

Parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro em sistema de plantio direto

Rogério Peres SORATTO¹; Carlos Alexandre Costa CRUSCIOL²;
Laerte Marques da SILVA³; Leandro Borges LEMOS³

¹ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, Rodovia MS 306, km 6,4, Cep 79540-000, Cassilândia-MS. E-mail: soratto@uems.br

² Bolsista do CNPq. Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), Unesp. Fazenda Experimental Lageado, Caixa Postal 237, Cep 18603-970, Botucatu-SP.

³ Departamento de Produção Vegetal, Unesp, Campus de Jaboticabal.

Resumo

O parcelamento da adubação nitrogenada pode contribuir para a maximização da eficiência de uso do nitrogênio pelo feijoeiro, aumentar a produtividade e a qualidade de grãos, reduzir os custos de produção e evitar a contaminação ambiental. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do parcelamento da aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em sistema de plantio direto. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha (sem aplicação de N em cobertura) e cinco formas de parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura (90-0; 60-30; 45-45; 30-60 e 0-90 kg ha⁻¹ aplicados, respectivamente, no estágio V₄ e no estágio R₅ do ciclo cultural). A produtividade de grãos do feijoeiro cultivado em sistema de plantio direto é aumentada pela adubação nitrogenada de cobertura, independentemente da forma de parcelamento da aplicação, entre os estádios V₄ e R₅. A eficiência de utilização do N pelo feijoeiro não é influenciada pelo parcelamento da adubação de cobertura.

Palavras-chave adicionais: *Phaseolus vulgaris*; nitrogênio; eficiência de utilização; produtividade de grãos.

Abstract

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, L. M. DA; LEMOS, L. B. Side dressing nitrogen split-application effects on common bean in a no-tillage cropping system. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n.2, p. 223-228, 2006.

Nitrogen split-application may contribute for the maximization of efficiency of nitrogen use by common bean, to increase grain yield and quality, decrease production cost, and to avoid environmental contamination. The objective of this work was to evaluate the influence of side dressing nitrogen split-application on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), in a no-tillage system. A randomized complete block design, with four replications, was used. The treatments were constituted by a control (without N application) and five forms of side dressing nitrogen split-application (90-0, 60-30, 45-45, 30-60, and 0-90 kg ha⁻¹, applied respectively at V₄ and R₅ stages). Common bean grain yield and growth in a no-tillage system, are increased by side dressed nitrogen fertilization, independently of the split-application form, at V₄ and R₅ stages. Split-application, at V₄ and R₅ stages, has no significant influence on nitrogen use efficiency by common bean, in a no-tillage system.

Additional keywords: *Phaseolus vulgaris*; nitrogen; use efficiency; grain yield.

Introdução

O nitrogênio é o nutriente absorvido em quantidades mais elevadas pelo feijoeiro, é constituinte da clorofila, aminoácidos, proteínas e enzimas, e afeta o processo de fotossíntese e, conseqüentemente, o crescimento e o desenvolvimento da planta (MALAVOLTA et al., 1997). Esse nutriente tem maior importância nas fases de florescimento e enchimentos de grãos, pois, como há vagens e grãos crescendo quase ao mesmo tempo, a demanda por N nessas fases é elevada (OLIVEIRA et al., 1996). O fornecimento

de N deve ser realizado de modo a propiciar nutrição adequada da planta na época em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, isto é, antes do florescimento (ROSOLEM, 1996). Plantas mais robustas, com mais ramificações e que produzem maior número de estruturas reprodutivas, resultam em maiores produtividades de grãos, como foi verificado por CARVALHO et al. (2001) e SORATTO et al. (2004). Além disso, o N é um nutriente que se perde facilmente por lixiviação, volatilização e desnitrificação no sistema solo-planta, podendo ocasionar contaminação ambiental. Assim, sendo o feijoeiro uma planta exigente

e de ciclo curto (ROSOLEM & MARUBAYASHI, 1994), para a obtenção da máxima eficiência dos fertilizantes e altas produtividades, com redução no custo de produção, é necessário que o nitrogênio seja colocado à disposição da planta em tempo e quantidades adequados (CARVALHO et al., 2001).

No sistema convencional de preparo de solo, MIYASAKA et al. (1963) constataram que o fornecimento de N em cobertura para o feijoeiro deve ser realizado até 20 dias após a emergência das plântulas (DAE). Em outro trabalho, foi verificado que o aproveitamento do adubo pelo feijoeiro é maior quando a cobertura é realizada, no máximo, até 36 DAE (ROSOLEM, 1987). Para AMBROSANO et al. (1996), a aplicação de nitrogênio deve ser feita dos 15 aos 45 DAE, além de ser parcelada quando da utilização de doses elevadas.

O cultivo do feijoeiro em plantio direto tem aumentado no Brasil, devido aos inúmeros benefícios que esse sistema proporciona às características físicas, químicas e biológicas do solo. O fato de os restos culturais permanecerem na superfície do solo, altera o processo de decomposição e mineralização do material vegetal, podendo ocorrer aumento na imobilização de N, principalmente quando os resíduos apresentam alta relação C/N, como é o caso da aveia-preta (AITA et al., 2001; AMADO et al., 2000). Isso pode proporcionar redução da absorção de N e na produtividade de grãos da cultura semeada em seguida (AITA et al., 2001). Dessa forma, a necessidade do fornecimento de nitrogênio para o feijoeiro, em sistema de plantio direto, pode estar condicionada ao tipo de resíduo vegetal (gramínea ou leguminosa) presente na superfície do solo.

Diversos estudos indicam que, em sistema de plantio direto, o feijoeiro pode exigir maiores doses de N em cobertura e que, nesse sistema, a eficiência de uso do nutriente é maior (SORATTO et al., 2001; CARVALHO et al., 2003; SORATTO et al., 2004). SORATTO et al. (2001) verificaram em feijoeiro cultivado em sistema de plantio direto, após a cultura do milho, que a aplicação do nitrogênio em cobertura aos 15 DAE proporcionou maior massa de matéria seca de plantas no florescimento e maior produtividade de grãos, quando comparado com a aplicação aos 35 DAE. Contudo, são escassos os trabalhos que demonstram a viabilidade do parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura, de modo a proporcionar aumento na eficiência de uso do fertilizante e na produtividade de grãos do feijoeiro, em sistema de plantio direto.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes formas de parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro, em sistema de plantio direto.

Material e métodos

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Município de Botucatu SP (48° 23' W e 22° 58' S; 765 m de altitude). O solo do local é um Nitossolo Vermelho estruturado (EMBRAPA, 1999). O clima, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, que se caracteriza como tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. Durante a condução do experimento, ocorreram 596 mm de chuvas, bem distribuídas durante o período de cultivo.

Antes da instalação do experimento, foi coletada amostra composta de 10 subamostras, na camada de 0-0,20 m, para a determinação das características químicas do solo, realizadas de acordo com RAIJ & QUAGGIO (1983), cujos resultados foram: matéria orgânica, 26,0 g dm⁻³; pH (CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹), 4,4; P (resina), 14,9 mg dm⁻³; K, Ca e Mg, 1,6, 41,3 e 20,6 mmol_c dm⁻³, respectivamente, e saturação por bases, 56 %.

A área onde se instalou experimento foi cultivada por três anos agrícolas no sistema de plantio direto, com a sucessão milho/milho, milho/arroz e aveia-preta/arroz/aveia-preta, o que a caracterizava como de alta resposta à aplicação de N para o feijoeiro (AMBROSANO et al., 1996).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha (sem aplicação de N em cobertura) e cinco formas de parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura (90-0; 60-30; 45-45; 30-60; 0-90 kg ha⁻¹ aplicados, respectivamente, no estágio V₄ (FERNANDEZ et al., 1986), aos 22 DAE e no estágio R₅, aos 35 DAE), utilizando como fonte a uréia. A dose total de N aplicada em cobertura (90 kg ha⁻¹) foi calculada de acordo com a recomendação de AMBROSANO et al. (1996), para área de alta resposta e produtividade esperada de 3.500-4.500 kg ha⁻¹. Cada parcela foi constituída por cinco linhas de 6 m de comprimento. A área útil foi constituída pelas três linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

No momento da instalação do experimento, a área encontrava-se coberta com restos culturais de aveia-preta. A dessecação da cobertura vegetal do solo foi realizada mediante a aplicação de 1,6 kg ha⁻¹ do i.a. de glifosate. A semeadura foi realizada mecanicamente, em 07-01-2004, utilizando a cultivar Pérola, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e 15 sementes por metro de sulco. Por ocasião da semeadura, aplicaram-se, em todos tratamentos, 230 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 de NPK. A emergência das plântulas ocorreu em 12-01-2004. O florescimento pleno da cultura ocorreu

41 DAE e o ciclo teve a duração de 86 dias em todos os tratamentos.

Nas adubações de cobertura, o adubo foi distribuído sobre a superfície do solo, aproximadamente 10 cm ao lado das fileiras de plantas.

O controle das plantas daninhas foi realizado mediante duas aplicações sequenciais do herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen (100 + 125 g do i.a. ha⁻¹ em cada aplicação). Durante o desenvolvimento da cultura, foram realizados os tratamentos culturais fitossanitários.

Por ocasião do florescimento pleno, determinou-se a massa de matéria seca da parte aérea das plantas, coletando-se 10 plantas por parcela e secando-as em estufa com circulação forçada de ar a 60-70 °C, até atingir massa constante. Para a determinação do teor de N total nas folhas, foram coletadas todas as folhas de 10 plantas de cada parcela no florescimento pleno e secadas em estufa com circulação forçada de ar a 60-70 °C, até atingir massa constante, e em seguida foram moídas e submetidas à análise, conforme metodologia descrita em MALAVOLTA et al. (1997). Por ocasião da colheita, foram coletadas 10 plantas de cada parcela e determinados o número de vagens/planta, o número de grãos/vagem e a massa de 100 grãos. Em duas fileiras da área útil de cada parcela, as plantas foram arrancadas e deixadas a secar em pleno sol e, em seguida, submetidas à trilha mecânica; a umidade dos grãos foi corrigida para 0,13 kg kg⁻¹ (base úmida), obtendo-se a produtividade de grãos. Da produção total obtida por parcela, considerou-se como produção comercial a porcentagem dos grãos retidos em peneira de furos oblongos 12/64x3/4" (4,76x19,05 mm).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste t (DMS), a 5% de probabilidade. Determinou-se também o fator de utilização do N aplicado, mediante a relação kg ha⁻¹ de N / kg ha⁻¹ da produtividade incrementada em cada forma de parcelamento, em relação à testemunha (sem aplicação de N em cobertura).

Resultados e discussão

A massa de matéria seca da parte aérea do feijoeiro não foi influenciada pela aplicação de N, tampouco pela forma de parcelamento (Tabela 1), o que pode ser explicado pelos teores de N nas folhas considerados adequados para a cultura (30-50 g kg⁻¹), mesmo no tratamento que não recebeu N em cobertura (AMBROSANO et al., 1996). Apesar de ter sido constatado, em alguns trabalhos, que o feijoeiro necessita de N para o seu crescimento inicial (CARVALHO et al., 2001), especialmente, quando cultivado no sistema de plantio direto em sucessão a gramíneas (SORATTO et al., 2001), segundo HUNGRIA et al. (1985), apenas 31% do N total requerido pelo feijoeiro durante o ciclo é absorvido até

o florescimento. Dessa forma, os resultados demonstram que o nitrogênio aplicado na semeadura (18,4 kg ha⁻¹) ou proveniente da mineralização da matéria orgânica do solo pode ter sido suficiente para manter a cultura bem nutrida desse elemento até o florescimento, época em que foram realizadas essas avaliações. Além disso, pode não ter havido tempo suficiente para que o N, mesmo quando aplicado no estágio V₄ (22 DAE), pudesse promover incremento na massa de matéria seca da parte aérea do feijoeiro na época do florescimento pleno. SORATTO et al. (2001) verificaram que a antecipação da adubação nitrogenada de 25 para 15 DAE promoveu maior acúmulo de matéria seca do feijoeiro em plantio direto.

Tabela 1 - Massa de matéria seca da parte aérea e teor de N nas folhas de feijoeiro em função de diferentes formas de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, no sistema de plantio direto.

Table 1 - Aerial part dry matter and N contents of bean leaves as a function of different ways of nitrogen fertilization splitting, applied as side dressing in a no-till system

Parcelamento do N ⁽¹⁾ / Splitting of N	Matéria seca/Dry matter (g planta ⁻¹) (g plant ⁻¹)	Teor de N/ N content (g kg ⁻¹)
Testemunha/Check	8,8	36,1
90-0	9,3	37,9
60-30	10,0	38,2
45-45	9,8	43,9
30-60	10,1	40,4
0-90	9,5	39,3
DMS (P=0,05) (LSD)	1,4	8,2
CV(%)	9,5	13,8

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste t, a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Dose (kg ha⁻¹) em cobertura no estágio V₄ (22 DAE) - dose em cobertura no estágio R₅ (35 DAE).

Means in the same column, followed by different letters, are significantly different at the level of 5% of probability. ⁽¹⁾ Fertilizer dose (kg ha⁻¹) applied as side dressing at stage V₄ (22 DAE) - Fertilizer dose (kg ha⁻¹) applied as side dressing at stage R₅ (35 DAE)

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

O número de vagens por planta foi influenciado pelos tratamentos, pois o que não recebeu N em cobertura proporcionou o menor valor, não diferindo dos tratamentos que receberam a adubação nitrogenada de cobertura em uma única aplicação e do parcelamento de 30-60 kg ha⁻¹ (Tabela 2). O parcelamento 45-45 kg ha⁻¹ proporcionou a obtenção de maior número de vagens por planta, porém sem diferir significativamente dos tratamentos 60-30 e 30-60 kg ha⁻¹. Esses tratamentos também foram os que promoveram os maiores teores de N nas folhas, apesar de

não diferir estatisticamente dos demais, demonstrando que o parcelamento da adubação proporciona melhor nutrição da planta e maior número de vagens por planta, já que essas duas variáveis correlacionaram-se positivamente ($r = 0,44^*$). Para PORTES et al. (1996), plantas de feijão bem nutridas produzem mais flores e, conseqüentemente, mais

vagens por planta. SORATTO et al. (2004) verificaram que a elevação no teor de N nas folhas do feijoeiro, mesmo dentro da faixa considerada adequada, promoveu acréscimos no teor de clorofila e, conseqüentemente, no número de vagens por planta e na produtividade de grãos.

Tabela 2 - Componentes da produção, produtividade de grãos e renda do feijoeiro em função de diferentes formas de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura no sistema de plantio direto.

Table 2 - Yield, grain productivity, and commercial yield of beans as functions of different ways of splitting of the N fertilizer in a no-till cropping system

Parcelamento do N ⁽¹⁾ (N splitting)	Vagens por planta (Pods/plant)	Grãos por Vagem (grains/pod)	Massa de 100 grãos/ Mass of 100 grains	Produtividade de grãos/ Grain productivity	Produção comercial ⁽²⁾ / Commercial yield
			(g)	(kg ha ⁻¹)	(%)
Testemunha	6,4 c	4,5	28,3	2.618 b	84,5
90-0	6,9 bc	4,3	27,9	3.042 a	86,0
60-30	7,8 ab	4,7	27,5	3.064 a	85,3
45-45	8,2 a	4,5	27,2	3.176 a	87,7
30-60	7,6 abc	4,6	27,2	2.963 ab	86,0
0-90	6,9 bc	4,4	28,1	3.136 a	87,5
DMS (P=0,05) LSD (P = 0.05)	1,2	0,6	1,3	377,7	6,1
CV(%)	11,2	9,0	3,1	8,4	4,7

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste t, a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Dose (kg ha⁻¹) em cobertura no estágio V₄ (22 DAE) - dose em cobertura no estágio R₅ (35 DAE). ⁽²⁾ Porcentagem de grãos retidos na peneira oblonga 12/64 X 3/4.

Means in the same column, followed by different letters, are significantly different at the 5% level of probability. ⁽¹⁾ Dose applied as side dressing at the stage V₄ (22 DAE) – side dressed dose at stage R₅ (35 DAE). ⁽²⁾ Percentage of grains remaining on top of a 12/64 X 3/4 oblong screen.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

O número de grãos por vagem não foi influenciado pelos tratamentos (Tabela 2). Isso se deve, provavelmente, ao fato de ser essa uma característica de alta herdabilidade genética, que sofre pouca influência do ambiente (ANDRADE et al., 1998).

A massa de 100 grãos também não foi afetada pelos tratamentos (Tabela 2). SILVA & SILVEIRA (2000) e SORATTO et al. (2004) verificaram que doses de N não causam grande variação na massa de 100 grãos. De acordo com CRUSCIOL et al. (2001), a massa de 100 grãos é a característica que apresenta a menor variação percentual, em função das alterações no meio de cultivo. Assim, em condições adversas, com restrição de N, a planta de feijão preferencialmente formará poucos grãos nas vagens fixadas ao invés de vários e malformados, pois seu objetivo biológico é a perpetuação da espécie.

A produtividade de grãos foi aumentada pela aplicação de N em cobertura, independentemente da forma de parcelamento utilizada, sendo que apenas o tratamento 30-60 kg ha⁻¹ não diferiu do tratamento sem aplicação de N (testemunha). Os tratamentos que receberam aplicação de N em cobertura tiveram, na média, produtividade 17,5% maior que no tratamento sem aplicação de N em cobertura (Tabela 3). SILVA et al. (2002), SORATTO et al. (2001) e SORATTO et al. (2004) também verificaram aumento na produtividade de grãos de feijoeiro, em sistema de plantio direto, com aplicação de N em cobertura.

SORATTO et al. (2001) e SILVA et al. (2002) verificaram que o atraso no fornecimento de N à planta (aplicação de todo o N aos 35 DAE) refletiu em baixa produtividade do feijoeiro em plantio direto sobre

palhada de milho, provavelmente em função da alta imobilização biológica do N do solo. No entanto, como no presente trabalho, a aplicação de N em cobertura não afetou a massa de matéria seca da parte aérea do feijoeiro, pode-se inferir que somente a partir do estágio R₅ a cultura necessitou de N em quantidades maiores do que a fornecida na adubação de semeadura. Segundo HUNGRIA et al. (1985), 60% do N mineral total acumulado pelo feijoeiro durante o ciclo é absorvido entre os estádios de florescimento e meados do estágio de enchimento dos grãos. Por outro lado,

verificou-se que a forma de parcelamento do N em cobertura, praticamente, não influenciou na eficiência de utilização do nutriente pelo feijoeiro, já que o fator de utilização do N foi pouco alterado (Tabela 3). Dessa forma, fica evidenciada a importância do fornecimento de N em cobertura para o feijoeiro no sistema de plantio direto, em sucessão a gramíneas e que o fornecimento do nutriente em cobertura pode ser realizado em uma única aplicação, entre os estádios V₄ e R₅, sem prejuízo na produtividade de grãos.

Tabela 3 - Aumento da produtividade de feijão e fator de utilização do nitrogênio, considerando diferentes formas de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, no sistema de plantio direto.

Table 3 - Bean productivity increment and nitrogen utilization factor as functions of different ways of splitting side dressed nitrogen fertilizer in a no-till cropping system

Parcelamento do N ⁽¹⁾ / (N splitting)	Aumento da produtividade ⁽²⁾ / Productivity increment		Fator N ⁽³⁾ / N factor
	(kg ha ⁻¹)	(%)	
90-0	424	16,2	0,212
60-30	446	17,0	0,202
45-45	558	21,3	0,161
30-60	345	13,2	0,261
0-90	518	19,8	0,173
Média	458,2	17,5	0,202

⁽¹⁾ Dose (kg ha⁻¹) em cobertura no estágio V₄ (22 DAE) - dose em cobertura no estágio R₅ (35 DAE). ⁽²⁾ Obtido em relação à média de produtividade na testemunha (2.618 kg ha⁻¹). ⁽³⁾ Fator de utilização do N: kg ha⁻¹ de N / kg ha⁻¹ de aumento de produtividade.

⁽¹⁾ Dose (kg ha⁻¹) of N fertilizer side dressed at stage V₄ (22 DAE) – dose side dressed at stage R₅ (35 DAE). ⁽²⁾ Values resulting from comparisons with the check treatment yield (2,618 kg ha⁻¹). ⁽³⁾ N utilization factor: kg ha⁻¹ of N/kg ha⁻¹ of productivity increase

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Como observado para a massa de 100 grãos, a renda também não foi influenciada pelos tratamentos, sendo que, de maneira geral, foram obtidos grãos de excelente qualidade, com produção comercial de grãos superior a 84%.

Conclusões

A produtividade de grãos do feijoeiro, cultivado em sistema de plantio direto, é aumentada pela adubação nitrogenada de cobertura, independentemente da forma de parcelamento da aplicação, entre os estádios V₄ (22 DAE) e R₅ (35 DAE).

O parcelamento, entre os estádios V₄ (22 DAE) e R₅ (35 DAE), não tem influência sobre a eficiência de utilização do N pelo feijoeiro em sistema de plantio direto.

Referências

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.1, p.157-165, 2001.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNÁNDEZ, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.1, p.179-189, 2000.

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. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. 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. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.22, n.2, p.499-508, 1998.
- 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.4, p.617-624, 2001.
- CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H. B.; BUZZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p.445-450, 2003.
- 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. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.10, n.1, p.119-133, 2001.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro RJ). **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPq, 1999. 412 p.
- 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.
- HUNGRIA, M.; NEVES, M. C. P.; VICTORIA, R. L. Assimilação do nitrogênio pelo feijoeiro. II. Absorção e translocação do N mineral e do N₂ fixado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, n.1, p.201-209, 1985.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E. S.; MASCARENHAS, H. A. A. Modo e época de aplicação de nitrogênio na cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 22, n.2, p.511-519, 1963.
- 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. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.301-52.
- 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, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).
- ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.353-390.
- ROSOLEM, C. A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1987. 93p.
- ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: v.68, p.1-16, 1994. Encarte
- SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.30, n.1, p.86-96, 2000.
- SILVA, G. M.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Manejo da adubação nitrogenada no feijoeiro irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.32, n.1, p.1-5, 2002.
- SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.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. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.10, n.1, p.89-99, 2001.

Recebido em 28-3-2005

Aceito para publicação em 22-5-2006