

Combinações de doses de molibdênio e nitrogênio na adubação da cultura do feijoeiro-comum

Paulo Roberto de Andrade Araújo¹, Geraldo Antônio de Andrade Araújo^{2*}, Paulo Roberto Ribeiro Rocha¹ e José Eustáquio de Souza Carneiro²

¹Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ²Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

*Autor para correspondência. E-mail: garaujo@ufv.com.br

RESUMO. Foram conduzidos dois experimentos em Coimbra, Estado de Minas Gerais, um no verão-outono e outro na primavera-verão com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes doses de molibdênio e nitrogênio sobre o feijoeiro, cultivar Meia Noite, utilizando delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, e esquema fatorial 4 x 2 x 2, envolvendo quatro níveis de molibdênio (0, 40, 80 e 120 g ha⁻¹) aplicados em pulverização foliar aos 25 dias após a emergência das plantas, duas doses nitrogênio aplicadas na semeadura (0 e 20 kg ha⁻¹) e aplicadas duas doses de nitrogênio em cobertura (0 e 50 kg ha⁻¹). Tanto na presença como na ausência de nitrogênio na semeadura ou cobertura, o incremento da dose de molibdênio até 80 g ha⁻¹ eleva o número de vagens por planta e a produtividade de grãos do feijoeiro. Em geral, as doses crescentes de molibdênio também elevam o número de grãos por vagem e a massa de 100 sementes, mas estes efeitos são mais dependentes do emprego de nitrogênio de semeadura ou cobertura. Os efeitos do molibdênio sobre o teor de N total nas folhas, conteúdo de molibdênio na semente e leituras SPAD são menos consistentes, por esta razão, não devem ser generalizados.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, adubação foliar, nutrição mineral.

ABSTRACT. Combinations of molybdenum and nitrogen doses on common bean fertilization. Two experiments were carried out, one in summer-autumn and the other during spring-summer, in Coimbra, Minas Gerais State, in order to evaluate the effect of different doses of nitrogen and molybdenum on bean plants. The experimental design was randomized blocks, with four repetitions, in a 4 x 2 x 2 factorial arrangement, consisting of four levels of molybdenum (0, 40, 80 and 120 g ha⁻¹), applied by foliar spraying at 25 days after plant emergence, two doses of nitrogen during sowing (0 and 20 kg ha⁻¹) and two doses of nitrogen applied on the surface (0 and 50 kg ha⁻¹). In the presence and in the absence of nitrogen in the planting or on the surface, the increment of the molybdenum dose up to 80 g ha⁻¹ elevates the number of pods per plant and the productivity of grains of bean. In general, increasing doses of molybdenum also elevate the number of grains of bean per pod and the mass of 100 seeds, but these effects are more dependent on the presence of sowing nitrogen or surface. The effects of molybdenum on the level of N in the leaves, molybdenum content in the seed and SPAD readings are less solid; for this reason, they should not be generalized.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, foliar fertilization, mineral nutrition.

Introdução

No Brasil, o feijão é cultivado em aproximadamente 4,22 milhões de hectares, com produção anual em torno de 3,5 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2007). A sua produtividade é considerada baixa, em torno de 820 kg ha⁻¹, sendo muito inferior à produtividade potencial da cultura que, em condições de pesquisa, pode alcançar 6.000 kg ha⁻¹.

A baixa produtividade do feijão pode ser atribuída a diversos fatores, dentre os quais o uso de

quantidades insuficientes de fertilizante nitrogenado vem sendo apontado como um dos mais importantes. O nitrogênio é o macronutriente absorvido em maior quantidade pela cultura do feijoeiro (SILVA et al., 2000).

O feijoeiro pode adquirir parte do nitrogênio necessário ao seu crescimento por meio da associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam N₂ atmosférico. Isso ocorre por meio da ação do complexo enzimático nitrogenase presente nos bacterióides dos nódulos.

As fertilizações nitrogenadas deveriam fornecer o N em quantidade suficiente para suprir a diferença entre a necessidade da planta e a quantidade fornecida pelo solo e pela FBN, porém, a predição das quantidades de N que o solo e a FBN podem fornecer à cultura é difícil.

No Brasil, o feijoeiro é cultivado, na maioria das vezes, em condições de solos ácidos, em que a FBN é deficiente. Nesse ambiente, um dos fatores que podem contribuir para a redução do fornecimento de N para as plantas é a deficiência de molibdênio (ZIMMER; MENDEL, 1999; FERREIRA et al., 2003). Este micronutriente é essencial para o crescimento vegetal, por participar como co-fator de enzimas envolvidas em reações bioquímicas importantes no metabolismo do nitrogênio. Quando deficiente na planta, o metabolismo do nitrogênio pode ser seriamente afetado, por causa da participação do Mo como componente da nitrogenase, responsável pela fixação do nitrogênio atmosférico e da redutase do nitrato, que responde pela redução do nitrato a nitrito no processo de assimilação do nitrogênio (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Estudos realizados, na Zona da Mata de Minas Gerais (AMANE et al., 1999; PIRES et al., 2004), têm evidenciado acentuado aumento de produtividade do feijoeiro com aplicações de nitrogênio e molibdênio. Entretanto, existem dúvidas sobre a melhor combinação de quantidades de N e Mo. No sistema de plantio direto, Fernandes et al. (2005), obtiveram respostas para rendimento de grãos do cv. Pérola, quando aplicou Mo foliar e N na semeadura e em cobertura.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar as melhores doses e o modo de aplicação do nitrogênio que, em combinação com diferentes doses de molibdênio, propiciariam as produções máximas de feijão.

Material e métodos

Foram conduzidos dois experimentos na estação experimental da Universidade Federal de Viçosa, em Coimbra, Estado de Minas Gerais, um no verão-outono, e outro na primavera-verão, em um solo Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico. As características químicas do solo apresentavam os seguintes valores: pH em água 5,0; P = 11,9 mg dm⁻³; K = 40,0 mg dm⁻³; Al³⁺ = 0,2 cmol_c dm⁻³; H + Al = 4,8 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 1,2 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,6 cmol_c dm⁻³; C = 1,6 dag kg⁻¹; CTC efetiva = 1,9 cmol_c dm⁻³; CTC total = 6,7 cmol_c dm⁻³; V = 28,6%; classificação textural: muito argilosa.

O delineamento foi blocos casualizados, com quatro repetições, em que os 16 tratamentos foram originados de um arranjo fatorial 4 x 2 x 2, isto é,

quatro doses de Mo (0, 40, 80, 120 g ha⁻¹), duas doses de N na semeadura (0 e 20 kg ha⁻¹) e duas doses de em N em cobertura (0 e 50 kg ha⁻¹). O molibdênio, fonte molibdato de amônio, foi aplicado nas folhas aos 25 dias após a emergência das plantas (DAE). O sulfato de amônio foi usado como fonte de nitrogênio, sendo a cobertura, parcelada aos 15 DAE (30 kg ha⁻¹) e 25 DAE (20 kg ha⁻¹).

Todas parcelas experimentais receberam, no sulco de semeadura, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, fonte superfosfato simples e 20 kg ha⁻¹ de K₂O, fonte cloreto de potássio. Os experimentos foram conduzidos no mesmo local, utilizando-se o mesmo sorteio dos tratamentos, nas duas épocas de semeadura, e a mesma cultivar, a Meia Noite, de hábito de crescimento tipo II, porte ereto, ciclo normal e grãos pretos (RAMALHO; ABREU, 2006).

A unidade experimental foi constituída de cinco fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas 0,5 m, com aproximadamente 15 sementes por metro. Na colheita, foram usadas duas fileiras centrais, com eliminação de 0,5 m de cada extremidade, o que resultou numa área útil de 4,0 m². Uma fileira de cada parcela, imediatamente adjacente à linha de bordadura, foi utilizada na coleta ao acaso de folhas para análise do teor de nitrogênio durante a floração, coletando-se sempre a terceira folha trifoliolada, a partir do topo da planta

Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de vagens por planta, número de sementes por vagem, produção de grãos (kg ha⁻¹) com teores de umidade em torno de 13%, massa de 100 sementes e teor de nitrogênio nas folhas, este último foi determinado seguindo metodologia descrita por Cataldo et al. (1975) para determinação do N na forma de nitrato, e com nitrogênio orgânico determinado por digestão sulfúrica, seguida de avaliação colorimétrica, utilizando o reagente de Nessler (JACKSON, 1965). Determinou-se, ainda, o teor de clorofila medido aos oito dias após a aplicação de N em cobertura e Mo, por meio de um clorofilômetro e com unidade expressa em SPAD, bem como o teor de molibdênio nas sementes, conforme metodologia descrita por Yatsimirskii (1964), e modificada por Fontes et al. (2000). Com esses teores e com a massa da matéria seca das sementes, calculou-se o conteúdo de Mo nas sementes.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão, utilizando o teste F a 5% de probabilidade, utilizou-se o programa estatístico SAEG. Foram realizadas análises de variância individuais e análises de variância conjunta, envolvendo as duas épocas de semeadura. Não foram desdobradas as interações que envolvem as épocas de semeadura, pois o interesse do trabalho era estudar o efeito das doses

de molibdênio e nitrogênio aplicados na semeadura e em cobertura.

Com relação ao teor de clorofila nas folhas e conteúdo de molibdênio na semente, foram realizadas somente as análises individuais, porque essas avaliações só se realizaram na segunda época de semeadura.

Resultados e discussão

A análise conjunta dos experimentos revelou que o número de vagem por planta (VAGPL) foi influenciado significativamente pela aplicação de Mo, de N em cobertura e de N na semeadura e pelas interações doses de Mo x doses de N em cobertura, doses de Mo x doses de N na semeadura e doses de N em cobertura x dose de N na semeadura.

Com ou sem N na semeadura e com ou sem N em cobertura, a resposta às doses de Mo foi quadrática. Sem aplicação de N em cobertura, a dose estimada de Mo que propiciou produção máxima de VAGPL (5,7) foi de 96 g ha⁻¹, mas, quando se aplicaram 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura, a maior produção foi estimada em 6,5 vagens por planta, com a dose de 80,7 g ha⁻¹ (Figura 1A). Quando não se fez adubação de N na semeadura, a dose 106 g ha⁻¹ de Mo propiciou a produção máxima estimada de 6,1 vagens por planta, mas, com 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura, a dose estimada de 77 g ha⁻¹ de Mo foi responsável pela produção máxima estimada de 6,3 vagens por planta (Figura 1B). Esses resultados indicaram que, na presença N tanto na semeadura quanto em cobertura, a quantidade de Mo necessária para obter a produção máxima de vagem por planta foi menor.

É interessante notar que apenas 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura proporcionou a mesma produção que 50 kg ha⁻¹ em cobertura, com o uso de quantidades praticamente iguais de Mo, respectivamente 77 e 80,7 g ha⁻¹. Resultados semelhantes foram obtidos por Amane et al. (1999).

O VAGPL foi aumentado significativamente pela adubação nitrogenada em cobertura, com ou sem N na semeadura, e esse aumento foi acentuado quando os feijoeiros receberam ambas as adubações; sem adubação de cobertura, o VAGPL não foi afetado significativamente pelo N na semeadura (Tabela 1).

O número de sementes por vagem (SEMVAG) foi afetado significativamente pelas doses de Mo, doses de N na semeadura e pela interação tripla doses de Mo x doses de N na semeadura x doses de N em cobertura.

No desdobramento da interação tripla, observou-se que, com 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura, a máxima produção estimada de sementes por vagem (4,69) foi

obtida com 80 g ha⁻¹ de Mo, mas, quando não houve aplicação de N na semeadura, ocorreu a tendência de aumento linear do número de sementes por vagem com aplicação de Mo, porém com menor magnitude (Figura 2A). Com 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura e sem aplicação de N na semeadura, foram necessários 55 g ha⁻¹ de Mo para se ter o valor máximo estimado, de cinco sementes por vagem, valor também alcançado com a aplicação de 20 kg ha⁻¹ 117,6 g ha⁻¹ de Mo (Figura 2B).

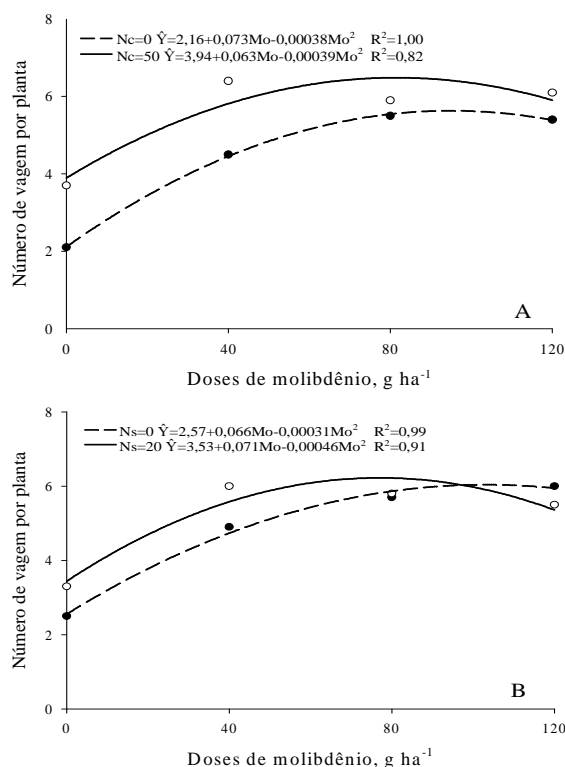


Figura 1. Efeito de doses de Mo, com e sem aplicação de N em cobertura (A) e com e sem aplicação de N na semeadura (B), sobre o número de vagens por planta (VAGPL).

Tabela 1. Resultados médios de vagens por planta com aplicação de doses de N na semeadura e em cobertura.

Ns	Nc	
	0	50
0	4,35 A b	5,26 B a
20	4,53 A b	5,91 A a

Ns e Nc – Nitrogênio na semeadura e nitrogênio em cobertura, respectivamente. Letras maiúsculas comparam médias nas colunas e letras minúsculas, médias nas linhas, pelo teste F a 5% de probabilidade.

Quando se aplicaram apenas 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura, o aumento do SEMVAG com a aplicação de Mo resultou em acréscimos maiores do que quando se aplicaram 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura mais 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura, apesar de o número de sementes por vagem ter sido maior no segundo caso (Figura 2D).

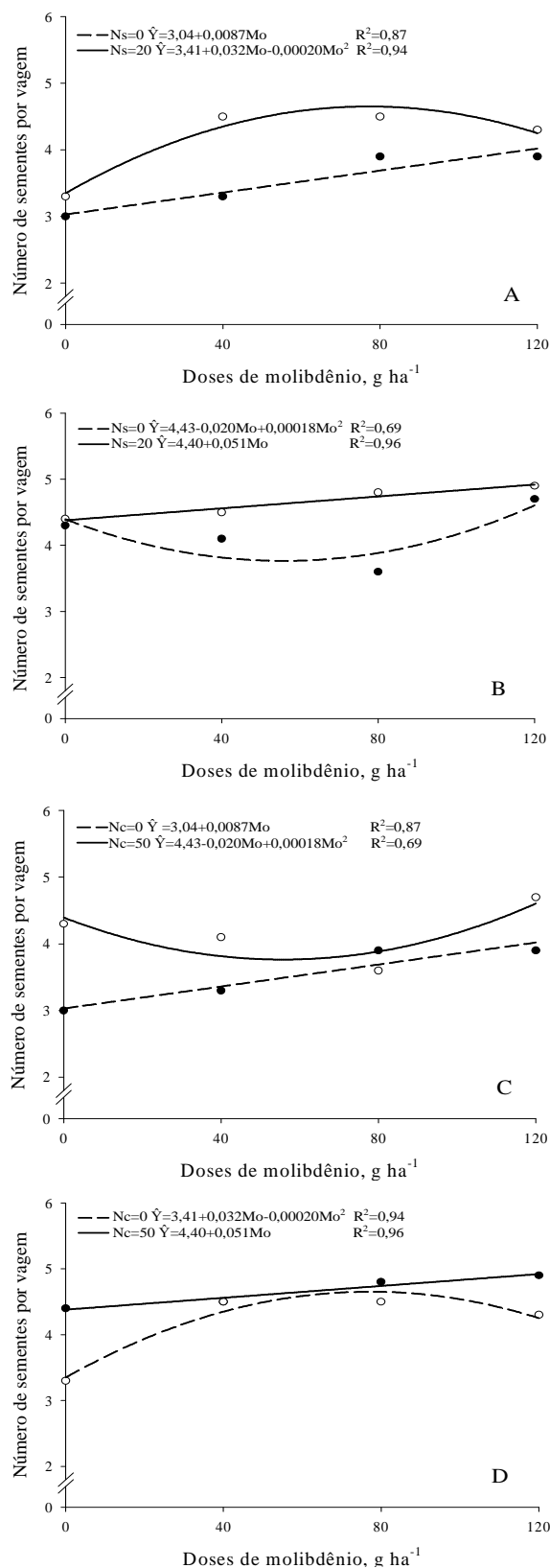


Figura 2. Efeito das doses de Mo, sem aplicação de N em cobertura (A), com aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura (B), sem aplicação de N na semeadura (C) e com aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura (D), sobre o número de sementes por vagem.

A massa de 100 sementes aumentou significativamente com doses de Mo, doses de N em cobertura, doses de N na semeadura e com as interações duplas Mo x N em cobertura, Mo x N na semeadura.

Com 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura, 77 g ha⁻¹ de Mo proporcionaram a maior massa estimada de 100 sementes, que foi de 20,5 g, embora essa mesma dose de Mo, combinada com zero de N na semeadura, e zero ou 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura, tenha proporcionado pesos próximos aos máximos (Figura 3), respectivamente de 19,25; 20,01 e 19,71 g. Resultados semelhantes foram obtidos por Amane et al. (1999), que conseguiram aumento de 13% na massa de 100 sementes com aplicação de Mo, enquanto o efeito do N em cobertura foi mais modesto, com aumento de apenas 5%. Resultados semelhantes foram obtidos por Pires et al. (2004) e Leite et al. (2007), que obtiveram aumento 9,5 e 2,78% com aplicação de Mo via foliar.

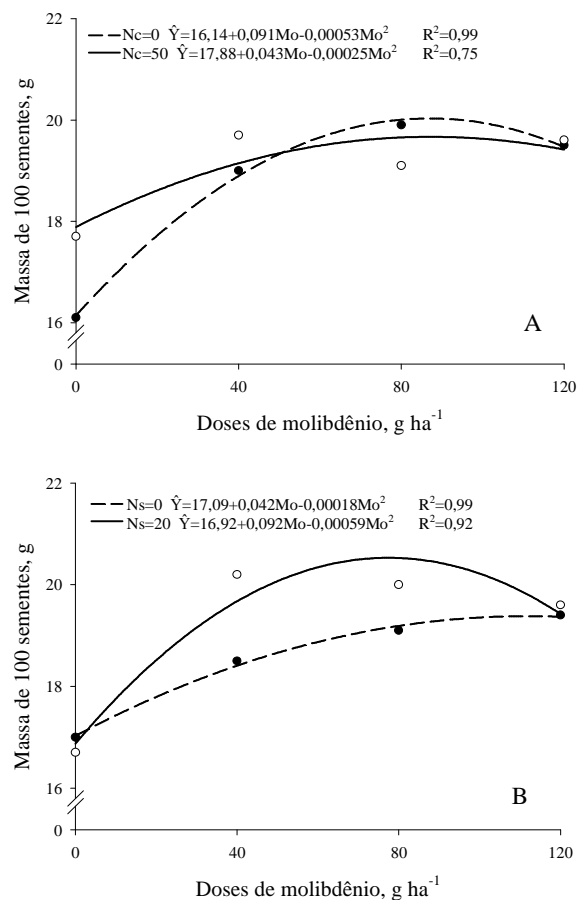


Figura 3. Efeito de doses de Mo, com e sem aplicação de N em cobertura (A) e com e sem a aplicação de N na semeadura (B), sobre a massa de 100 sementes.

A produtividade de grãos sofreu efeito significativo das doses de Mo, doses de N em cobertura e doses de N na semeadura e das interações Mo x N em cobertura, Mo x N na semeadura e N na semeadura x N em cobertura.

Sem N na semeadura, a produtividade máxima estimada de 1.531 kg ha⁻¹ foi obtida com 103 g ha⁻¹ de Mo, mas quando foram aplicados 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura, a dose de Mo necessária para obter a máxima produtividade estimada (1.806 kg ha⁻¹) foi menor, ou seja, 79 g ha⁻¹ (Figura 4A).

Sem aplicação de N em cobertura, a dose de 84 g ha⁻¹ de Mo proporcionou rendimento estimado de 1.566 kg ha⁻¹ e, com adubação de 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura, foram necessárias 92 g ha⁻¹ de Mo para produzir 1.725 kg ha⁻¹ (Figura 4B). Resultados semelhantes foram obtidos por Fulin et al. (1999), que obtiveram aumento de 155 kg ha⁻¹ na produtividade do feijão, quando aplicou, via foliar, 20 g ha⁻¹ de Mo no tratamento que recebeu a adubação de 10 kg ha⁻¹ de N no plantio e 40 kg ha⁻¹ em cobertura.

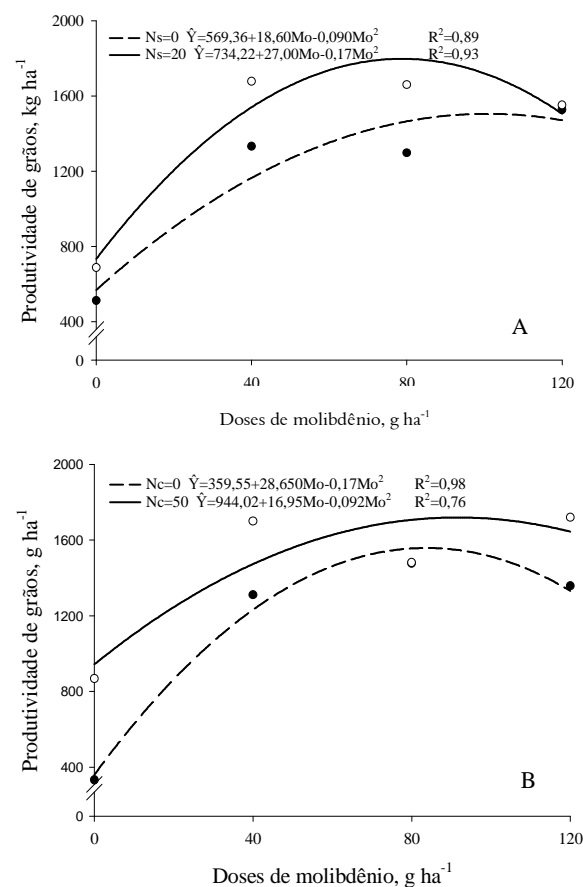


Figura 4. Efeito de doses de Mo, com e sem aplicação de N na semeadura (A) e com e sem aplicação de N em cobertura (B), sobre a produtividade de grãos.

A aplicação de N, em cobertura, proporcionou aumento da produtividade de grãos de feijão, independentemente da aplicação de N na semeadura. Quando foi usado N na semeadura, o aumento da produtividade provocado pela aplicação de 50 kg ha⁻¹ em cobertura foi de 16,7%, mas, quando se usou a mesma quantidade de N em cobertura, associada à aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura, esse incremento foi de 40% (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Franco et al. (2008), com a aplicação de N na semeadura e em cobertura, observou que com a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N o incremento na produtividade não diferiu da dose de 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Tabela 2. Resultados médios da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) com aplicação de doses de N na semeadura e em cobertura.

Nc	Ns	
	0	20
0	1.077 B a	1.161 B a
50	1.258 A b	1.627 A a

Ns e Nc – Nitrogênio na semeadura e nitrogênio em cobertura, respectivamente. Letras maiúsculas comparam médias nas colunas e letras minúsculas, médias nas linhas, pelo teste F a 5% de probabilidade.

A produtividade estimada do experimento (1.806 kg ha⁻¹) foi alcançada com aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura mais 79 g ha⁻¹ de Mo via foliar, indicando ser mais importante o uso de N na semeadura do que em cobertura, quando associado ao Mo, concordando com Amane et al. (1999).

O P100SEM e o SEMVAG foram os componentes da produção que apresentaram comportamento semelhante ao da produção de grãos, pois o ponto máximo foi obtido com a aplicação de 20 kg ha⁻¹ na semeadura e, aproximadamente, 77 g ha⁻¹ de Mo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Amane et al. (1999), que observaram aumento de até 266% na produtividade, com aplicação de 20 g ha⁻¹ de Mo e 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura.

O uso de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura e a aplicação de 80-90 g ha⁻¹ de Mo nas folhas proporcionaram produtividade de grãos 5% superior à obtida com a mesma dose do micronutriente mais de 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura, resultados esses semelhantes aos obtidos por Amane et al. (1999).

Com aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura, o conteúdo de Mo nas sementes cresceu linearmente com o aumento das doses de Mo em aplicação foliar. A dose de 120 g ha⁻¹ de Mo, associada com a aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura, proporcionou acúmulo de 0,74 µg semente⁻¹ (Figura 5). Jacob Neto e Franco (1986) encontraram o nível crítico de 3,5 µg semente⁻¹ de molibdênio, com aplicação foliar de 200 g ha⁻¹ desse micronutriente,

na cultivar Carioca, tendo a simbiose com *Rhizobium* como fonte de nitrogênio.

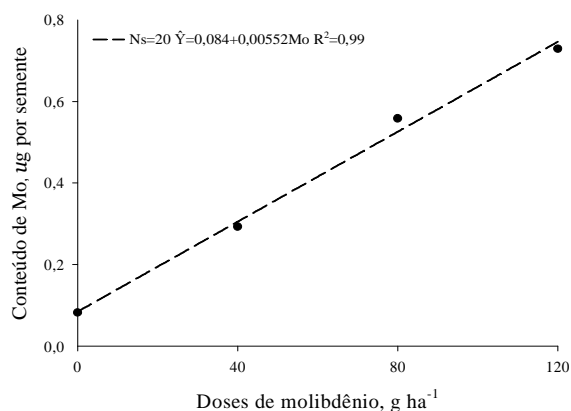


Figura 5. Efeito de doses de Mo, com aplicação de N na semeadura, sobre o conteúdo desse micronutriente nas sementes de feijão.

Os valores obtidos para as leituras SPAD apresentaram crescimento linear com o aumento das doses de Mo quando foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Quando não se usou N em cobertura, o valor máximo das unidades SPAD (33,33 unidades) ocorreu com 75 g ha⁻¹ de Mo (Figura 6). Carvalho et al. (2003), estudaram doses de N no feijoeiro, observaram que as leituras SPAD correlacionaram-se positivamente com o teor de N nas folhas e com a produtividade de grãos. O aumento dos valores das leituras SPAD promovida pela adubação com molibdênio também foi observado por Pires et al. (2004), que variando época de aplicação e parcelamento do Mo no feijoeiro, observaram que os tratamentos que receberam o micronutriente via foliar houve incremento de mais de 28% nas leituras SPAD, em relação as testemunhas sem aplicação de Mo.

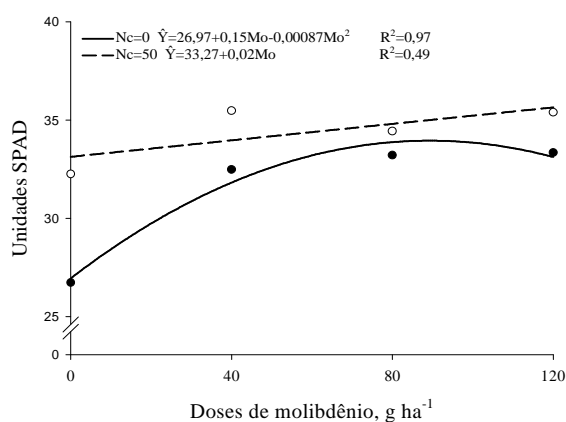


Figura 6. Efeito de doses de Mo em aplicação foliar no feijoeiro sobre as unidades SPAD, com e sem aplicação de N em cobertura.

A análise de variância conjunta revelou que os teores de N total nas folhas do feijoeiro (NFT) foram influenciadas pela aplicação de doses de Mo, doses de N na semeadura e doses de N em cobertura e pelas interações Mo x N em cobertura e N na semeadura x N em cobertura.

O NFT aumentou com a aplicação de Mo, com ou sem adubação nitrogenada em cobertura sem N em cobertura, o teor máximo estimado de N nas folhas foi de 4,63% com 88 g ha⁻¹ de Mo, quando se aplicaram 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura, o teor estimado aumentou 5,73%, com 104 g ha⁻¹ de Mo (Figura 7). Esses valores foram superiores aos indicados por Martinez et al. (1999) como adequado à cultura do feijão (3,0 a 3,5%). A adubação foliar com Mo aumenta a atividade das enzimas nitrogenase e da nitrato redutase, com consequente aumento na acumulação de NFT pela planta de feijoeiro (VIEIRA et al., 1998; PESSOA et al., 2001; KUBOTA et al., 2008).

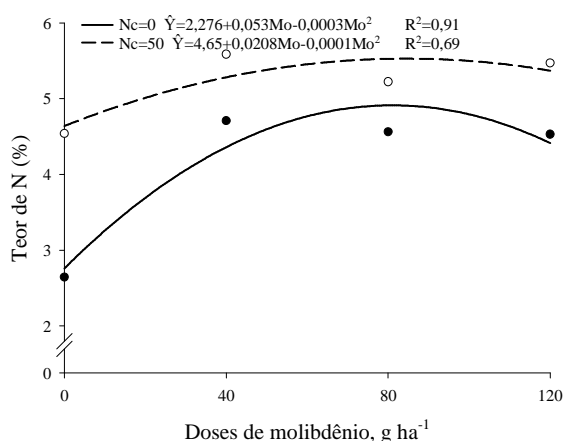


Figura 7. Efeito de doses de Mo, sem aplicação de N em cobertura e com aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura, sobre o teor de nitrogênio total nas folhas de feijoeiro.

Com relação às aplicações de N na semeadura e em cobertura, observou-se aumento do teor de N nas folhas apenas com a adubação em cobertura; com a adubação na semeadura, houve diminuição significativa do teor de N nas folhas (Tabela 3).

Tabela 3. Médias dos teores de nitrogênio total nas folhas com e sem aplicação de doses de N em cobertura e na semeadura.

Ns	Nc	
	0	50
0	4,25 A b	5,49 A a
20	3,97 B b	4,92 B a

Ns e Nc – Nitrogênio na semeadura e nitrogênio em cobertura, respectivamente. Letras maiúsculas comparam médias nas colunas e letras minúsculas, médias nas linhas, pelo teste F a 5% de probabilidade.

Conclusão

Tanto na presença como na ausência de nitrogênio na semeadura ou cobertura, o incremento da dose de molibdênio até 80 g ha⁻¹ eleva o número de vagens por planta e a produtividade de grãos do feijoeiro.

Em geral, as doses crescentes de molibdênio também elevam o número de grãos por vagem e a massa de 100 grãos, mas estes efeitos são mais dependentes do emprego de nitrogênio de semeadura ou cobertura.

Os efeitos do molibdênio sobre o teor de N total nas folhas, conteúdo de molibdênio na semente e leituras SPAD são menos consistentes, por esta razão, não devem ser generalizados.

Referências

- AGRIANUAL 2007: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP, 2007.
- AMANE, M. I. V.; VIEIRA, C.; NOVAIS, R. F.; ARAUJO, 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, n. 1, p. 643-650, 1999.
- CARVALHO, M. C. A.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H. B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 445-450, 2003.
- CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHADER, L. E.; YOUNGS, U. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitrification of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 6, n. 1, p. 71-81, 1975.
- FERNANDES, F. A.; ARF, O.; BINOTTI, F. F.; ROMANINI JUNIOR, A.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F. Molibdênio foliar e nitrogênio em feijoeiro cultivado no sistema Plantio Direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 7-15, 2005.
- FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R.; VIEIRA, C. Características agrônomicas do feijoeiro em função do Mo contido na semente e da sua aplicação foliar. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n. 1, p. 397-401, 2003.
- FONTES, R. L. F.; DALPPAI, D. L.; BRAGA, J. M.; ALVAREZ, V. H. Determination of molybdenum in soil test extracts with potassium iodide plus hydrogen peroxide reaction. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 31, n. 15-16, p. 2671-2683, 2000.
- FRANCO, E.; ANDRADE, C. A. B.; SCAPIM, C. A.; FREITAS, P. 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.
- FULIN, E.; ZANGRANDE, M. B.; LANI, J. A.; MENDONÇA, L. F.; DESSAUNE FILHO, N. Nitrogênio e molibdênio na adubação de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 7, p. 1145-1149, 1999.
- JACKSON, C. M. **Soil chemical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1965.
- JACOB-NETO, J.; FRANCO, A. A. Conteúdo de molibdênio nas sementes para auto-suficiência do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 58, n. 3, p. 30-39, 1986.
- KUBOTA, F. Y.; ANDRADE NETO, A. C.; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1635-1641, 2008.
- 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.
- MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose Foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª Aproximação**, Viçosa, 1999. p. 143-167.
- PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Atividades de nitrogenase e redutase de nitrato e produtividade do feijoeiro "Ouro Negro" em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 25, n. 1, p. 217-224, 2001.
- PIRES, A. A.; ARAÚJO, G. A. A.; MIRANDA, G. V.; BERGER, P. G.; FERREIRA, A. C. B.; ZAMPIROLI, P. D.; LEITE, U. T. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e índice SPAD do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função de época de aplicação e do parcelamento da aplicação foliar de molibdênio. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1092-1098, 2004.
- RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. cap. 14, p. 415-436.
- SILVA, T. R. B.; SORATO, R. P.; CHIDE, S. N.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro de inverno. **Cultura Agronômica**, v. 9, n. 1, p. 1-17, 2000.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer, 2006.
- VIEIRA, R. F.; CARDOSO, E. J. B. N.; VIEIRA, C.; CASSINI, S. T. A. Foliar application of molybdenum in common beans. I. Nitrogenase and reductase activities in a soil of high fertility. **Journal Plant Nutrition**, v. 21, n. 1, p. 169-180, 1998.
- YATSIMIRSKII, K. B. The use of catalytic reactions involving hydrogen peroxide in the study of the formation of complexes and the in the development of very sensitive analytical methods. In: BALANDIN, A. A.; BIELANSKI, A.; BORESKOV, G. K.; BRETSZNAJDER, S.;

DUBININ, M. M.; JEZOWSKATRZEBIATOWSKA, B.; JOZEFOWWICS, E.; KLABUNOVSKII, E. I.; SOKALSKI, Z.; TRESZCZANOWICS, E.; TRZEBIATOWSKI, W.; VASYUNINA, N. A.; YATSIMIRSKII, K. B. (Ed.). **Catalysis and chemical kinetics**. New York: Academic Press, 1964. p. 201-206.

ZIMMER, W.; MENDEL, R. Molybdenum metabolism in plants. **Plant Biology**, v. 1, n. 2, p. 160-168, 1999.

Received on September 14, 2007.

Accepted on May 26, 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.