



PREPARO DO SOLO, INOCULAÇÃO DE SEMENTES E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO FEIJOEIRO COMUM DE INVERNO IRRIGADO

SOIL MANAGEMENT, SEED INOCULATION AND NITROGEN APPLICATION AT SIDEDRESSING ON COMMON BEAN IN WINTER

Orivaldo ARF¹
Flávia Catiuci Robim da SILVA²
Marcelo Valentini ARF²
Ricardo Antônio Ferreira RODRIGUES¹
Marco Eustáquio de SÁ¹
Salatiér BUZETTI¹

RESUMO

O feijão comum é uma planta exigente em nutrientes, principalmente em relação ao N. A adoção de um sistema de preparo que possibilite melhorar as condições do solo, associada ao fornecimento adequado de N pode ser de suma importância no sentido de aumentar a eficiência da planta na utilização dos recursos disponíveis. Assim propôs-se o estudo com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes preparos do solo, inoculação de sementes com *Rhizobium tropici* e doses de N em cobertura no desenvolvimento e produtividade de grãos do feijão comum, cultivar Pérola, no período de inverno e irrigado. O experimento foi desenvolvido no município de Selvíria (MS) nos anos de 2006 e 2007. O delineamento estatístico foi blocos casualizados disposto em esquema fatorial 3 x 2 x 4, envolvendo três modalidades de preparo do solo (escarificador + grade niveladora, grade pesada + grade niveladora e plantio direto), inoculação ou não de sementes com estirpes de *Rhizobium tropici* (presença e ausência) e aplicação de N em cobertura aplicadas por ocasião da fase V₄₋₅ (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹), com quatro repetições. Concluiu-se que o preparo do solo, com grade pesada, escarificador ou plantio direto e o uso de inoculação de sementes com *Rhizobium tropici* não alteram a produtividade de grãos da cultura e, a adubação nitrogenada em cobertura proporciona incremento na produtividade de grãos superior a 17% na dose de 180 kg de N ha⁻¹ em relação ao tratamento testemunha.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; grade pesada; escarificador; plantio direto; *Rhizobium tropici*.

ABSTRACT

Common bean is a demanding plant in nutrients, mainly in relation to nitrogen. The adoption of a management system that improves the soil conditions, associated to the appropriate nitrogen supply can be very important to increase the plant efficiency in the use of the available resources. This study aimed to evaluate different combinations of soil management, seed inoculation and nitrogen doses in the growth and yield of irrigated common bean plant in winter period. The experiment was conducted in Selvíria county (MS) in years of 2006 and 2007. A randomized completely blocks design in a factorial scheme 3 x 2 x 4, constituted by three soil management (chisel ploughing + leveling disk, heavy disk + leveling disk, and no till), seed inoculation with *Rhizobium tropici* (with or without inoculation) and nitrogen doses at sidedressing on stage V₄₋₅ (zero, 60, 120 and 180 kg ha⁻¹), with four repetitions, was used. The soil management with chisel ploughing, heavy disk, or no till, and the use of seed inoculation with *Rhizobium tropici* does not interfere in the irrigated common bean yield; the nitrogen fertilization at sidedressing provides increment above 17% at dose of 180 kg ha⁻¹ of nitrogen in relation to control.

Key-words: *Phaseolus vulgaris* L.; heavy disk; chisel ploughing; no till; *Rhizobium tropici*.

¹ Docentes do Curso de Agronomia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP. Caixa Postal 56, 15385-000, Ilha Solteira, SP. E-mail: Autor para correspondência: arf@agr.feis.unesp.br; ricardo@agr.feis.unesp.br; mesa@agr.feis.unesp.br e sbuzetti@agr.feis.unesp.br.

² Engenheiro Agrônomo pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, Caixa Postal 56, 15385-000, Ilha Solteira, SP. E-mail: tutirobim@hotmail.com e marceloarf@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

O feijão comum é importante na composição de sistemas agrícolas nas diversas regiões do Brasil, onde a adoção de tecnologias recomendadas tais como, adubação em quantidade e momento adequado, uso de defensivos e sementes de boa qualidade e, ainda, o manejo correto da irrigação, têm permitido a obtenção de produtividades de grãos entre 3000 a 4000 kg ha⁻¹, bem acima da média nacional (Kluthcouski & Stone, 2003; Silva et al., 2006).

Os diferentes sistemas de preparo do solo, mesmo realizados em condições favoráveis em relação ao teor de água do solo, podem acarretar modificações físicas, com o aparecimento de camada compactada, que dificultam o desenvolvimento do sistema radicular do feijoeiro comum (Urchei et al., 2000). Entretanto, os resultados obtidos com o feijoeiro comum no sistema plantio direto mostraram a viabilidade de inclusão deste cultivo na rotação de culturas e revelaram tratar-se de prática eficiente para o controle de erosão e que propicia aumento do armazenamento água no solo e de nutrientes para as plantas, com efeitos positivos na reciclagem de nutrientes, além de melhorar as condições físicas e químicas do solo com o aumento do teor de matéria orgânica (Alcântara et al., 2000; Boer et al., 2007).

A associação simbiótica do feijoeiro comum com bactérias do gênero *Rhizobium* é uma tecnologia que pode substituir, pelo menos parcialmente, a adubação nitrogenada e pesquisas indicam que é possível obter 2500 kg ha⁻¹ de grãos de feijão comum na ausência de adubação nitrogenada (Straliotto et al., 2002). Outro aspecto a ser considerado é que a utilização desta associação pode representar economia na aplicação de fertilizantes nitrogenados para a cultura do feijão comum, além de contribuir para a manutenção da fertilidade do solo e reduzir os riscos de poluição ambiental (Ferreira et al., 2000).

Como o N é um nutriente que se perde facilmente por lixiviação, volatilização e desnitrificação, o seu manejo é tido como um dos mais difíceis. Dessa forma, técnicas que possibilitem a maximização de absorção de N pelo feijoeiro comum são de extrema importância, devido ao alto custo dos fertilizantes nitrogenados (Santos et al., 2003). Além disso, na cultura do feijão comum, o N é extraído em quantidades superiores a 100 kg ha⁻¹ para garantir altas produtividades de grãos (Oliveira et al., 1996), devendo-se aplicar a dose de N necessária em momento adequado quando a planta tem que suportar altas taxas de crescimento de vagens e grãos (Carvalho et al., 2001).

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de modalidades de preparos de solo, inoculação de sementes com *Rhizobium tropici* e doses de N em cobertura no desenvolvimento e produtividade de grãos do feijão comum cultivado no período de inverno e irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS (51° 22' de longitude O ; 20° 22' de Latitude S e 335 m de altitude). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura argilosa (EMBRAPA, 2006), anteriormente ocupado por vegetação de cerrado.

O delineamento estatístico foi blocos casualizados com quatro repetições e esquema fatorial 3 x 2 x 4, envolvendo três modalidades de preparo do solo (escarificador + grade niveladora, grade pesada + grade niveladora e plantio direto), inoculação ou não de sementes com estirpes de *Rhizobium tropici* (presença e ausência) e aplicação de N em cobertura aplicadas por ocasião da fase V₄₋₅ (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹), fonte uréia. As parcelas foram constituídas por 6 linhas de 6 m de comprimento, sendo consideradas como área útil as 4 linhas centrais, desprezando-se 0,5 m, em cada extremidade.

O experimento foi conduzido em área anteriormente cultivada com arroz (2006) e milho (2007). No primeiro ano, a análise química das amostras compostas revelou os seguintes valores: MO = 20 g dm⁻³; P (resina) = 30 mg dm⁻³; pH (CaCl₂) = 5,0; K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al³⁺ e CTC, 1,4; 22; 5; 20 e 48 mmol_c dm⁻³, respectivamente e V = 58%.

Na área com os tratamentos em plantio direto foi realizada a dessecação da cobertura vegetal com o herbicida glyphosate (1560 g ha⁻¹ do i.a.). A semeadura foi realizada mecanicamente em 30 de maio de 2006 e 07 de maio de 2007, utilizando o cultivar Pérola. O espaçamento foi de 0,5 m nas entrelinhas em 2006 e 0,45 m em 2007, com distribuição de sementes visando obter de 10–12 plantas m⁻¹. A adubação básica nos sulcos de semeadura foi constituída por 250 kg ha⁻¹ da formulação 04-30-10, considerando-se as características químicas do solo e as recomendações de Ambrosano et al. (1996). Desta forma, por ocasião da semeadura todos os tratamentos receberam a aplicação de 10 kg de N ha⁻¹ (uréia) com o objetivo de fornecer N na fase inicial de desenvolvimento das plantas, sem prejudicar a nodulação (Voss, 1989).

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 21 dias (no ano de 2006) e 30 dias (no ano de 2007) após a emergência das plantas, correspondendo ao estágio V₄ de desenvolvimento do feijoeiro (Fernandez et al., 1986). Após a adubação de cobertura foi feita uma irrigação com o objetivo de minimizar as perdas do nutriente por volatilização.

O fornecimento de água foi realizado através de um sistema de irrigação por aspersão fixo com precipitação de 3,3 mm hora⁻¹ nos aspersores. A reposição de água foi realizada quando a evapotranspiração da cultura acumulada atingia valores próximos da água disponível do solo (Arf et al., 2004). No manejo de água foram utilizados cinco coeficientes de cultura (Kc), de acordo com as fases de desenvolvimento, ou seja, 0,30; 0,70; 1,05; 0,75

e 0,25 para as fases $V_0 - V_2$, $V_3 - V_4$, $R_5 - R_7$, R_8 e R_9 , respectivamente (Fernandez et al., 1986). Os demais tratamentos culturais foram os recomendados para a cultura do feijão comum de "inverno" (Vieira et al., 1998).

Foram realizadas as seguintes avaliações no florescimento pleno (floração de 50% das plantas de cada parcela): a) número de nódulos planta⁻¹, nódulos no sistema radicular de cinco plantas na área útil das parcelas de um bloco; b) massa seca da parte aérea de plantas, coletadas 10 plantas ao acaso na área útil da parcela e secas em estufa de circulação forçada de ar a 60 - 70°C, até peso constante; c) teor de N, as folhas das 10 plantas utilizadas para massa seca foram moídas em moinho tipo Wiley e submetidas a digestão sulfúrica (Sarruge & Haag, 1974). Por ocasião da colheita (maturação fisiológica das plantas) foram coletadas 10 plantas ao acaso, na área útil de cada parcela para a determinação do: a) número de grãos planta⁻¹; b) número de grãos vagem⁻¹. Para a produtividade de grãos as plantas da área útil de cada parcela foram arrancadas e deixadas para secagem à pleno sol. Após a secagem, as mesmas foram submetidas à trilhagem mecânica; posteriormente os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de variância, com aplicação do teste F, utilizando o programa Sisvar 5.0 (Ferreira, 2000). Quando o valor de F foi significativo ao nível de 5 % de probabilidade,

aplicou-se o teste de Tukey para comparação entre as médias obtidas para manejos do solo e inoculação de sementes. Os efeitos das doses de N em cobertura foram estudados por meio de análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência das plantas ocorreu em 05 de junho de 2006 e 15 de junho de 2007, de maneira uniforme em todos os tratamentos. O florescimento pleno foi observado aos 43 dias após a emergência nos dois anos de cultivo e a colheita foi realizada em 31 de agosto de 2006 e 16 de agosto de 2007, completando ciclos de 87 (2006) e 92 dias (2007) a partir da emergência das plântulas. Verificou-se, pela análise estatística, que não houve efeito significativo da interação tripla preparo do solo x inoculação de sementes x N em cobertura para os parâmetros estudados.

Os valores médios do número de nódulos por planta, avaliado por ocasião do florescimento, é apresentado na Tabela 1, onde se pode observar que nos dois anos de cultivo, mesmo nos tratamentos não inoculados foram encontrados nódulos nas raízes das plantas, indicando que na área de cultivo existem estirpes nativas capazes de estabelecer associação simbiótica com o feijoeiro comum. Com relação às doses de N, verifica-se que houve redução na nodulação das plantas com o aumento nas doses de N utilizadas em cobertura, fato mais evidente no primeiro ano de cultivo.

TABELA 1. Número de nódulos por planta de feijoeiro comum de inverno cultivado em diferentes sistemas de preparo do solo, inoculação de sementes e adubação em cobertura. Selvíria-MS, 2006 e 2007.

Tratamentos	Nódulos por planta	
	2006	2007
	<i>Preparo do solo</i>	
Plantio Direto	20,9	45,8
Grade Pesada	11,1	20,5
Escarificador	14,9	29,9
	<i>Inoculação de sementes</i>	
Não inoculado	20,9	30,1
Inoculado	10,4	34,1
	<i>N em cobertura (kg ha⁻¹)</i>	
0	39,0	34,9
60	9,8	33,4
120	7,9	30,3
180	5,8	29,8

Como já mencionado, entre as causas do grande número de nódulos em parcelas não inoculadas está a presença de estirpes nativas e o cultivar Pérola se mostrou ter boa facilidade em estabelecer associação com o *Rhizobium*. Tsai et al.

(1993), Fullin et al. (1999) e Vieira et al. (2005) também verificaram presença de população nativa de *Rhizobium* nos solos trabalhados.

TABELA 2: Massa seca de plantas, teor de N nas folhas e população final em feijoeiro comum de inverno cultivado em diferentes preparos do solo, inoculação de sementes e adubação nitrogenada em cobertura. Selvíria-MS, 2006 e 2007.

Tratamentos	Massa seca (g planta ⁻¹)		N nas folhas (g kg ⁻¹)		População final (plantas ha ⁻¹)	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007
<i>Preparo do solo</i>						
Plantio Direto	12,87	8,31 b	39,91	43,97	143.875	199.940
Grade Pesada	15,41	9,62 a	39,28	43,13	132.406	195.196
Escarificador	16,72	8,16 b	37,94	43,59	135.312	184.481
<i>Inoculação de sementes</i>						
Não inoculado	14,87	8,89	39,44	43,67	138.729	191.067
Inoculado	15,12	8,50	38,62	43,46	135.667	195.344
<i>N em cobertura (kg ha⁻¹)</i>						
0	13,12 ¹	7,58 ²	34,37 ³	43,00 ⁴	138.625	191.446
60	15,92	8,87	38,71	42,54	136.417	189.210
120	15,29	9,08	41,71	44,21	138.333	194.938
180	15,67	9,25	41,37	44,50	135.417	197.227
CV(%)	18,41	22,62	8,59	5,71	6,86	12,41

Dentro de cada fator, médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

$$^1 y = 13,3458 + 0,0419x - 0,00017x^2 \quad (R^2 = 0,80)$$

$$^3 y = 34,2750 + 0,0983x - 0,00032x^2 \quad (R^2 = 0,99)$$

$$^2 y = 7,9167 + 0,0087x \quad (R^2 = 0,79)$$

$$^4 y = 42,6375 + 0,0102x \quad (R^2 = 0,72)$$

Em relação à massa seca da parte aérea das plantas de feijão comum (Tabela 2), em 2007 constata-se que houve efeito significativo para manejo do solo. Pelos resultados pode-se observar que o preparo realizado com grade pesada apresentou maior produção de massa seca, quando comparado ao preparo realizado com escarificador e plantio direto. Para a aplicação de N em cobertura, os dados se ajustaram a equação quadrática em 2006 e linear em 2007. Resultados discordantes dos obtidos por Sampaio et al. (1989), que não verificaram diferenças na produção de palhada do feijoeiro comum “das águas” e “da seca” consorciado, com cultivo em plantio direto ou sobre preparo do solo com grade pesada e também de Silva et al. (2004), que não verificaram diferença de massa seca de plantas entre diferentes preparos do solo (plantio direto, grade pesada e escarificador). Verifica-se ainda que não houve efeito significativo para inoculação de sementes, concordando assim com dados obtidos por Vargas et al. (1990), que não observaram influência da inoculação de sementes na massa seca de plantas.

Quanto ao teor de N nas folhas (Tabela 2), houve apenas efeito para doses de N em cobertura, nos dois anos de cultivo, e os dados se ajustaram a equação quadrática em 2006 e linear em 2007, resultados coerentes com os obtidos por Ferreira et al. (2000) e Bassan et al. (2001), que não verificaram efeito da inoculação no teor de N foliar. Vale

ressaltar que em todos os tratamentos, mesmo naqueles onde não foi aplicado N em cobertura, os teores de N obtidos estão dentro da faixa considerada adequada na massa seca de folhas (30 a 50 g kg⁻¹), de acordo com Ambrosano et al. (1996).

Os valores médios referentes à população final de plantas estão apresentados na Tabela 2. Em 2006 houve efeito significativo da interação preparo do solo x doses de N e o desdobramento está apresentado na Tabela 3, onde se pode verificar que para preparo do solo dentro de doses houve diferença significativa apenas na dose zero de N, onde o plantio direto apresentou maior população final em relação aos outros dois sistemas de preparo utilizados. Já para doses dentro de preparo do solo, no plantio direto os dados se ajustaram a equação linear decrescente ($y=150.400 - 72,5x$) com o aumento nas doses de N.

Deve-se salientar que em 2006 a população de plantas foi menor que a recomendada para a cultura do feijoeiro comum, que está entre 170.000 a 230.000 plantas, para cultivares tipo III (Dourado Neto e Fancelli, 2000). O cultivar Pérola, pelas suas características de crescimento, teve capacidade de compensar essa menor população, conseguindo o fechamento das entrelinhas no período de florescimento. Ainda em relação à população final de plantas, em 2007 houve interação significativa entre preparo de solo e inoculação de sementes. O desdobramento da interação referente à população final

está apresentado na Tabela 4. Só houve efeito significativo da inoculação dentro de plantio direto, onde o tratamento inoculado apresentou maior população final de plantas; dentro do preparo realizado com escarificador e grade pesada não houve diferença. Quando se considera o efeito de preparo do solo dentro de inoculação, o plantio direto apresentou maior população final de plantas no tratamento inoculado (Tabela 4), concordando com resultados obtidos por Stone e Moreira (2001), que constataram maior população final de plantas no

sistema plantio direto em comparação a grade pesada. Já Silva et al. (2004) não observaram diferenças entre os sistemas de preparo do solo (plantio direto, grade pesada, arado de aiveca, arado de disco, grade pesada + arado de aiveca e grade pesada + arado de disco) em relação à população final de plantas. A utilização de doses crescentes de N em cobertura não interferiu na população final de plantas, sendo esses resultados semelhantes aos obtidos por Binotti et al. (2007).

TABELA 3 – Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente à população final de plantas de feijoeiro comum cultivado em diferentes preparos do solo, inoculação e doses de N em cobertura, 2006.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Preparo do Solo		
	Plantio Direto	Grade Pesada	Escarificador
0	154.250 ¹ A	130.625 B	131.000 B
60	138.250 A	130.000 A	141.000 A
120	145.750 A	134.500 A	134.750 A
180	137.250 A	134.500 A	134.500 A
DMS	Preparo do solo dentro de doses de N – 11.268,43		

Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹ $y = 150,400 - 72,500x$ ($R^2 = 50,68$)

TABELA 4 – Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente à população final de plantas de feijoeiro comum cultivado em diferentes preparos do solo, inoculação e doses de N em cobertura, 2007.

Preparo do Solo	Inoculação de Sementes	
	Não inoculado	Inoculado
Plantio Direto	190.864 a B	209.016 a A
Grade Pesada	191.803 a A	198.589 ab A
Escarificador	190.535 a A	178.426 b A
DMS	Inoculação dentro de preparos do solo -	16.886,21
	Preparo do solo dentro de inoculação -	20.273,95

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

Os valores médios obtidos para o número de grãos planta⁻¹, número de grãos vagem⁻¹, e produtividade de grãos estão apresentados na Tabela 5. Para o número de grãos planta⁻¹ houve efeito significativo das doses de N em cobertura somente no primeiro ano de cultivo (Tabela 5) e da interação preparo do solo x inoculação de sementes (Tabela 6). Para doses de N em cobertura, os dados se ajustaram a equação linear crescente ($y=87,4291+0,1026x$). O desdobramento daquela interação revelou que apenas houve efeito no tratamento não inoculado, onde o plantio direto apresentou menor número de vagens planta⁻¹. No que se refere ao desdobramento dentro de preparo do solo houve efeito da inoculação quando se usou grade pesada e escarificador, onde os tratamentos não inoculados o número de vagens planta⁻¹ foi maior em relação aos tratamentos inoculados.

Para o número de grãos vagem⁻¹ não houve efeito dos tratamentos utilizados, nos dois anos de cultivo, talvez por se tratar de característica mais relacionada ao cultivar utilizado. Para a produtividade de grãos (Tabela 5), no primeiro ano de cultivo observa-se que as médias de produtividade, em todos os tratamentos, estiveram acima de 3.000 kg ha⁻¹, mesmo com população final de plantas um pouco menor que as recomendadas para cultivares com plantas do tipo III, como é o caso do cultivar utilizado. Não houve diferenças entre os preparos de solo e nem da inoculação de sementes. Houve, entretanto, efeito das doses de N em cobertura entre os tratamentos e os dados se ajustaram a equação linear crescente com incrementos na produtividade de grãos até 3.760 kg ha⁻¹, alcançada com a dose de 180 kg de N ha⁻¹. É interessante ressaltar que o comportamento foi semelhante ao obtido na

Em 2007, para a aplicação de N em cobertura, os dados se ajustaram a uma equação linear (Tabela 5), mostrando aumento crescente da produtividade de grãos em função da aplicação de doses de N utilizadas. Resultados semelhantes foram observados por Urben Filho et al. (1980), que citam aumento da produtividade com o incremento dos níveis de N. Pode ser observado ainda na Tabela 5 que a aplicação de 180 kg de N ha⁻¹ em cobertura proporcionou aumento de 17,7% em 2006 e de 19,4% em 2007 na produtividade de grãos de feijão comum em relação à testemunha sem N em cobertura. É interessante ressaltar também que mesmo sem adubação nitrogenada em cobertura o tratamento testemunha propiciou produtividade de grãos superior a 3.400 kg ha⁻¹. Houve efeito da interação entre preparo do solo e inoculação de sementes

sobre a produtividade de grãos e o desdobramento desta interação é apresentado na Tabela 7. Dentro de preparo do solo houve efeito significativo da inoculação apenas no plantio direto, onde se observa maior produtividade para o tratamento sem inoculação. Já Ferreira et al. (2000) constataram que o cultivo do feijoeiro comum em solos com população nativa eficiente de *Rhizobium* pode, na ausência de N em cobertura, não afetar a produtividade de grãos. Dentro de inoculação houve efeito significativo apenas para o tratamento inoculado, onde o preparo com grade pesada e com escarificador apresentaram produtividades de grãos superiores ao plantio direto, discordando de Zaffaroni et al. (1991), que verificaram que o feijão comum não teve o rendimento afetado por diferentes métodos de preparo do solo.

TABELA 5 - Número médio de grãos planta⁻¹, grãos vagem⁻¹ e produtividade de grãos de feijoeiro comum de inverno cultivado em diferentes preparos do solo, inoculação de sementes e adubação de N em cobertura. Selvíria-MS, 2006 e 2007.

Tratamentos	Grãos planta ⁻¹		Grãos vagem ⁻¹		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007
<i>Preparo do solo</i>						
Plantio Direto	91,44	77,63	5,19	5,72	3.352	3.636
Grade Pesada	100,41	71,47	5,25	5,63	3.496	3.815
Escarificador	98,16	71,72	5,16	5,53	3.450	3.893
<i>Inoculação de sementes</i>						
Não inoculado	97,89	71,17	5,19	5,63	3.419	3.811
Inoculado	95,44	76,04	5,21	5,63	3.480	3.752
<i>N em cobertura (kg ha⁻¹)</i>						
0	83,37 ¹	68,21	5,17	5,63	3.195 ²	3.426 ³
60	100,83	71,21	5,25	5,71	3.367	3.653
120	97,42	79,83	5,17	5,46	3.476	3.955
180	105,04	75,17	5,21	5,71	3.760	4.092
CV(%)	21,39	22,50	11,51	11,65	13,68	18,57

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

$$^1 y = 87,4291 + 0,1026x \quad (R^2 = 71,63) \quad ^2 y = 3179,10 + 3,0027x \quad (R^2 = 96,46)$$

$$^3 y = 3436,50 + 3,8361x \quad (R^2 = 98,19)$$

TABELA 6 – Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente ao número de grãos planta⁻¹ de feijoeiro comum cultivado em diferentes preparos do solo, inoculação e doses de N em cobertura, 2006.

Preparo do solo	Inoculação de Sementes	
	<i>Não inoculado</i>	<i>Inoculado</i>
Plantio Direto	85,06 b A	98,81 a A
Grade Pesada	105,12 a A	95,69 a A
Escarificador	103,50 a A	92,81 a A
DMS	Inoculação dentro de preparo do solo – 14,58 Preparo do solo dentro de inoculação – 17,52	

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

TABELA 7 – Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente à produtividade de grãos de feijoeiro comum (kg ha⁻¹) cultivados em diferentes preparos do solo, inoculação e doses de N em cobertura, 2007.

Preparo do solo	Inoculação de Sementes	
	Não inoculado	Inoculado
Plantio Direto	3.892 a A	3.381 b B
Grade	3.578 a A	4.053 a A
Escarificador	3.965 a A	3.821 ab A
DMS	Inoculação dentro de preparo do solo – 494,71	
	Preparo do solo dentro de inoculação – 593,97	

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

CONCLUSÕES

- 1) O preparo do solo com plantio direto, grade pesada e escarificador, não interfere na produtividade de grãos do feijoeiro comum irrigado;
- 2) O uso de inoculação de sementes com *Rhizobium tropici* não altera a produtividade de grãos da cultura;
- 3) A adubação nitrogenada em cobertura proporciona incremento superior a 17% na dose de 180 kg de N ha⁻¹ em relação ao tratamento testemunha.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio financeiro, possibilitando apoio com recursos humanos, material e bolsas.

REFERÊNCIAS

1. ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, p.277-288, 2000.
2. AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.; CATARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 194-195. (Boletim Técnico 100).
3. ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E. de; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. do. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.131-138, 2004.
4. BOER, C.A.; ASSIS, R.A.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, p.1269-1276, 2007.
5. BASSAN, D.A.Z.; ARF, O.; BUZETTI, S.; CARVALHO, M.A.C.; SANTOS, N.C.B.; SÁ, M.E. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do Feijoeiro de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 76-83, 2001.
6. BINOTTI, F.F. da S.; ARF, O.; ROMANINI JUNIOR, A.; FERNANDES, F.A.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S. Manejo do solo e da adubação nitrogenada na cultura de feijão de inverno e irrigado. *Bragantia*, v.66, n.1, p.121-129, 2007.
7. 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 parcelamentos e fontes de nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 25, p. 617-624, 2001.
8. DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. Ecofisiologia e fenologia. In: **Produção de feijão**. Guaíba: Agropecuária, 2000, p. 23-46.
9. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
10. FERNANDEZ, F. GEPTS, P.; LOPES, M. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol** (*Phaseolus vulgaris* L.) Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1986.34 p.
11. FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: 45. Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, 2000. p. 255-258.
12. FERREIRA, A.N.; ARF, O.; CARVALHO, M.A.C.; ARAÚJO, R.S.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.3, p. 507-512, 2000.
13. FULLIN, E. A.; ZANGRANDE, M.B.; LANI, J.A.; MENDONÇA, L.F.; DESSAUNE FILHO, N. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n 7, p. 1145-1149, 1999.
14. KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. Desempenho de culturas anuais sobre palhada de braquiária. In: KLUTHCOUSKI, J.:

ARF, O. et al. Preparo do solo, inoculação...

15. OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 169-221.
16. 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, 1989, p.465-482.
17. SANTOS, A.B.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F.; MELO, M.L.B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.11, p.1265-1271, 2003.
18. SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56 p. (mimeografado).
19. 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.1265-1271, 2004.
20. SILVA, T.R.B.; LEMOS, L.B.; TAVARES, C.A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.739-745, 2006.
21. STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M.G.; MERCANTE, F.M. Fixação biológica de nitrogênio na cultura do feijoeiro. In: AIDAR, H. (Ed.). **Cultivo do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. (Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção.2002).
22. STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.473-481, 2001.
23. TSAI, S.M.; BONETTI, R.; AGBALA, S.M.; ROSSETTO, R. Minimizing the effect of mineral nitrogen on biological nitrogen fixation in common bean by increasing nutrient levels. **Plant and Soil**, v. 152, p. 131-138, 1993.
24. 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**, v. 27, n.151, p.302-312, 1980.
25. 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.
26. VARGAS, A.A.T.; ATHAYDE, J.T.; SILVEIRA, J.S.M. Inoculação com rizóbios, adubação com macro e micronutrientes, e parcelamento do N-mineral aplicados no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Energia Nuclear e Agricultura**, Piracicaba, v.11, n.1, p. 3-14, 1990.
27. VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa: UFV, 1998, 596p.
28. VIEIRA, R.F.; TSAI, S.M.; TEIXEIRA, M.A. Nodulação e fixação simbiótica de nitrogênio em feijoeiro com estirpes nativas de rizóbio, em solo tratado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n. 10, p. 1047-1050, 2005.
29. VOSS, M. Fixação biológica de nitrogênio. In: O feijão no Paraná. Londrina, 1989. p. 101-114. (IAPAR. Circular, 63).
30. ZAFFARONI, E.; BARROS, H.H. de A.; NÓBREGA, J.A.M.; LACERDA, J.T. de; SOUZA JÚNIOR, V.E. de. Efeito de métodos de preparo de solo na produtividade e outras características de milho e feijão no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.1, p. 99-104, 1991.

Recebido em 05/05/2010
Aceito em 05/12/2011