem não foi afetado pelo manejo do solo no primeiro e terceiro anos de cultivo (Tabela 5), provavelmente por ser uma característica mais relacionada com a cultivar utilizada havendo pouca influência das práticas culturais. STONE e MOREIRA (2000), SORATTO (2002) e SILVA et al. (2004) também não observaram diferenças do manejo do solo sobre o número de grãos por vagem. Porém, no segundo ano de cultivo, o plantio direto proporcionou o maior número de grãos por vagem. Também SANTOS et al. (1997), no primeiro ano de cultivo da variedade Carioca, não observaram diferenças no número de grãos/vagem em relação ao sistema de preparo do solo utilizado (plantio direto, grade e arado). Entretanto, no segundo ano de cultivo, o plantio direto proporcionou o maior número de grãos por vagem. Com o parcelamento do nitrogênio não houve influência sobre o número de grãos por vagem. Resultados semelhantes foram obtidos por SORATTO (2002). Contudo, pode-se evidenciar que no primeiro e segundo anos de cultivo os valores estão próximos a quatro grãos por vagem; em 2004, o número de grãos por vagem está próximo de dois grãos por vagem. Esse fato pode ser explicado pela ocorrência de mosaico-dourado na área de cultivo reduzindo o número médio de grãos por vagem (DOURADO NETO e FANCELLI, 2000). A massa de cem grãos não foi influenciada pelos sistemas de preparo do solo no primeiro e terceiro ano de cultivo. SAMPAIO et al. (1989), SANTOS et al. (1997), STONE e MOREIRA (2000) e SORATTO (2002) também não observaram diferenças em relação à massa de cem grãos nos diferentes manejos do solo. Entretanto, no

segundo ano, houve efeito do manejo do solo, mostrando maior valor quando utilizado o preparo com grade pesada + grade niveladora. Já, em relação às épocas de aplicação do N, os valores de massa de cem grãos houve diferenças no primeiro e segundo ano de cultivo.

A produtividade de grãos não foi afetada pelos manejos do solo no primeiro ano de cultivo (Tabela 6). Esse comportamento deve ter ocorrido em vista de todos os sistemas de preparo do solo terem propiciado boas condições físicas, químicas e biológicas, permitindo assim um desenvolvimento uniforme da cultura, e, conseqüentemente, resultando em produtividades semelhantes entre os tratamentos. Entretanto, no segundo e terceiro anos de cultivo, o plantio direto sobressaiu-se em relação ao preparo convencional do solo, porém não diferiu do preparo com grade pesada + grade niveladora no segundo ano de cultivo. Nesse ano, o menor número de grãos por planta pode ter sido compensado com a maior massa de cem grãos, não ocorrendo assim diferença na produtividade de grãos. KLUTHCOUSKI et al. (2000) observaram que ocorreu melhor adaptação ao sistema plantio direto, nas culturas de feijão e soja do que em milho e, principalmente, em arroz. STONE e SILVEIRA (1999) observaram maior produtividade no sistema plantio direto em comparação ao preparo convencional. SANTOS et al. (1997) não observaram diferenças na produtividade de grãos levando em consideração os tipos de sistemas de preparo do solo utilizados.

Tabela 5. Número de grãos por vagem e massa de 100 grãos do feijoeiro de inverno em função do manejo do solo e época de aplicação de nitrogênio. Selvíria (MS), 2002, 2003 e 2004

Tratamentos	Número de grãos por vagem			Massa de 100 grãos		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004
	(g)					
	Manejo do solo					
Escarificador	4,03	3,96 b	2,12	22,05	27,92 b	23,58
Grade pesada	4,11	3,88 b	2,21	22,26	28,49 a	23,52
Plantio direto	4,77	4,44 a	2,11	21,95	27,55 b	24,13
	Época de aplicação de nitrogênio (75 kg ha ⁻¹ de N)					
Testemunha (sem N)	4,30	4,17	2,27	21,84 ab	27,75 ab	22,16 b
Semeadura (S)	4,74	4,02	2,28	22,02 ab	27,51 b	24,05 a
Estádio V ₃	4,68	4,16	2,16	22,28 ab	28,24 ab	24,51 a
Estádio V ₄	4,91	4,11	2,14	22,71 a	28,20 ab	23,72 ab
½ S + ½ Estádio V ₃	4,44	4,08	2,06	21,80 ab	27,84 ab	23,60 ab
½ S + ½ Estádio V ₄	4,44	4,06	2,04	21,64 b	28,03 ab	24,06 a
½ V ₃ + ½ V ₄	4,64	3,96	2,05	22,52 ab	28,45 a	23,87 a
1/3 S + 1/3 V ₃ + 1/3 V ₄	4,73	4,20	2,15	21,87 ab	27,89 ab	23,97 a
CV(%)	10,6	11,6	12,5	3,4	2,6	5,5

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Produtividade de grãos do feijoeiro de inverno em função do manejo do solo e época de aplicação de nitrogênio. Selvíria (MS), 2002, 2003 e 2004

Tratamentos	Produtividade grãos			
	2002	2003	2004	Média
	kg.ha ⁻¹			
	Manejo do solo			
Escarificador	1,982	1,769 b	1,338 b	1,696
Grade pesada	1,945	1,910 ab	1,432 b	1,762
Plantio direto	1,931	2,081 a	1,726 a	1,913
	Época de aplicação de nitrogênio (75 kg/ha de N)			
Testemunha (sem N)	1,453 b	1,257 b	780 b	1,163
Semeadura (S)	2,055 a	1,841 a	1,664 a	1,853
Estádio V ₃	1,900 a	2,052 a	1,638 a	1,863
Estádio V ₄	2,105 a	1,958 a	1467 a	1,843
½ S + ½ Estádio V ₃	2,002 a	2,016 a	1,691 a	1,903
½ S + ½ Estádio V ₄	1,984 a	2,040 a	1,610 a	1,878
½ V ₃ + ½ V ₄	2,100 a	2,097 a	1,522 a	1,906
1/3 S + 1/3 V ₃ + 1/3 V ₄	2,023 a	2,100 a	1,619 a	1,914
C.V.(%)	10,59	15,70	13,35	-
	Benefício com aplicação de nitrogênio			Média
Testemunha - sem N (kg ha ⁻¹)	1,453	1,257	780	1,163
Média dos tratamentos com N (kg ha ⁻¹)	2,024	2,015	1,602	1,880
Ganho com aplicação do N (kg ha ⁻¹)	571	758	822	717
Ganho com aplicação do N (%)	39	60	105	62

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O parcelamento do nitrogênio não teve efeito sobre a produtividade de grãos, pelo fato de o experimento ter sido manejado com fornecimento controlado de água, pelo sistema de irrigação por aspersão, minimizando as possíveis perdas do N por lixiviação. CARVALHO et al. (2001) também verificaram que a aplicação de N, em diferentes parcelamentos na semeadura e em cobertura, não afetou a produtividade do feijoeiro. AMBROSANO et al. (1996) observaram que o parcelamento do nitrogênio influencia a produtividade em solo de baixa fertilidade (Pindorama), todavia em solo de maior fertilidade (Votuporanga e Ribeirão Preto) não ocorreu. SORATTO (2002) verificou que a aplicação de todo o N em cobertura proporcionou maior produtividade de grãos. FERNANDES et al. (2005) observaram aumento na produtividade de grãos da cultivar Pérola com aplicação de nitrogênio na semeadura e/ou em cobertura. Outro resultado importante para se discutir é em relação à queda na produtividade do feijoeiro no cultivo de 2004. O resultado pode ser explicado pela incidência do mosaico-dourado na fase inicial de desenvolvimento da cultura, pois de acordo com FARIA (1994) a virose afeta negativamente o tamanho dos grãos, o número de grãos por vagem e o rendimento de grãos do feijoeiro. A aplicação do nitrogênio proporcionou um aumento médio de 39%, 60% e 105% na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, em 2002, 2003 e 2004 respectivamente e média geral de 62%. Também AMBROSANO et al. (1996), GUERRA et al. (2000) e CARVALHO et al. (2001) verificaram que a produtividade do feijoeiro irrigado no inverno pode ser aumentada pela adição de nitrogênio.

4. CONCLUSÕES

1. De três anos de cultivo, somente em um o plantio direto proporcionou maior produtividade de grãos do feijoeiro de inverno irrigado por aspersão em relação ao preparo convencional do solo.
2. As épocas de aplicação de nitrogênio não proporcionaram diferenças na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado.
3. A adubação nitrogenada proporcionou em média de três cultivos, aumento de 62% na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, se comparado com a testemunha sem N.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento e

concessão da bolsa para realização do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; AMBROSANO, G.M.B.; BULISANI, E.A.; BORTOLETTO, N.; MARTINS, A.L.M.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; DE SORDI, G. Efeito do nitrogênio no cultivo de feijão irrigado no inverno. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.53, n.2-3, p.338-392, 1996.
- CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N.C.B.; BASSAN, D.A.Z. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamento e fontes de nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.25, n.3, p.617-624, 2001.
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. *Produção de feijão*. Guaíba: Agropecuária, 2000, p.282-283.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa/CNPSo. *Sistema Brasileiro de Classificação dos solos*. Rio de Janeiro, 1999. 306p.
- FARIA, J.C. Mosaico-dourado. In: SARTORATO, A.; RAVA, C. A. *Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994, p.263-282.
- FERNANDES, F.A.; ARF, O.; BINOTTI, F.F.S.; ROMANINI JUNIOR, A.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R.A.F. Molibdênio foliar e nitrogênio em feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.27, n.1, p.7-15, 2005.
- FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LOPES, M. *Etapas de desarrollo de la planta de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986. 34p.
- GUERRA, A.F.; SILVA, D.B.; RODRIGUES, G.C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.6, p.1229-1236, 2000.
- KIEHL, J.C.; SILVEIRA, R.I.; BRITO NETO, J. Rates and methods of applying urea to common beans. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.50, n.2, p.254-260, 1993.
- KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D.; RIBEIRO, C.M.; FERRARO, L.A. Manejo do solo e o rendimento da soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.1, p.97-104, 2000.
- MACHADO NETO, N.B.; CUSTÓDIO, C.C.; MAIA, C.A.; MATSUMOTO, R.S. Estresse salino e hídrico durante a germinação em população de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 20., 2003, Gramado. *Informativo ABRATES*, Londrina, v.3, p.78, 2003.
- ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro. *Informações agrônomicas*, Piracicaba, n.68, dezembro, p.1-4, 1994.

- SANTOS, A.B.; SILVA, O.F.; FERREIRA', E. Avaliação de práticas culturais em um sistema agrícola irrigado por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.3, p.317-327, 1997.
- SAMPAIO, G.V.; GALVÃO, J.D.; FONTES, L.A.N.; FIGUEIREDO, M.S.; CARDOSO, A.A. Efeito de sistemas de preparo do solo sobre o consórcio milho-feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 36, n. 208, p.465-482, 1989.
- SILVA, M.G.; ARF, O.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F.; BUZETTI, S. Manejo do solo e adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61, n.3, p.307-312, 2004.
- SILVEIRA, P.M.; DAMASCENO, M.A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.11, p.1269-1276, 1993.
- SILVEIRA, P.M.; SILVA, O.F.; STONE, L.F.; SILVA, J.G. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, p.257-263, 2001.
- SORATTO, R.P. **Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento da adubação nitrogenada**. 2002. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeito de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.835-841, 2000.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.473-481, 2001.
- STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.1, p.83-91, 1999.
- URBEN FILHO, G.; CARDOSO, A.A.; VIEIRA, C.; FONTES, L.A.N.; THIÉBAUT, J.T.L. Doses e modos de aplicação do adubo nitrogenado na cultura do feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v.27, n.151, p.302-312, 1980.
- URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.497-506, 2000
- VALÉRIO, C.R.; ANDRADE, M.J.B.; FERREIRA, D.F.; REZENDE, P.M. Resposta do feijoeiro comum a doses de nitrogênio no plantio e em cobertura. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, Edição Especial, p. 1560-1568, 2003.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de Análise Estatística para microcomputadores- SANEST**. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e Matemática, 1986. 150p.