



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbcs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

Soratto, Rogério Peres; Camillo de Carvalho, Marco Antonio; Arf, Orivaldo
Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto
Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 30, núm. 2, 2006, pp. 259-265
Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214051007>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

SEÇÃO IV - FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

NITROGÊNIO EM COBERTURA NO FEIJOEIRO CULTIVADO EM PLANTIO DIRETO⁽¹⁾

Rogério Peres Soratto⁽²⁾, Marco Antonio Camillo de
Carvalho⁽³⁾ & Orivaldo Arf⁽⁴⁾

RESUMO

O cultivo do feijoeiro em sistema plantio direto apresenta diferenças na dinâmica de nutrientes, principalmente do N, requerendo mais informações para o seu manejo adequado. O trabalho foi realizado em um Latossolo Vermelho distrófico, em Selvíria (MS), e teve como objetivo avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de N sobre a produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 5, constituído pela combinação de três épocas de aplicação (15, 30 e 15 + 30 dias após a emergência) e cinco doses (0, 35, 70, 105 e 140 kg ha⁻¹ de N) do fertilizante nitrogenado (uréia) em cobertura, com quatro repetições. A aplicação de N em cobertura, aos 15 e, ou, 30 dias após a emergência, proporcionou acréscimos nos componentes da produção, até à dose de 140 kg ha⁻¹ (maior dose), acarretando aumento da produtividade do feijoeiro irrigado em sistema plantio direto.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris* L., época de aplicação, doses, uréia, produtividade.

SUMMARY: *SIDEDRESSING NITROGEN ON COMMON BEAN GROWN UNDER NO-TILLAGE SYSTEM*

Nutrient dynamics of common bean grown under no-tillage system presents some particularities, requiring additional information for its adequate management. The present

⁽¹⁾ Recebido para publicação em março de 2004 e aprovado em março de 2006.

⁽²⁾ Professor Adjunto da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS. Unidade Universitária de Cassilândia, Rod. MS 306, km 06, CEP 79540-000 Cassilândia (MS). E-mail: soratto@uems.br

⁽³⁾ Professor Doutor da Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT. Rod. MT 208, Km 147, Caixa Postal 324, CEP 78580-000 Alta Floresta (MT). E-mail: marcocarva@bol.com.br

⁽⁴⁾ Professor Titular do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia – FEIS/UNESP. Caixa Postal 31, CEP 15385-000 Ilha Solteira (SP). Bolsista CNPq. E-mail: arf@agr.feis.unesp.br

*study was carried out on a typic Haplustox, in Selvíria County, MS, Brazil, with the objective of evaluating the effect of different levels and periods of nitrogen application on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield. A randomized complete block design in a 3 x 5 factorial scheme, with four replications was used. Treatments consisted of sidedressing urea at five doses (0, 35, 70, 105, and 140 kg ha⁻¹ of N) at three different periods (15, 30, and 15 + 30 days after plant emergence). The sidedressing nitrogen application up to the highest dose (140 kg ha⁻¹) at 15 and/or 30 days after plant emergence led to an increase in the number of pods per plant, grains per pod, 100 grain weight and grain yield of irrigated common bean in no-tillage system.*

Index terms: *Phaseolus vulgaris* L., application period, doses, urea, yield.

INTRODUÇÃO

A manutenção de resíduos culturais na superfície do solo no plantio direto proporciona aumento da retenção de água e maior proteção do solo contra o impacto direto das chuvas (Igue, 1984). A pouca movimentação do solo e a grande quantidade de resíduos deixados em sua superfície, nesse sistema, diminuem significativamente as perdas de solo por erosão, tendo, como consequência, a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas no solo que irão repercutir na sua fertilidade e na produtividade das culturas (Moody et al., 1961; Wutke et al., 1993).

No cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), vem crescendo a adoção do sistema plantio direto. Entretanto, nesse sistema, a taxa de mineralização da matéria orgânica é mais lenta, quando comparada à do sistema onde é feita a incorporação dos resíduos, pelo fato de os resíduos vegetais permanecerem na superfície do solo (Merten & Fernandes, 1998; Gonçalves & Ceretta, 1999), o que tem acarretado menor disponibilidade de N às plantas, desde a fase de instalação até a estabilização do sistema (Soratto et al., 2001; Silva et al., 2002; Soratto et al., 2004). Além disso, a dose de N na adubação do feijoeiro pode estar condicionada ao tipo de resíduo vegetal (gramínea ou leguminosa) na superfície do solo, já que palhada com elevada relação C/N, característica da maioria das gramíneas, proporciona maior imobilização de N para sua decomposição (Ceretta et al., 2002). Tem sido constatada a deficiência de N nesse sistema de cultivo (Balbino et al., 1996), fazendo-se necessária a antecipação da adubação e a utilização de maiores doses, considerando a insuficiente quantidade de nutriente que o solo fornece para o feijoeiro (Soratto et al., 2001, 2004), principalmente quando cultivado em sucessão a gramíneas.

O feijoeiro é considerado uma planta exigente em nutrientes em decorrência do sistema radicular superficial e ciclo curto (Rosolem & Marubayashi, 1994), devendo os nutrientes ser colocados à disposição da planta, em tempo e locais adequados. A adubação nitrogenada deve ser realizada de modo a propiciar uma boa nutrição da planta em época

que ainda favoreça o aumento do número de vagens por planta, isto é, até o início do florescimento, já que a nutrição mineral afeta diretamente a fixação de flores de vagens (Portes, 1996). Miyasaka et al. (1963) recomendam aplicação do N em cobertura até 20 dias após a emergência das plântulas (DAE). Outros trabalhos indicam que o aproveitamento do adubo é maior quando a cobertura é realizada até 36 DAE (Rosolem, 1987). Soratto et al. (2001) verificaram que em feijoeiro cultivado em sistema plantio direto, após a cultura do milho, a aplicação do N em cobertura aos 15 DAE proporcionou maior massa de matéria seca das plantas no florescimento e maior produtividade de grãos, quando comparado com a aplicação realizada aos 35 DAE.

Por ser um nutriente que apresenta grande dinâmica no sistema solo-planta, o manejo adequado do N é tido como um dos mais difíceis (Santos et al., 2003), sendo essencial, para a obtenção de altas produtividades que este nutriente seja colocado à disposição da planta em tempo e locais adequados (Carvalho et al., 2001). A aplicação de N mineral nos solos tropicais pode resultar, às vezes, em baixa frequência de resposta pela cultura do feijão (Vieira, 1998; Piaskowski et al., 2001). Conforme Rosolem (1987), têm sido obtidas respostas do feijoeiro ao N aplicado, de maneira generalizada no Brasil, embora a frequência e a amplitude de resposta variem de região para região, e ainda dentro da mesma região de acordo com o clima, condições fitossanitárias e manejo da cultura. Dessa forma, técnicas de manejo que possibilitem a maximização de absorção de N pelo feijoeiro são de extrema importância, em razão do alto custo dos fertilizantes nitrogenados e das perdas de N por lixiviação, que podem representar riscos ao ambiente pela contaminação de mananciais de água (Santos et al., 2003).

A maioria das informações da literatura faz referência à aplicação de N em feijoeiro cultivado com preparo convencional do solo, sendo escassas as pesquisas a respeito do sistema plantio direto. O trabalho objetivou verificar a resposta da cultura do feijão a diferentes doses e épocas de aplicação do fertilizante nitrogenado em cobertura, em sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no período de outono-inverno, dos anos de 1999 e 2000, na área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia - UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), apresentando coordenadas geográficas de 51° 22' de longitude Oeste e 20° 22' de latitude Sul e altitude de 335 m. A precipitação média anual de 1.370 mm encontra-se distribuída principalmente no período de outubro a janeiro e com déficit hídrico entre fevereiro e outubro. A temperatura média anual é de 23,5 °C e a umidade relativa do ar situa-se entre 70 e 80 % (média anual).

As características químicas do Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (Embrapa, 1999), foram determinadas antes da instalação dos experimentos, segundo método proposto por Raij & Quaggio (1983) (Quadro 1).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por três épocas de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura (todo aplicado 15 dias após a emergência das plântulas (DAE), todo aplicado 30 DAE, e dividida metade aos 15, metade aos 30 DAE) e cinco doses de N (0; 35; 70; 105 e 140 kg ha⁻¹ de N) aplicados em cobertura, tendo como fonte a uréia. As doses de N foram 0,0, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 vezes o preconizado para o Estado de São Paulo por Ambrosano et al. (1997), considerando o solo como sendo de alta resposta à adubação nitrogenada e expectativa de produtividade de grãos entre 2,5-3,5 t ha⁻¹.

A adubação básica de semeadura constou da aplicação, em todos os tratamentos, no primeiro ano, de 230 kg ha⁻¹ da fórmula-NPK 08-28-16 e, no segundo ano, de 240 kg ha⁻¹ de fórmula-NPK 04-30-10. As semeaduras foram realizadas mecanicamente, em 25/05/99 e 27/06/2000, utilizando o cultivar IAC Carioca em sistema de semeadura direta, em solo recoberto com palhada de milho. Utilizou-se espaçamento entrelinhas de 0,45 m e 12 sementes viáveis por metro de sulco. As parcelas foram constituídas por seis linhas de 5 m, sendo

consideradas, como área útil, as quatro linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em ambas as extremidades.

Nas adubações de cobertura, o adubo foi distribuído sobre a superfície do solo ao lado e aproximadamente 10 cm das fileiras de plantas. As irrigações foram realizadas por meio de um sistema de irrigação convencional por aspersão com precipitação média de 3,3 mm h⁻¹. Após as aplicações de N, foram feitas irrigações em todo o experimento, aplicando-se uma lâmina d'água de 5 mm, visando minimizar perdas por volatilização.

O controle das plantas daninhas que surgiram na área foi efetuado por meio de duas aplicações sequenciais do herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen (100 + 125 g ha⁻¹ do i.a.). Durante o desenvolvimento da cultura, foram realizados os demais tratamentos culturais e fitossanitários, recomendados para a cultura do feijão.

Foram feitas as seguintes avaliações: (a) matéria seca da parte aérea das plantas: por ocasião do florescimento pleno, coletando-se 10 plantas de cada parcela, que foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 60–70 °C, até atingir massa constante; (b) teor de N total nas folhas: foram coletadas todas as folhas de cinco plantas de cada parcela no florescimento pleno e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 60–70 °C, por 72 h, e, em seguida, moídas e submetidas à análise, conforme método descrito em Malavolta et al. (1997); (c) componentes da produção: por ocasião da colheita dos grãos em 10 plantas por parcela, determinaram-se o número de vagens/planta, o número de grãos/vagem e a massa de 100 grãos; (d) produtividade de grãos: em duas fileiras da área útil, de cada parcela, as plantas foram arrancadas e deixadas para secar em pleno sol e, em seguida, submetidas à trilha manual. A umidade dos grãos foi corrigida para 0,13 kg kg⁻¹.

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias das épocas de aplicação foram comparadas pelo teste t a 5 %, enquanto os efeitos das doses de N foram avaliados pela análise de regressão, adotando-se, como critério para escolha do modelo, a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5 % pelo teste t. As

Quadro 1. Características químicas de um Latossolo Vermelho de Selvíria (MS), na profundidade de 0-0,20 m

Ano	pH (CaCl ₂)	M.O. ⁽¹⁾	P (resina)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H + Al	V
		mg dm ⁻³			mmol. dm ⁻³			%
1999	5,3	25,0	18,0	2,2	32,0	15,0	28,0	64
2000	4,6	31,0	15,0	1,9	19,0	14,0	38,0	48

⁽¹⁾ M.O. = Matéria orgânica.

características agronômicas do feijoeiro foram submetidas à análise de correlação simples, visando determinar o grau de associação entre elas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante os resultados obtidos (Quadro 2), verifica-se que não houve efeito da época de aplicação do N em cobertura sobre a produção de matéria seca do feijoeiro cultivado em plantio direto nos dois anos de cultivo. As doses de N proporcionaram aumento linear na produção de matéria seca, apenas no segundo ano de cultivo, independentemente da época de aplicação (Figura 1). Soratto et al. (2001) também verificaram efeito linear da aplicação de N em cobertura na produção de matéria seca do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho em plantio direto. No entanto, os mesmos autores verificaram que a aplicação de todo o N aos 15 DAE proporcionou maior acúmulo de matéria seca nas plantas, quando comparada com a aplicação aos 25 e 35 DAE, provavelmente em razão da maior demanda de N pela cultura provocada pela menor taxa de mineralização da matéria orgânica.

A época de aplicação não influenciou o teor de N nas folhas. Contudo, houve efeito quadrático das doses de N aplicadas, no ano de 1999. À medida que aumentou a quantidade de N aplicada ao solo, em cobertura, houve incremento no teor de N nas folhas, sendo o teor máximo alcançado com a aplicação da dose de 105 kg ha⁻¹ de N (Figura 1). Verificou-se, ainda, que apenas as plantas do tratamento que não recebeu N em cobertura apresentaram teores de N abaixo do limite considerado adequado por Ambrosano et al. (1997) e Malavolta et al. (1997), que é de 30–50 g kg⁻¹. Resultados semelhantes foram

verificados por Bassan et al. (2001), trabalhando em condições semelhantes de clima e solo, porém em sistema de preparo convencional do solo. No segundo ano de cultivo, o acréscimo na matéria seca, proporcionado pelo aumento das doses de N em cobertura, pode ter provocado um efeito de diluição, o que promoveu teores foliares de N semelhantes aos obtidos nas plantas sem aplicação de N em cobertura (Figura 1). Todavia, em todos os tratamentos, os teores de N nas folhas encontravam-se dentro da faixa considerada adequada para a cultura (Ambrosano et al., 1997; Malavolta et al., 1997), corroborando os resultados obtidos por Soratto et al. (2001).

De acordo com as recomendações, a adubação nitrogenada deve ser feita antes do florescimento, com vistas em aumentar o número de vagens por planta, já que esse é o componente da produção mais influenciado pela adubação (Rosolem, 1996; Ambrosano et al., 1997). No entanto, no presente trabalho, não foi verificado efeito da época de aplicação sobre esse componente (Quadro 2). Entretanto, houve correlação positiva e significativa do teor de N nas folhas e no número de vagens por planta (Quadro 3), indicando que o número de estruturas reprodutivas está diretamente relacionado com a condição nutricional de N da planta (Portes, 1996), podendo refletir na produtividade da cultura.

Quanto ao número de vagens por planta, as doses de N proporcionaram efeito linear nos dois anos de cultivo, com incrementos mais expressivos no ano de 1999 (Figura 1). Os resultados indicam que, independentemente da dose, mesmo quando realizada aos 30 DAE, a adubação proporcionou bom aproveitamento do N pelas plantas, já que o florescimento da cultura ocorreu aos 47 e 49 DAE, em 1999 e 2000, respectivamente. A deficiência de N reduz o número de flores do feijoeiro e,

Quadro 2. Matéria seca da parte aérea, teor de N nas folhas, número de vagens por planta e de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de feijoeiro cultivar IAC Carioca no sistema plantio direto, considerando a época de aplicação de nitrogênio em cobertura (como média das doses)⁽¹⁾

Época de aplicação	Matéria seca da parte aérea ⁽²⁾		Teor de N nas folhas ⁽²⁾		Número de vagens/planta		Número de grãos/vagem		Massa de 100 grãos		Produtividade de grãos	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
	— g planta ⁻¹ —		— g kg ⁻¹ —						— g —		— kg ha ⁻¹ —	
15 DAE	5,65	8,23	36,00	31,67	7,17	6,90	5,02	4,55	21,37	20,31 a	1.740	1.407 a
30 DAE	5,62	7,78	37,87	33,43	7,11	7,14	4,85	4,28	21,15	19,64 b	1.788	1.279 b
½ 15 + ½ 30 DAE	6,94	8,31	37,14	32,14	7,51	6,79	5,07	4,54	21,11	20,08 a	1.869	1.396 a
DMS (5 %)	1,40	0,93	3,18	1,96	1,17	1,02	0,44	0,34	1,53	0,41	129	103
CV(%)	36,1	18,0	13,0	9,6	25,3	22,9	13,75	11,8	11,34	3,2	11,2	11,9

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste t a 5 %. ⁽²⁾ Medidas feitas no florescimento. As demais foram realizadas na colheita.

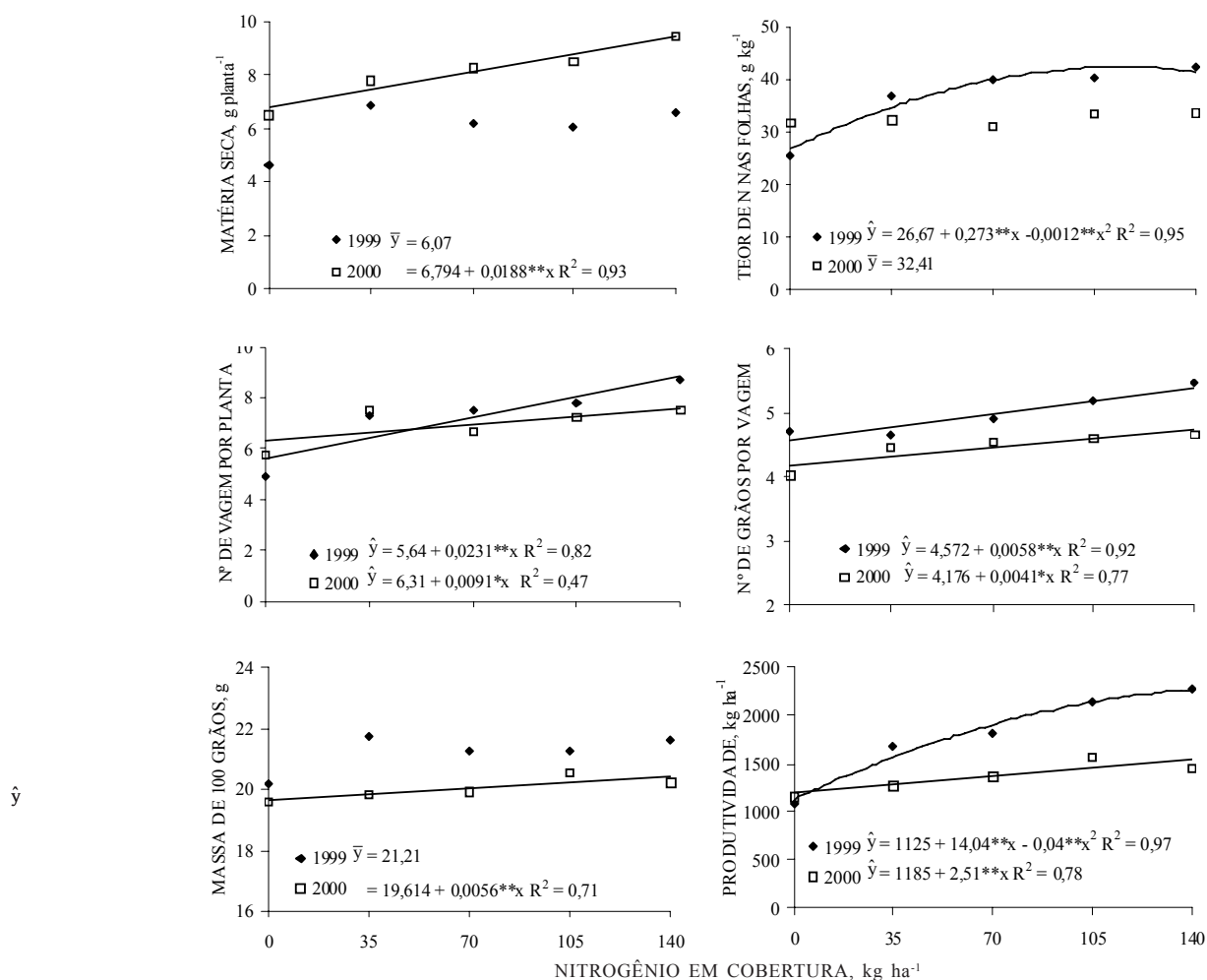


Figura 1. Matéria seca da parte aérea, teor de N nas folhas, número de vagens por planta e de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de feijoeiro cultivar IAC Carioca no sistema plantio direto, considerando as doses de nitrogênio em cobertura (como média das épocas de aplicação). * e ** são significativos a 5 e 1 %, respectivamente, pelo teste t.

conseqüentemente, o número de vagens (Portes et al., 1996). Soratto et al. (2001) e Silva (2002) também constataram aumento no número de vagens por planta do feijoeiro cultivado em sistema plantio direto sobre palhada de milho, considerando a aplicação de N em cobertura, independentemente da época de aplicação, até os 35 DAE.

O número médio de grãos por vagem sofreu efeito das doses de N em cobertura, independentemente da época de aplicação, nos dois anos de cultivo, com acréscimos lineares dessa característica com o aumento na dose aplicada (Figura 1). Embora o número de sementes por vagem seja uma característica varietal pouco influenciada pelo ambiente (Andrade et al., 1998). Santos et al. (2003) e Arf et al. (2004) também observaram que o número

de sementes por vagem foi influenciado pelas doses de N aplicadas em cobertura, indicando que uma melhor nutrição em N pode aumentar o número de óvulos fertilizados por vagem, com os dados se ajustando a equações lineares crescentes.

Quanto à massa de 100 grãos, esta foi influenciada apenas no segundo ano de cultivo, tanto pela época quanto pela dose de N aplicada em cobertura. A aplicação de todo o N aos 30 DAE proporcionou a obtenção de grãos mais leves (Quadro 2). As doses de N em cobertura influenciaram, de forma linear, a massa dos grãos, proporcionando incrementos à medida que se aumentou a dose de N aplicada ao solo (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Diniz et al. (1995), Bassan et al. (2001) e Chidi et al. (2002), em sistema de preparo convenci-

Quadro 3. Coeficientes de correlação simples entre características agronômicas e teor de N nas folhas do feijoeiro cultivar IAC Carioca no sistema plantio direto

	Teor de N nas folhas	Número de vagens/planta	Número de grãos/vagem	Massa de 100 grãos	Produtividade
1999					
Matéria seca	0,17 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,33 ^{**}	0,26 [*]
Teor de N nas folhas	-	0,42 [*]	0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,53 ^{**}
N ^o de vagens/planta		-	0,01 ^{ns}	0,29 [*]	0,61 ^{**}
N ^o de grãos/vagem			-	0,01 ^{ns}	0,32 [*]
Massa de 100 grãos				-	0,29 [*]
2000					
Matéria seca	-0,01 ^{ns}	0,37 ^{**}	0,50 ^{**}	0,48 ^{**}	0,54 ^{**}
Teor de N nas folhas	-	0,32 [*]	-0,5 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,03 ^{ns}
N ^o de vagens/planta		-	0,38 ^{**}	0,41 ^{**}	0,35 ^{**}
N ^o de grãos/vagem			-	0,35 ^{**}	0,46 ^{**}
Massa de 100 grãos				-	0,63 ^{**}

*, ** e ns: são, respectivamente, significativos a 5 e 1 % e não-significativo pelo teste t.

onal do solo, e por Soratto et al. (2001), em sistema plantio direto.

A aplicação de todo o N aos 30 DAE proporcionou menor produtividade de grãos, em comparação com as demais épocas, no segundo ano de cultivo (Quadro 2). A redução na massa de 100 grãos, proporcionada por esse tratamento, contribuiu para a obtenção de menor produtividade, já que existiu correlação significativa entre essas variáveis (Quadro 3). Carvalho et al. (2001) ressaltaram a importância de associar a massa de 100 sementes à produtividade de grãos da cultura do feijão. No entanto, o aumento de produtividade obtido com a aplicação de N aos 15 DAE, apesar de significativo, foi de apenas 9,6 %, ou seja, 122,5 kg ha⁻¹. Além disso, é interessante notar que, no segundo ano de cultivo, a produtividade média de todos os tratamentos foi menor que no ano anterior, o que pode ser explicado pelos menores teores de nutrientes no solo por ocasião da segunda safra (Quadro 1).

As doses de N aplicadas ao solo proporcionaram acréscimos na produtividade de grãos nos dois anos de cultivo (Figura 1). Em 1999, o efeito foi quadrático, com a produtividade máxima alcançada com a dose estimada superior a 140 kg ha⁻¹. No segundo ano de cultivo, houve efeito linear, com incrementos na produtividade decorrentes do aumento da dose de N. Em semeadura convencional, Soratto et al. (2000) e Bassan et al. (2001), ambos em estudo com o mesmo tipo de solo e a semeadura sendo realizada após a incorporação de restos culturais de milho, e Soratto et al. (2001) e Silva (2002), em sistema plantio direto, obtiveram resposta linear da produtividade até à dose máxima testada,

as quais foram de 50, 90, 100 e 150 kg ha⁻¹, respectivamente. A elevada dose de N exigida (acima de 140 kg ha⁻¹) está intimamente relacionada com a decomposição dos restos da cultura do milho, com alta relação C/N, competindo, portanto, com o feijão, principalmente nos estádios iniciais do desenvolvimento. Os resultados indicam a possibilidade de obtenção de maiores produtividades do feijoeiro em plantio direto com a aplicação de quantidades de N maiores do que as utilizadas no presente trabalho e reforçam a idéia da maior necessidade de N, para a cultura do feijoeiro cultivado em sistema plantio direto após gramíneas.

A produtividade de grãos correlacionou-se significativamente também com a matéria seca da parte aérea, com o número de vagens por planta e com o número de grãos por vagem, nos dois anos de cultivo (Quadro 3), o que demonstra que plantas mais robustas, com mais ramificações e que produzem maior número de estruturas reprodutivas, acarretam maiores produtividades de grãos, como também foi verificado por Carvalho et al. (2001) e Crusciol et al. (2001).

CONCLUSÃO

A aplicação de N em cobertura, aos 15 e, ou, 30 dias da emergência, proporcionou acréscimos nos componentes da produção, até à dose de 140 kg ha⁻¹ (maior dose), levando ao aumento da produtividade do feijoeiro irrigado em sistema plantio direto.

LITERATURA CITADA

- AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. & CANTARELA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., eds. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, Instituto Agronômico e Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim técnico, 100)
- ANDRADE, M.J.B.; DINIZ, A.R.; CARVALHO, J.G. & LIMA, S.F. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. Ci. Agrotec., 22:499-508, 1998.
- ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. & NASCIMENTO, V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. Pesq. Agropec. Bras., 39:131-138, 2004.
- BALBINO, L.C.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, J.G.; OLIVEIRA, E.F. & OLIVEIRA, I.P. Plantio direto. 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.301-52.
- BASSAN, D.A.Z.; ARF, O.; BUZZETTI, S.; CARVALHO, M.A.C.; SANTOS, N.C.B. & SÁ, M.E. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: Produção e qualidade fisiológica de sementes. R. Bras. Sementes, 23:76-83, 2001.
- CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZZETTI, 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. R. Bras. Ci. Solo, 25:617-624, 2001.
- CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLETO, N. & SILVEIRA, M.J. Produção e decomposição de fitomassa de plantas inverniais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. Ci. Rural, 32:49-54, 2002.
- CHIDI, S.N.; SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; ARF, O.; SÁ, M.E. & BUZZETTI, S. Nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro irrigado. Acta Sci., 24:1391-1395, 2002.
- CRUSCIOL, C.A.C.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; FURLANI JÚNIOR, E. & LEMOS, L.B. Adubação nitrogenada de semeadura e de cobertura sobre a produtividade do feijoeiro. Cult. Agron., 10:119-133, 2001.
- DINIZ, A.R.; ANDRADE, M.J.B.; BUENO, L.C.S. & CARVALHO, J.G. Resposta da cultura do feijão à aplicação de nitrogênio (semeadura e cobertura) e de molibdênio foliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. Resumos Expandidos. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. v.3, p.1225-1227.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- GONÇALVES, C.N. & CERETTA, CA. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 23:307-313, 1999.
- IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: ADUBAÇÃO verde no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, 1984. p.232-267.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba, POTAFÓS, 1997. 319p.
- MERTEN, G.H. & FERNANDES, F.F. Manejo do solo de baixa aptidão. In: DAROLT, M.R., org. Plantio direto: Pequena propriedade sustentável. Londrina, IAPAR, 1998. p.43-64.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S. & MASCARENHAS, H.A.A. Modo e época de aplicação de nitrogênio na cultura do feijoeiro. Bragantia, 22:511-519, 1963.
- MOODY, J.E.; SHER, G.M. & JONES JUNIOR, J.N. Growing corn without tillage. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 6:516-517, 1961.
- PIASKOWSKI, S.R.; RONZELLI JÚNIOR, P.; DAROS, E. & KOEHLER, H.S. Adubação nitrogenada em cobertura para o feijoeiro em plantio direto na palha. Sci. Agric., 2:67-72, 2001.
- PORTES, T.A. Ecofisiologia. 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.101-137.
- RAIJ, B. van & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1983. 85p. (Boletim Técnico, 81)
- ROSOLEM, C.A. & MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro. Inf. Agron., 68:1-16, 1994. (Encarte)
- ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. 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.353-390.
- ROSOLEM, C.A. Nutrição e adubação do feijoeiro. Piracicaba, POTAFÓS, 1987. 93p.
- SANTOS, A.B.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F.; MELO, M.L.B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. Pesq. Agropec. Bras., 38:1265-1271, 2003.
- SILVA, T.R.B. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em sistema plantio direto. Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2002. 56p. (Tese de Mestrado)
- SORATTO, R.P.; CARVALHO, M.A.C. & ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. Pesq. Agropec. Bras., 39, 895-901, 2004.
- SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; ARF, O. & CARVALHO, M.A.C. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. Cult. Agron., 10:89-99, 2001.
- SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; CHIDI, S.N.; ARF, O. & BUZZETTI, S. Feijoeiro irrigado e a aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. Cult. Agron., 9:115-132, 2000.
- VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J. & BORÉM, A., eds. Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.123-152.
- WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A. & MASCARENHAS, H.A.A. I Curso de adubação verde no Instituto Agronômico, Campinas. Instituto Agronômico de Campinas, 1993. p.89.