

Nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar no feijoeiro de inverno

Giselle Feliciani Barbosa^{1*}, Orivaldo Arf², Martha Santana do Nascimento³, Salatiér Buzetti⁴ e Onã da Silva Freddi⁵

¹Programa de Pós-graduação em Agronomia-Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Fitotecnia Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. ³Programa de Pós-graduação em Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, São Paulo, Brasil. ⁴Departamento de Fitossanidade Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. ⁵Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
*Autor para correspondência. E-mail: giselle.barbosa@posgrad.fcav.unesp.br

RESUMO. Mesmo sendo uma planta capaz de realizar a fixação de nitrogênio em simbiose com o *Rhizobium*, várias pesquisas mostram que a fixação não supre as necessidades do feijoeiro em relação a esse nutriente. A aplicação de molibdênio visa melhorar a simbiose *Rhizobium*-feijoeiro, pela importância no metabolismo desse nutriente, e pode, com isso, diminuir a aplicação de fertilizantes nitrogenados. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a resposta do feijão de inverno irrigado, em sistema plantio direto, a doses crescentes de nitrogênio em cobertura (zero, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) e sua interação com a adubação mofbídica foliar (zero e 80 g ha⁻¹). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. O trabalho foi conduzido em Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, em área anteriormente ocupada com a cultura do milho. As doses crescentes de nitrogênio aplicadas em cobertura mostraram-se consistentes quanto aos seus efeitos sobre alguns dos componentes de produção, bem como sobre a massa seca de plantas, proporcionando melhor desenvolvimento do feijoeiro irrigado cultivado em sistema plantio direto. A aplicação de molibdênio foliar não influenciou significativamente a maioria dos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., adubação, plantio direto.

ABSTRACT. Side dressing nitrogen and leaf molybdenum in the winter common bean plant. The common bean has the capacity of nitrogen fixation in symbiosis with *Rhizobium*, but it is not enough to supply the necessities of the plant in relation to this nutrient. Molybdenum application aims to improve symbiosis in the *Rhizobium*-common bean plant, given its importance in the metabolism of this nutrient, thus being able to reduce the application of N fertilizer. Thus, the objective of the work was to evaluate the performance of irrigated winter beans, in a no-tillage system, with increasing levels of side dressing nitrogen application (zero, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹) and its interaction with leaf application of Mo (zero and 80 g ha⁻¹). The experimental design was randomized blocks in a 5 x 2 factorial scheme, with four repetitions. The research was carried out on soil previously cultivated with corn culture. The levels of nitrogen proved consistent regarding the effects on some production components, as well as on dry mass of plants, providing better development of irrigated beans cultivated under no-tillage. The application of molybdenum in leaves did not significantly influence the majority of evaluated parameters.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., fertilization, no-tillage system.

Introdução

O feijoeiro tem especial importância para a agricultura brasileira, por sua relevância na dieta da população, e, por ser o país um dos maiores produtores e consumidores de feijão do mundo.

Cultivado em três épocas (das águas, da seca e de inverno), o feijoeiro tem produção durante todo o ano. Segundo Stone e Pereira (1994), dentre as culturas de inverno irrigadas por aspersão, a do feijão

é a principal nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste e algumas áreas da Região Nordeste. O cultivo na entressafra de verão, cuja semeadura ocorre de maio a junho, é mais tecnificado que os demais, utilizando, além da irrigação, outros insumos como sementes de boa qualidade, fertilizantes, corretivos e defensivos, que possibilitam a obtenção de produtividades três a cinco vezes superiores às obtidas em outras épocas de cultivo.

Para Peloso et al. (1996), um dos aspectos mais importantes do sistema plantio direto para a cultura do feijão é a possibilidade de conservação do solo e da água, pois a manutenção da palhada de cultivos anteriores na superfície do terreno reduz a evaporação de água e a perda de solo. Nas áreas de plantio direto, têm-se verificado melhor infiltração e armazenamento de água, maior estabilidade dos agregados do solo, aumento de produtividade das culturas da seca e controle da variação da temperatura do solo (BALBINO et al., 1996).

Entre os fatores que causam o baixo rendimento na cultura do feijão, destacam-se: o uso de métodos culturais inadequados, pragas e doenças, baixa fertilidade dos solos e o uso de sementes de baixa qualidade. Dentre os nutrientes, o nitrogênio é fator determinante na produtividade do feijoeiro. A resposta à utilização desse macronutriente tem sido positiva de forma generalizada no país. Inúmeros estudos para reduzir o uso de nitrogênio na cultura têm sido realizados e um dos focos de estudo pelos pesquisadores é a associação da adubação nitrogenada à aplicação de micronutrientes, em especial, de molibdênio. Entre os micronutrientes, o molibdênio tem despertado grande interesse principalmente em função dos resultados que vêm sendo obtidos com a adubação molíbdica foliar (SILVA et al., 2003).

Sabe-se que o nitrogênio necessário ao feijoeiro pode provir de três fontes: do solo, principalmente da mineralização da matéria orgânica; dos fertilizantes nitrogenados e da fixação biológica de nitrogênio (FBN). O solo representa uma fonte limitada de N, facilmente esgotável após alguns cultivos. Os fertilizantes nitrogenados, além de apresentarem custo elevado, podem contribuir para a poluição ambiental. O N_2 , que constitui 80% da atmosfera, possui forte ligação entre átomos de N, que não é quebrada por nenhuma planta, mas apenas por algumas bactérias, incluindo os rizóbios, que formam associações simbióticas com plantas leguminosas (PESSOA et al., 2000).

O molibdênio é componente de duas enzimas, ambas importantes no metabolismo do nitrogênio: a nitrogenase, essencial à fixação do N do ar nos nódulos radiculares, e a redutase do nitrato, indispensável ao aproveitamento dos nitratos absorvidos pelo feijoeiro (EPSTEIN, 1975). Assim, a carência de molibdênio, pode afetar o metabolismo do nitrogênio, e ser uma das causas da baixa produtividade observada na cultura do feijão em algumas condições de solo (PESSOA et al., 2000). A aplicação foliar desse micronutriente eleva os teores de nitrogênio nas folhas do feijoeiro, que se tornam bem mais verdes.

A prática desta adubação é uma forma de aumentar o conteúdo de nutrientes nas sementes ou grãos. Acredita-se que o conteúdo de Mo nas sementes utilizadas na semeadura, em associação com suas doses aplicadas via foliar, possa influenciar os teores e o rendimento de proteínas nas sementes e a composição mineral de folhas e sementes do feijoeiro. Para MEIRELES et al. (2003), em casos de plantas bem nutridas em Mo, geralmente a reserva interna desse micronutriente na semente é suficiente para que a planta possa crescer sem dependência externa.

Diante da importância do nitrogênio e do molibdênio para o feijoeiro, este trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (zero, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) e sua interação com a adubação molíbdica foliar (zero e 80 g ha⁻¹), no feijão irrigado, cultivado em sistema plantio direto, no período de inverno.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Faculdade de Engenharia - Unesp, *Campus* de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, que tem como coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude Sul e 335 m de altitude. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico argiloso (EMBRAPA, 2006). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual).

A semeadura foi realizada mecanicamente em maio de 2003 e junho de 2005, utilizando o cultivar IAC Carioca.

Foram testados dez tratamentos, dispostos em esquema fatorial 5 x 2 (doses de nitrogênio x adubação molíbdica), com quatro repetições, utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso. A unidade experimental foi constituída de seis linhas de 6,0 m, com espaçamento entre linhas de 0,5 m e 12 a 13 plantas m⁻¹. A área útil constou das quatro linhas centrais de cada parcela, sendo desprezados 0,5 m das extremidades.

Os tratamentos foram: zero, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, na presença e ausência de adubação molíbdica foliar (zero e 80 g ha⁻¹). A adubação nitrogenada em cobertura, nos tratamentos que receberam o nutriente, foi realizada seguindo as recomendações de Ambrosano et al. (1996), utilizando-se a uréia como fonte de N. A aplicação de molibdênio foliar foi efetuada no fim da tarde, praticamente com ausência de vento, por meio

de pulverizador costal com bico tipo cone cheio e consumo de calda de 180 L ha⁻¹, utilizando como fonte o molibdato de amônio. Ambas foram realizadas após o aparecimento da segunda folha trifoliada da maioria das plantas, ou seja, etapa V₃ do desenvolvimento da cultura.

O experimento foi conduzido em área com plantio direto implantado há cinco anos e anteriormente cultivado com a cultura do milho. Para a dessecação da cobertura vegetal, foi utilizado o herbicida glyphosate.

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo para realização de análise química. Esta revelou os seguintes valores: pH (CaCl₂) = 4,7; MO = 25 g dm⁻³; P (resina) = 25 mg dm⁻³; K, Ca, Mg e H + Al = 2,6; 15; 11 e 38 mmol_c dm⁻³, respectivamente; com V = 43%, para o primeiro ano, e pH (CaCl₂) = 4,6; MO = 18 g dm⁻³; P (resina) = 23 mg dm⁻³; K, Ca, Mg e H + Al = 2,3; 20; 12 e 34 mmol_c dm⁻³, respectivamente; com V = 47%, para o segundo ano.

Pouco antes da semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida (carbendazin + thiram (45 + 114 g i.a.100 kg⁻¹ de sementes). Na adubação de semeadura, foram utilizados 250 e 200 kg ha⁻¹ do adubo formulado 04-30-10, para o primeiro e segundo ano de semeadura, respectivamente, calculada de acordo com as recomendações de Ambrosano et al. (1996). No controle de plantas daninhas, utilizaram-se os herbicidas fluazifop-p-butil + fomesafen, no ano de 2003, e fomesafen, em 2005, nas doses de 120 + 150 e 250 g i.a. ha⁻¹, respectivamente. Os inseticidas usados no controle das principais pragas da cultura foram o methamidophos; triazophos + deltamethrin e clorpirifós nas doses de 300 g i.a. ha⁻¹, 262,5 + 7,5 g i.a. ha⁻¹ e 480 g i.a. ha⁻¹, para o primeiro ano de semeadura, e triazophos + deltamethrin na dose de 175 + 5 g i.a. ha⁻¹, para o segundo ano. As doenças foram controladas com aplicação do fungicida mancozeb na dose de 1.600 g do i.a. ha⁻¹. O fornecimento de água foi realizado por meio de um sistema de irrigação do tipo pivô central.

Quando 50% das flores das plantas estavam abertas, foi contado o número de dias transcorridos da emergência até esse momento, com objetivo de determinar o acúmulo de massa seca e o teor de nitrogênio foliar.

Foram realizadas as seguintes avaliações:

Massa seca das plantas

Durante o florescimento pleno, foram coletadas, em local pré-determinado na área útil das parcelas, dez plantas, que foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada à

temperatura média de 60 - 70°C, até atingir massa em equilíbrio.

Teor de nitrogênio foliar

As folhas das dez plantas coletadas para avaliação anterior foram moídas em moinho tipo Wiley e, em seguida, passaram por digestão sulfúrica, de acordo com a metodologia proposta por Sarruge e Haag (1974).

Componentes da produção

Por ocasião da colheita, foram coletadas dez plantas da área útil de cada parcela, levadas para o laboratório para determinação de: altura de inserção e comprimento da primeira vagem, número de vagens planta⁻¹, número de grãos planta⁻¹ e massa de 100 grãos, que foi determinada pela retirada de quatro amostras de 100 grãos por parcela, sendo os dados transformados para umidade de 13% (base úmida).

Produtividade de grãos

Para a determinação da produtividade, as plantas da área útil de cada parcela foram arrancadas, secas ao sol, debulhadas, os grãos foram pesados, e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% de umidade – base úmida).

Foram realizadas análises de variância por meio do teste F e, quando significativas, comparações de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para Mo e análise de regressão para as diferentes doses de N. Utilizou-se o programa computacional SANEST (Sistema de análise estatística para microcomputadores) (ZONTA; MACHADO, 1993).

Resultados e discussão

O ciclo da cultura foi de 84 e 85 dias da emergência à colheita das plantas, com florescimento pleno aos 50 e 45 dias após a emergência para 2003 e 2005, respectivamente.

Verificou-se, pela análise estatística utilizada, que não houve efeito significativo da interação nitrogênio x molibdênio para as variáveis estudadas.

A massa seca de plantas foi significativamente influenciada pela adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 1). Observou-se que os dados se ajustaram a uma função linear crescente em 2003 e a uma função quadrática em 2005, e a dose de 75,5 kg ha⁻¹ de N proporcionou o maior acúmulo de massa seca. Isto se deve, provavelmente, à ocorrência de maior demanda de nitrogênio pela cultura no sistema plantio direto, pela menor taxa de mineralização da matéria orgânica. Os resultados obtidos no primeiro ano concordam

com os obtidos por Andrade et al. (1998) que, ao aplicarem doses crescentes de N em cobertura no feijoeiro, obtiveram maiores valores de massa seca. Arf et al. (2004) observaram o mesmo comportamento linear crescente para produção de massa seca em experimento com manejo do solo, água e nitrogênio. A aplicação de molibdênio foliar não influenciou significativamente a massa seca de plantas nos dois anos de cultivo, nem o teor de N foliar de 2003, apesar de proporcionar altos valores para essas variáveis, demonstrando a grande capacidade e efetividade na fixação simbiótica do N₂ por parte das estirpes nativas. É interessante ressaltar que, mesmo sem a utilização de inoculação de sementes com bactérias do gênero *Rhizobium*, observou-se a presença de nódulos no sistema radicular das plantas, mostrando que a aplicação de molibdênio pode melhorar a simbiose *Rhizobium*-feijoeiro, dada sua importância no metabolismo do nitrogênio. Para o ano de 2005, a aplicação de Mo influenciou positivamente o teor de nitrogênio nas folhas do feijoeiro e, na ausência do micronutriente, o teor foi cerca de 10% menor.

Tabela 1. Valores de F e valores médios de massa seca de plantas e teor de nitrogênio foliar obtidos com a aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar no feijoeiro de inverno, em sistema plantio direto, Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul.

Tratamentos	Massa seca de plantas (g planta ⁻¹)		Teor de N foliar (g kg ⁻¹)	
	2003	2005	2003	2005
	Molibdênio (g ha ⁻¹)			
0	7,0	7,3	43,6	35,1b
80	7,7	7,8	42,2	38,5 ^a
Teste F	2,05 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,52 ^{ns}	9,43 ^{**}
	Doses de N (kg ha ⁻¹)			
0	5,7	5,9	42,5	36,8
30	6,7	7,6	43,2	35,4
60	8,0	8,4	44,6	35,8
90	8,2	8,1	42,2	37,7
120	8,1	8,0	42,0	38,1
Teste F	3,77 ^{*(1)}	5,46 ^{** (2)}	0,25 ^{ns}	0,88 ^{ns}
RL	12,61 ^{**}	12,39 ^{**}	0,10 ^{ns}	1,50 ^{ns}
RQ	2,15 ^{ns}	8,66 ^{**}	0,53 ^{ns}	1,19 ^{ns}
CV (%)	21,39	15,72	12,06	9,36

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1%; ^{ns}: não-significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade; RL: regressão linear; RQ: regressão quadrática; ⁽¹⁾ y = 6,08 + 0,021x (R² = 0,82); ⁽²⁾ y = 5,9886 + 0,0604x - 0,0004x² (R² = 0,96).

A influência das diferentes doses de nitrogênio no teor do nutriente na folha não foi significativa em nenhum dos anos de semeadura (Tabela 1). Fullin et al. (1999), em experimento que estudou os efeitos de N e Mo no feijoeiro irrigado, observaram que os tratamentos também não influenciaram o teor de N foliar. Já Franco et al. (2008), obtiveram aumento no teor de N na folha em função das doses crescentes do nutriente. É importante salientar que os teores de nitrogênio obtidos em todos os tratamentos encontram-se na faixa considerada adequada para a cultura, de acordo com Malavolta et al. (1980) e

Ambrosano et al. (1996).

Na Tabela 2, estão apresentados os valores médios e do teste F referentes aos componentes de produção (número de vagens por planta e número de grãos por planta). Para estas variáveis, as diferentes doses de nitrogênio, bem como a presença ou ausência de molibdênio, não influenciaram significativamente nos dois anos de cultivo. O mesmo foi observado por Crusciol et al. (2003), que também não obtiveram efeito significativo de doses de N em cobertura sobre o número de grãos por planta, apesar de verificarem tendência no aumento dessa característica; por Gomes Junior et al. (2008), que não observaram aumento do número de grãos por planta com o aumento das doses de N; e por Nascimento et al. (2004), que não observaram influência da aplicação de N e Mo no número de vagens por planta. Por outro lado, Soratto et al. (2000), estudando o comportamento do feijoeiro irrigado à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar, verificaram que houve efeito significativo sobre o número de vagens por planta, com os dados se ajustando a uma função linear crescente. Franco et al. (2008), também observaram, independente do método de aplicação do nitrogênio, aumento no número de vagens por planta. O mesmo foi observado por Vieira et al. (2000) ao constatarem que o número de vagens por planta foi o componente que melhor representou o rendimento da cultura.

Tabela 2. Valores de F e valores médios de número de vagens e de grãos por planta obtidos com a aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar no feijoeiro de inverno, em sistema plantio direto, Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul.

Tratamentos	Nº. de vagens planta ⁻¹		Nº. de grãos planta ⁻¹	
	2003	2005	2003	2005
	Molibdênio (g ha ⁻¹)			
0	10,3	10,8	45,6	53,3
80	12,0	11,1	51,2	54,0
Teste F	2,34 ^{ns}	0,18 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,04 ^{ns}
	Doses de N (kg ha ⁻¹)			
0	10,4	11,2	46,0	56,4
30	11,1	10,3	46,0	51,2
60	11,3	11,7	48,8	54,8
90	10,6	10,1	43,9	50,7
120	12,3	11,5	57,3	55,2
Teste F	0,38 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,40 ^{ns}
RL	0,76 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,34 ^{ns}	0,05 ^{ns}
RQ	0,07 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,61 ^{ns}
CV (%)	30,40	17,87	32,71	21,18

^{ns}: não-significativo; RL: regressão linear; RQ: regressão quadrática.

Tanto no primeiro quanto no segundo ano de semeadura, as diferentes doses de nitrogênio influenciaram significativamente o comprimento da primeira vagem (Tabela 3); em ambos os anos, os

dados se ajustaram a uma equação quadrática, em que o incremento de N resultou em aumento desta característica até a dose de 77 e 67 kg ha⁻¹, respectivamente, para 2003 e 2005. A aplicação de molibdênio não influenciou este parâmetro nos dois anos de cultivo. Para a altura de inserção da primeira vagem (Tabela 3), não houve diferença entre os tratamentos; entretanto, nos dois anos, as plantas apresentaram, de modo geral, altura superior a 20 cm. Gomes Junior et al. (2008), em experimento com adubação nitrogenada e sistemas de semeadura, constataram influência da dose de N sobre essa característica, observando-se maior número de plantas com menor altura de inserção da primeira vagem com a aplicação de 80 kg ha⁻¹.

Tabela 3. Valores de F e valores médios de comprimento de vagens e de altura de inserção da primeira vagem obtidos com a aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar no feijoeiro de inverno, em sistema plantio direto, Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul.

Tratamentos	Comprimento da primeira vagem (cm)		Altura de inserção da primeira vagem (cm)	
	2003	2005	2003	2005
	Molibdênio (g ha ⁻¹)			
0	10,0	9,2	22,9	20,7
80	9,9	9,3	21,9	20,2
Teste F	0,17 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,57 ^{ns}
	Doses de N (kg ha ⁻¹)			
0	9,3	8,8	22,5	20,2
30	9,7	9,2	21,9	19,6
60	10,5	9,8	24,9	20,6
90	10,3	9,5	23,0	21,2
120	9,9	9,1	19,7	20,7
Teste F	2,96 ⁽¹⁾	4,69 ^{**} (2)	1,50 ^{ns}	0,74 ^{ns}
RL	4,26*	3,34 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,40 ^{ns}
RQ	6,41*	13,45**	3,20 ^{ns}	0,003 ^{ns}
CV (%)	7,74	5,27	19,43	10,04

^{ns}: não-significativo; *: significativo a 5% de probabilidade; **: significativo a 1% de probabilidade; RL: regressão linear; RQ: regressão quadrática; ⁽¹⁾ y = 9,2086 + 0,0308x - 0,0002x² (R² = 0,88); ⁽²⁾ y = 8,7429 + 0,0268x - 0,0002x² (R² = 0,90).

Quanto à massa de 100 grãos (Tabela 4), não houve efeito das doses de nitrogênio nem da aplicação de molibdênio foliar. Os resultados se justificam, visto que a maior ou menor massa de 100 grãos é uma característica relacionada com o tipo de cultivar utilizado, embora esta possa sofrer influência de fatores externos. Resultados semelhantes foram encontrados por Crusciol et al. (2003); já Bassan et al. (2001) verificaram resposta à adubação nitrogenada e Coelho et al. (2001) e Leite et al. (2007), à adubação molíbdica.

Com relação à produtividade de grãos (Tabela 4), as aplicações de nitrogênio e molibdênio não influenciaram os rendimentos médios, 2.228 e 1.700 kg ha⁻¹, obtidos respectivamente no primeiro e segundo anos de cultivo. Amane et al. (1999) observaram efeito significativo do nitrogênio na

semeadura em cobertura e do molibdênio sobre o rendimento da cultura. Diferenças significativas também foram observadas por Fullin et al. (1999) que destacaram o tratamento com 10 kg ha⁻¹ de N na semeadura, 40 kg ha⁻¹ em cobertura e 20 g ha⁻¹ de Mo via foliar por proporcionar maior produtividade. Por outro lado, Nascimento et al. (2004), em experimento também com nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar na região de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, não encontraram aumento na produtividade do feijoeiro.

A ausência de respostas da adubação nitrogenada sobre a produtividade do feijoeiro também tem sido frequente na literatura (CARVALHO et al., 2001; ARF et al., 2004; GOMES JUNIOR et al., 2008). Assim, a decisão entre aplicar uma dose maior ou menor deve ser tomada com cautela para manter a viabilidade econômica da atividade.

Tabela 4. Valores de F e valores médios de massa de 100 grãos e de produtividade de grãos obtidos com a aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar no feijoeiro de inverno, em sistema plantio direto, Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul.

Tratamentos	Massa de 100 grãos (g)		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	
	2003	2005	2003	2005
	Molibdênio (g ha ⁻¹)			
0	29,23	17,31	2211	1653
80	28,80	17,34	2246	1747
Teste F	0,98 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,14 ^{ns}	1,52 ^{ns}
	Doses de N (kg ha ⁻¹)			
0	29,06	17,27	2119	1680
30	28,17	17,09	2209	1715
60	29,61	17,27	2378	1905
90	29,27	17,27	2164	1631
120	28,96	17,74	2271	1568
Teste F	1,23 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,96 ^{ns}	2,23 ^{ns}
RL	0,34 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,31 ^{ns}
RQ	0,12 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,81 ^{ns}	4,26 ^{ns}
CV (%)	4,71	7,08	13,10	14,20

^{ns}: não-significativo; RL: regressão linear; RQ: regressão quadrática.

Segundo Jacob Neto e Rosseto (1998), em alguns casos, especialmente para os micronutrientes, a reserva interna da semente é suficiente para que a planta originada desta possa crescer sem dependência externa. Quando mal nutrida, a planta de feijoeiro produz menos flores e vagens por planta, o que influencia diretamente a produtividade. Em plantas bem nutridas, a reserva de Mo nas sementes pode ser suficiente para um bom desenvolvimento das plantas, o que pode justificar a não-resposta da cultura à aplicação de molibdênio para a maioria dos parâmetros avaliados.

Conclusão

De modo geral, as doses crescentes de nitrogênio aplicadas em cobertura proporcionaram incrementos positivos para a massa seca de plantas e comprimento da primeira vagem, entretanto não influenciaram diretamente a produtividade da cultura.

A aplicação de molibdênio foliar não influenciou significativamente a maioria dos componentes de produção e produtividade do feijoeiro irrigado avaliados neste trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq/Pibic a bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor.

Referências

AMANE, M. I. V.; VIEIRA, C.; NOVAIS, R. F.; ARAÚJO, G. A. A. Adubação nitrogenada e molibídica da cultura do feijão na Zona da Mata de Minas gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 643-650, 1999.

AMBROSANO, J. E.; WUTKE, E. B.; CANTARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. p. 194-195.

ANDRADE, M. J. B.; ALVARENGA, P. E.; CARVALHO, J. G.; SILVA, R.; NAVES, R. L. Influência do nitrogênio, rizóbio e molibdênio sobre o crescimento, nodulação radicular e teores de nutrientes no feijoeiro. **Revista Ceres**, v. 45, n. 257, p. 65-79, 1998.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 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. (Org.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 301-352.

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 feijão de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p. 76-83, 2001.

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**, v. 25, n. 3, p. 617-624, 2001.

COELHO, F. C.; FREITAS, S. P.; MONERAT, P. H.; DORNELLES, M. S. Efeitos sobre a cultura do feijão das adubações com nitrogênio e molibdênio e do manejo de plantas daninhas. **Revista Ceres**, v. 48, n. 278, p. 455-467, 2001.

CRUSCIOL, C. A. C.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L. B.; MARUBAYASHI, O. M. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica,

produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 108-115, 2003.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2006.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975.

FRANCO, E.; ANDRADE, C. A. B.; SCAPIM, C. A.; FREITAS, S. L. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio na semeadura e cobertura no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 427-434, 2008.

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**, v. 34, n. 7, p. 1145-1149, 1999.

GOMES JUNIOR, F. G.; SÁ, M. E.; MURAIISHI, C. T. Adubação nitrogenada no feijoeiro em sistema de semeadura direta e preparo convencional do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 5, p. 673-680, 2008.

JACOB NETO, J.; ROSSETO, C. A. V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. **Floresta e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 171-183, 1998.

LEITE, U. T.; ARAÚJO, G. A. A.; MIRANDA, G. V.; VIEIRA, R. F.; CARNEIRO, J. E. S.; PIRES, A. A. Rendimento de grãos e componentes de rendimento do feijoeiro em função da aplicação foliar de doses crescentes de molibdênio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 113-120, 2007.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.

MEIRELES, R. C.; REIS, L. S.; ARAÚJO, E. F.; SOARES, A. S.; PIRES, A. A.; ARAÚJO, G. A. A. Efeito da época e do parcelamento de aplicação de molibdênio, via foliar, na qualidade fisiológica das sementes de feijão. **Revista Ceres**, v. 50, n. 292, p. 699-707, 2003.

NASCIMENTO, M. S.; ARF, O.; SILVA, M. G. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, n. 2, p. 153-159, 2004.

PELOSO, M. J. D.; SILVEIRA, P. M.; SILVA, C. C.; MOREIRA, J. A. A. Cultivo irrigado em terras altas. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Org.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 571-588.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Concentração de foliar de Mo e exportação de nutrientes pelo feijoeiro "Ouro Negro" em resposta à adubação foliar com Mo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 75-84, 2000.

SARRUGE, J. R.; HAGG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: Esalq, 1974. (Mimeografado).

SILVA, M. V.; ANDRADE, M. J. B.; MORAES, A. R.; ALVES, V. G. Fontes e doses de molibdênio em duas

cultivares de feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 126-133, 2003.

SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; CHIDI, S. N.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Feijoeiro irrigado e a aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Cultura Agronômica**, v. 9, n. 1, p. 115-132, 2000.

STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz – feijão irrigados por aspersão: efeito de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 571-533, 1994.

VIEIRA, S. M.; RONZELLI JUNIOR, R.; DAROS, E.; KOEHLER, H. S.; PREVEDELHO, B. M. S. Nitrogênio,

molibdênio e inoculante para a cultura do feijoeiro. **Scientia Agraria**, v. 1, n. 1-2, p. 63-66, 2000.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **SANEST**: sistema de análise estatística para microcomputadores. Piracicaba: Ciagri, 1993.

Received on August 14, 2007.

Accepted on March 31, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.