

Nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar no feijoeiro irrigado cultivado em solo de cerrado

Guilherme Augusto Biscaro^{1*}, Nasir Augusto de Freitas Junior², Rogério Peres Soratto³, Hamilton Kikuti², Sidney Antonio Roseiro Goulart Junior² e Washington Marques Aguirre²

¹Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rod. Dourados-Itahum, km 12, 79804-970, Cx. Postal 533, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. ²Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. ³Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: guilhermebiscaro@ufgd.edu.br

RESUMO. O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelo feijoeiro e, mesmo quando suprida adequadamente desse nutriente, a planta de feijão pode ter sua produtividade limitada pela deficiência de molibdênio, pela participação deste no metabolismo do nitrogênio. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar 'BRS Pontal', irrigado, à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar, quando cultivado em Neossolo Quartzarênico, no município de Cassilândia, Estado do Mato Grosso do Sul. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) aplicados em cobertura, utilizando como fonte a ureia, e pela aplicação ou não de molibdênio (80 g ha⁻¹) via foliar, na forma de molibdato de amônio. O índice relativo de clorofila nas folhas do feijoeiro foi aumentado pela aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. A aplicação de nitrogênio em cobertura proporcionou aumento na produtividade de grãos do feijoeiro apenas quando combinado com o fornecimento de molibdênio via foliar. O fornecimento de 80 g ha⁻¹ de molibdênio via foliar aumentou a eficiência de utilização do nitrogênio pelo feijoeiro.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, adubação nitrogenada, adubação foliar, nutrição mineral, molibdato de amônio, ureia.

ABSTRACT. Nitrogen sidedressing and molybdenum leaf application on irrigated common bean in cerrado soil. Nitrogen is the nutrient required in greatest quantities by the common bean, and even when that nutrient is properly supplied, the yield of common bean plant may be limited by molybdenum deficiency, due to molybdenum participation in nitrogen metabolism. The objective of this work was to evaluate the performance of the irrigated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar 'BRS Pontal', affected by nitrogen sidedressing and molybdenum leaf application, when grown in Typic Quartzipsamment, in Cassilândia, Mato Grosso do Sul State, Brazil. A randomized complete block design was used, in a 4 x 2 factorial array with four replications. Treatments were constituted by four doses of nitrogen (0, 30, 60 and 120 kg ha⁻¹), using urea and by the absence or presence of molybdenum (80 g ha⁻¹) sprayed on leaves, in the form of ammonium molybdate. The relative chlorophyll index in leaves of common bean was increased by nitrogen sidedressing and molybdenum leaf application. Nitrogen sidedressing fertilization increased common bean grain yield only when combined with molybdenum leaf supply. Leaf application of 80 g ha⁻¹ of molybdenum increased N use efficiency by common bean.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, nitrogen fertilization, leaf application, mineral nutrition, ammonium molybdate, urea.

Introdução

Cultivado por pequenos, médios e grandes produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras, o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) reveste-se de grande importância econômica e social. Com a implantação e a expansão da área irrigada por aspersão em São

Paulo e em outros Estados das regiões Sudeste e Centro-oeste, a partir da década de 1980, houve grande mudança tecnológica na cultura do feijão, com incrementos significativos na produtividade média.

Contudo, apesar da alta tecnologia adotada pelos produtores no cultivo do feijoeiro irrigado, a

nutrição mineral muitas vezes vem sendo negligenciada.

O nitrogênio (N) é o nutriente absorvido em maiores quantidades pelo feijoeiro e, pelo fato de que aproximadamente 50% do N total absorvido ser exportado para os grãos, a sua deficiência é a mais frequente (OLIVEIRA et al., 1996). O seu fornecimento em quantidade adequada propicia alta atividade fotossintética, crescimento vegetativo vigoroso e folhas verde-escuras (FRANCO et al., 2008). A deficiência de N promove pequeno desenvolvimento das plantas, folhas verde-pálidas ou mesmo amareladas e desenvolvimento de poucas flores, acarretando baixa produtividade. Assim, para obtenção de elevada produtividade da cultura do feijão altas doses de N são necessárias (VIEIRA, 2006).

Em sistema convencional de preparo de solo, Carvalho et al. (1992) recomendaram 90 kg ha⁻¹ de N para alcançar a produtividade máxima. Silveira e Damasceno (1993) verificaram que a produtividade de grãos da cultura do feijão irrigado apresentou resposta quadrática à adubação nitrogenada, atingindo o máximo com a dose de 72 kg ha⁻¹ de N. Silva et al. (2000) obtiveram resposta quadrática do feijoeiro ao N e a produtividade máxima foi alcançada com 74 kg ha⁻¹ do nutriente em cobertura. Já Soratto et al. (2004) verificaram que a produtividade máxima foi alcançada com a dose estimada de 129 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

O molibdênio (Mo) tem importantes funções no sistema enzimático do metabolismo de quase todos os organismos vivos (SCHWARZ et al., 2009). A deficiência de Mo afeta o metabolismo do N, pela sua participação como componente da nitrogenase, enzima relacionada à fixação do N₂ pelas leguminosas, e da redutase do nitrato, responsável pela redução deste em amônia (NH₃) processo de assimilação do N (VIEIRA et al., 1998; KAISER et al., 2005; SCHWARZ et al., 2009).

No caso do feijoeiro, cujo sistema de fixação de N é de baixa eficiência, a necessidade de Mo está mais relacionada com a atividade da enzima redutase do nitrato, indispensável no aproveitamento dos nitratos absorvidos pela planta no processo de assimilação do N (PESSOA et al., 2000; VIEIRA, 2006). Dessa forma, a aplicação de doses elevadas de N pode não resultar em altas produtividades, pelo possível acúmulo de nitrato na planta, resultado da nitrificação do amônio no solo e síntese insuficiente de redutase do nitrato na planta por falta de Mo (PESSOA et al., 2000).

Diversos trabalhos demonstraram elevação na produtividade de grãos de feijão com o

fornecimento de Mo via foliar (ARAÚJO et al., 2009; ASCOLI et al., 2008; JESUS JÚNIOR et al., 2004; PESSOA et al., 2000). A dose de Mo via foliar que proporciona a maior produtividade de feijão está entre 80 e 100 g ha⁻¹ (ARAÚJO et al., 2009; ASCOLI et al., 2008; BERGER et al., 1996) e, segundo esses autores, a aplicação pode ser realizada de forma eficiente entre 14 e 28 dias após emergência (DAE).

Segundo Oliveira et al. (1996), solos ácidos e arenosos apresentam maior deficiência de Mo, o que pode levar ao menor aproveitamento do N pelo feijoeiro, especialmente quando utilizado em altas doses. Contudo são raras as informações a respeito da interação entre a aplicação de Mo via foliar e doses de N para o feijoeiro irrigado, nos solos arenosos da região Centro-oeste do Brasil.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta do feijoeiro irrigado à aplicação de N em cobertura e Mo via foliar, quando cultivado em solo arenoso de Cerrado.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, município de Cassilândia, MS (51° 56' W, 19° 05' S e 471 m de altitude). A região apresenta clima Aw, de acordo com a classificação de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco (precipitação no inverno menor que 60 mm).

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico, originalmente sob vegetação de cerrado. Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade, que apresentaram as seguintes características químicas: 3,1 mg dm⁻³ de P; 12,0 g dm⁻³ de MO; 5,2 pH em CaCl₂; 0,1; 1,0; 0,6; 1,3 e 2,9 cmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al e CTC respectivamente, 55 de saturação por bases, e granulométricas: areia 840 g kg⁻¹, silte 30 g kg⁻¹ e argila 130 g kg⁻¹.

A área foi anteriormente cultivada com a cultura do arroz na safra de verão. O solo foi preparado com uma aração e duas gradagens leves. A aração e uma gradagem foram realizadas cerca de 40 dias antes da semeadura. A última gradagem foi realizada às vésperas da semeadura. A calagem foi realizada a lanço, após a aração, baseada na análise do solo, sendo aplicados 500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT de 78%).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no arranjo fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro doses de N (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) em cobertura e a aplicação ou não de Mo (80 g ha⁻¹) via foliar. Utilizou-se como fonte de N a ureia (45% de N) e, como fonte de Mo o molibdato de amônio (54% de Mo). Cada parcela foi composta por cinco fileiras de 4 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre elas. A área útil era composta pelas três linhas centrais desprezando 0,5 em cada lado.

A semeadura foi realizada em 22/6/2007, utilizando-se a cultivar de feijoeiro comum de grão tipo carioca BRS Pontal. As sementes foram tratadas com o fungicida Thiram (120 g do i.a. por 100 kg de sementes) e inseticida Carbofuran (525 g do i.a. por 100 kg de sementes). Foram utilizadas 14 sementes viáveis por metro de sulco. A adubação de base foi de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo) e 40 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). A emergência das plantas ocorreu em 1/7/2007.

O sistema de irrigação utilizado foi a aspersão convencional com linha lateral de PVC, com 50 mm de diâmetro, instalada em nível. O manejo da irrigação foi realizado com base na metodologia sugerida por Bernardo et al. (2005), informações obtidas pelo tanque "Classe A" e os dados de Kc nos diferentes estágios da cultura.

A aplicação de N em cobertura foi realizada em filete contínuo, a 5 cm das plantas, 15 DAE. Após a aplicação de N foram aplicados 15 mm de água com o objetivo de incorporar o adubo. A aplicação foliar de Mo foi realizada no dia seguinte (16 DAE), utilizando um pulverizador costal, regulado para aplicar 200 L de calda ha⁻¹.

O controle de plantas daninhas foi realizado mediante capinas manuais, sempre que necessário. Durante o desenvolvimento da cultura, foram realizados os demais tratamentos culturais e fitossanitários recomendados.

Por ocasião do florescimento pleno, que ocorreu em 42 DAE, foi medido o índice relativo de clorofila com o auxílio do aparelho Chlorophyll Content Meter (CCM-200), em dez plantas escolhidas aleatoriamente dentro da área útil da parcela. Em cada planta, foram realizadas leituras em três folhas no terço mediano, determinando-se o valor médio por planta.

Na colheita realizada 87 DAE, foram coletadas dez plantas na área útil de cada parcela para determinação dos componentes da produção (número de vagens por planta, número de grãos

por vagem e massa de 100 grãos). As plantas de duas linhas da área útil de cada parcela foram arrancadas manualmente e secas a pleno sol. Após a secagem, os grãos foram pesados e a umidade foi corrigida para 0,13 kg kg⁻¹ (base úmida), obtendo-se a produtividade de grãos em kg ha⁻¹.

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias referentes à aplicação de Mo foram comparadas pelo teste t (p = 0,05), 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% de probabilidade pelo teste F. Foram realizadas análises de correlação simples entre as características agrônomicas do feijoeiro, e determinou-se também a eficiência de utilização do N, mediante a relação kg ha⁻¹ da produtividade incrementada, em relação à testemunha (sem aplicação de N)/kg ha⁻¹ de N, na ausência e presença de Mo via foliar.

Resultados e discussão

O índice relativo de clorofila foi influenciado pela aplicação de N em cobertura e de Mo via foliar (Tabela 1). A adubação nitrogenada de cobertura proporcionou aumento linear nessa característica (Figura 1). Esses resultados corroboram os obtidos por Soratto et al. (2004) que obtiveram resposta positiva do feijoeiro de inverno cultivado sobre preparo de solo convencional, quanto ao índice de clorofila, em função da adubação nitrogenada de cobertura. Segundo Malavolta et al. (1997), isso é justificado pelo fato do N ser um dos componentes da molécula de clorofila. A aplicação de Mo via foliar também contribuiu para o incremento do índice relativo de clorofila. Araújo et al. (2009) também verificaram incremento no índice relativo de clorofila nas folhas do feijoeiro, mediante aplicação de N via solo e Mo via foliar. O Mo é componente das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato, envolvidas, respectivamente, no processo de fixação simbiótica do N e na redução do nitrato absorvido pelas plantas a nitrito, para incorporação aos compostos orgânicos, como proteínas e clorofila (MALAVOLTA et al., 1997; PESSOA et al., 2000; VIEIRA, 2006). Pessoa et al. (2000) verificaram maiores teores de N total e N orgânico nas folhas do feijoeiro em função da aplicação de Mo via foliar, o que indica efeito positivo do micronutriente no aproveitamento do N absorvido pela planta.

Tabela 1. Índice relativo de clorofila nas folhas, número médio de vagens por planta e grão por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos da cultura do feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. Cassilândia, Estado do Mato Grosso do Sul, 2007.

Causas de variação	Índice relativo de clorofila	Nº de vagens por planta	Nº de grãos por vagem	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Teste F					
N em cobertura (N)	25,90**	7,80**	1,42ns	2,63ns	8,09**
Mo via foliar (Mo)	6,25*	0,37ns	2,21ns	4,64*	0,49ns
N x Mo	1,91ns	3,98*	9,68**	1,97ns	4,10*
Molibdênio (80 g ha ⁻¹)					
Sem Mo	37,3b	6,4a	4,2a	25,3a	1.170a
Com Mo	41,4a	7,3a	4,0a	24,2b	1.225a
CV(%)	11,6	17,1	10,6	5,8	18,4

ns, * e ** são: não significativo e significativo a 5 e 1% pelo teste F. Médias seguidas de letras distintas na coluna (molibdênio via foliar) diferem entre si pelo teste t ($p = 0,05$).

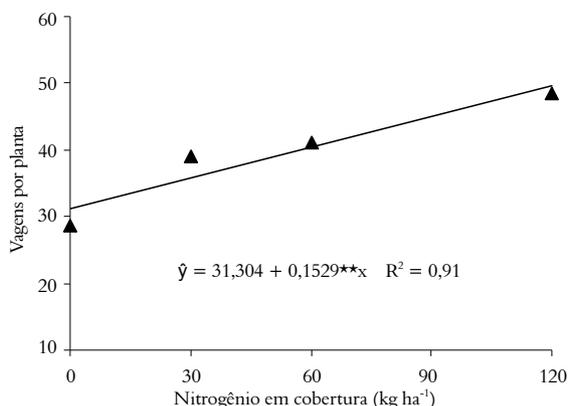


Figura 1. Índice relativo de clorofila nas folhas da cultura do feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura. Médias dos tratamentos sem e com Mo via foliar. ** é significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

O número de vagens por planta foi influenciado pela aplicação de N em cobertura e pela interação entre a N em cobertura e Mo via foliar (Tabela 1). A aplicação de N em cobertura proporcionou incrementos lineares nessa variável independentemente do fornecimento de Mo via foliar (Figura 2). Os maiores efeitos do aumento das doses de N no incremento no número de vagens por planta foram obtidos nos tratamentos que recebera Mo via foliar, com os valores que se correlacionam positivamente com o índice relativo de clorofila nas folhas (Tabela 2), e na dose de 120 kg ha⁻¹ de N, a aplicação de Mo via foliar proporcionou número de vagem por planta significativamente superior ao tratamento sem Mo. Soratto et al. (2006) e Araújo et al. (2009) também observaram efeito positivo da aplicação de N em cobertura no número de vagens por planta no feijoeiro. Segundo Portes (1996), a adubação nitrogenada tem grande influência no número de vagens por planta, pois quando a planta é mal nutrida em relação a esse nutriente, produz menos flores e, conseqüentemente, menos vagens, e isso comprova que o fornecimento de N é indispensável para a cultura. Porém, mesmo quando suprida a necessidade de N, a planta de feijão pode não atingir a produtividade máxima, se o fornecimento de Mo não for suficiente.

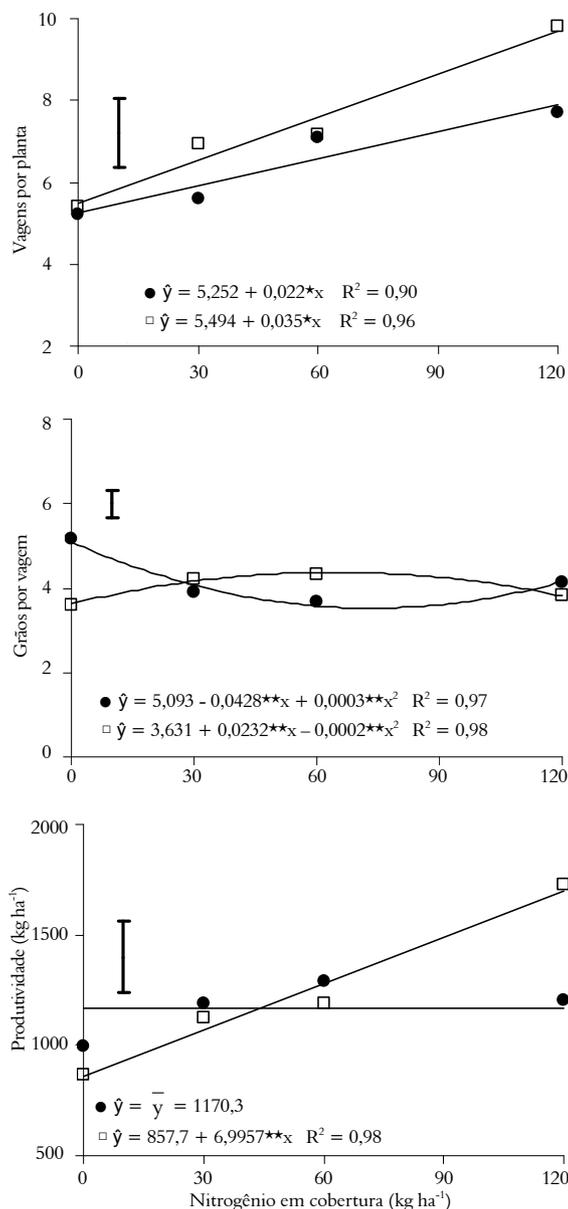


Figura 2. Número médio de vagens por planta, número médio de grãos por vagem e produtividade de grãos da cultura do feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, sem (●) e com (□) a aplicação de molibdênio via foliar. ** e * são significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente. Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste t ($p = 0,05$).

Segundo Pessoa et al. (2000), a aplicação de Mo via foliar tem efeito positivo no aproveitamento do N absorvido pelo feijoeiro, já que proporciona maiores teores de N total e N orgânico nas folhas. Fullin et al. (1999) verificaram que a aplicação de N no solo é imprescindível para aumentar o efeito do Mo aplicado.

Tabela 2. Coeficientes de correlação simples (r) entre características agrônômicas da cultura do feijão, sem e com a aplicação de molibdênio via foliar.

Variável	Vagens por planta	Grãos por vagem	Massa de 100 grãos	Produtividade de grãos
Sem Mo				
Índice relativo de clorofila	0,44ns	0,15ns	0,20ns	0,19ns
Vagens por planta		-0,38ns	-0,48ns	0,46ns
Grãos por vagem			-0,11ns	0,02ns
Massa de 100 grãos				-0,31ns
Com Mo				
Índice relativo de clorofila	0,67**	-0,25ns	0,23ns	0,68**
Vagens por planta		0,01ns	0,40ns	0,85***
Grãos por vagem			-0,06ns	0,17ns
Massa de 100 grãos				0,15ns

, *e ns são, respectivamente, significativos a 1%, 0,1% e não significativo pelo teste t.

O número de grãos por vagem não foi influenciado significadamente pela aplicação de N e Mo, contudo, houve efeito significativo da interação do N com Mo, e aumento do número de grãos por vagem em função da adubação de N associada a de aplicação de Mo até a dose de 60 kg ha⁻¹ de N, e com doses maiores desse nutriente o número de grãos por vagens tendeu a decrescer (Figura 2). Araújo et al. (2009) também verificaram maior número de grãos por vagem no feijoeiro, mediante a aplicação de N via solo e Mo via foliar.

A massa de 100 grãos foi influenciada negativamente pela aplicação de Mo via foliar (Tabela 1). A menor massa de 100 grãos observada nos tratamentos com aplicação de Mo via foliar pode estar relacionada com o maior número de vagens por planta encontrado nesse tratamento, apesar de estatisticamente igual.

A produtividade de grãos foi influenciada pela aplicação de N em cobertura e pela interação entre os fatores (Tabela 1). A aplicação de N proporcionou incremento na produtividade do feijoeiro, somente quando combinada com a aplicação de Mo via foliar, e no tratamento que recebeu 120 kg ha⁻¹ de N, a aplicação de Mo proporcionou aumento de produtividade da ordem de 43,8%, em relação ao tratamento que não recebeu Mo (Figura 2), ou seja, a aplicação de Mo via foliar proporcionou maior eficiência de utilização do N aplicado em cobertura, principalmente nas maiores doses de N (Tabela 3). Nos tratamentos em que foram aplicadas menores doses de N, o fornecimento de Mo via foliar não teve efeito na produtividade de grãos. O aumento na produtividade de grãos proporcionado pela aplicação de

Mo via foliar, na presença de elevada dose de N em cobertura, provavelmente está relacionado com a atividade da redutase do nitrato, enzima indispensável no aproveitamento dos nitratos absorvidos pela planta (PESSOA et al., 2000; VIEIRA, 2006). Fullin et al. (1999) verificaram que a aplicação de N no solo é imprescindível para aumentar o efeito do Mo pulverizado nas folhas. Tais resultados indicam que mesmo quando suprida de N, a planta de feijão pode não atingir a produtividade máxima, se o fornecimento de Mo não for suficiente.

Tabela 3. Aumento da produtividade de grãos do feijoeiro e eficiência de uso do nitrogênio, considerando as doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, na ausência e presença da aplicação de molibdênio (80 g ha⁻¹) via foliar.

N em cobertura (kg ha ⁻¹)	Aumento da produtividade (kg ha ⁻¹)		Eficiência de uso do N ²	
	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo
30	197,3	258,8	6,6	8,6
60	296,5	324,3	4,9	5,4
120	207,2	866,4	1,7	7,2

¹Obtido em relação à média de produtividade na testemunha (Sem Mo = 995 kg ha⁻¹ e Com Mo = 863 kg ha⁻¹). ²Eficiência de uso do N: kg ha⁻¹ de produtividade aumentada/kg ha⁻¹ de N aplicado.

Houve correlação positiva da produtividade de grãos com o índice de clorofila e o número de vagens por planta apenas na presença da Mo (Tabela 2) ao demonstrar que a aplicação de Mo via foliar favoreceu o aproveitamento do N absorvido pelas plantas, aumentando o teor de clorofila das folhas o que refletiu em maior número de vagens por planta e, conseqüentemente, maior produtividade, o que também é evidenciado pela maior eficiência de uso do N observado nos tratamentos que receberam Mo (Tabela 3).

Conclusão

O índice relativo de clorofila nas folhas do feijoeiro foi aumentado pela aplicação de N em cobertura e Mo via foliar. A aplicação de N em cobertura proporcionou aumento na produtividade de grãos do feijoeiro apenas quando combinado com o fornecimento de Mo via foliar. O fornecimento de 80 g ha⁻¹ de Mo via foliar aumentou a eficiência de utilização do N pelo feijoeiro.

Referências

- ARAÚJO, P. R. A.; ARAÚJO, G. A. A.; ROCHA, P. R. R.; CARNEIRO, J. E. S. Combinações de doses de molibdênio e nitrogênio na adubação da cultura do feijoeiro-comum. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 2, p. 227-234, 2009.
- ASCOLI, A. A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 377-384, 2008.

- BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. A. Efeitos de doses e épocas de aplicação de molibdênio sobre a cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 7, p. 473-480, 1996.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa: UFV, 2005.
- CARVALHO, A. M.; SILVA, A. M.; COSTA, E. F.; COUTO, L. Influência da fertirrigação no rendimento de grãos e componentes de produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Carioca. **Ciência e Prática**, v. 16, n. 4, p. 503-511, 1992.
- 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.
- 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.
- JESUS JÚNIOR, W. C.; VALE, F. X. R.; COELHO, R. R.; HAU, B.; ZAMBOLIM, L.; BERGER, R. D. Management of angular leaf spot in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with molybdenum and fungicide. **Agronomy Journal**, v. 96, n. 3, p. 665-670, 2004.
- KAISER, K. N.; GRIDLEY, K. L.; BRADY, J. N.; PHILLIPS, T.; TYERMAN, S. D. The role of molybdenum in agricultural plant production. **Annals of Botany**, v. 96, n. 5, p. 745-754, 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997.
- 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. 169-221.
- PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro "Ouro Negro" em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 75-84, 2000.
- PORTES, T. A. Ecofisiologia. 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. 101-131.
- SCHWARZ, G.; MENDEL, R. R.; RIBBE, M. W. Molybdenum cofactors, enzymes and pathways. **Nature**, v. 460, n. 7257, p. 839-847, 2009.
- SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; CHIDI, 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.
- SILVEIRA, P. M.; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 11, p. 1269-1276, 1993.
- SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.
- SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2, p. 259-265, 2006.
- VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. atual. Viçosa: UFV, 2006. p. 115-142.
- VIEIRA, R. F.; CARDOSO, E. J. B. N.; VIEIRA, C.; CASSINI, S. T. A. Foliar application of molybdenum in common beans. I. Nitrogenase and nitrate reductase activities in a soil of high fertility. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, n. 2, p. 169-180, 1998.

Received on February 19, 2009.

Accepted on August 22, 2009.

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.