

APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO EM FEIJOEIRO IRRIGADO CULTIVADO NO NORTE DE MINAS GERAIS

FOLIAR APPLICATION OF MOLYBDENUM IN IRRIGATED COMMON BEAN CULTIVATED IN THE NORTHERN MINAS GERAIS, BRAZIL

Enilson de Barros SILVA¹; Sheila Renata SANTOS²; Felipe Galuppo FONSECA²; Luís Paulo Patente TANURE³; Juan Paulo Xavier de FREITAS³

1. Professor, Doutor, Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Diamantina, MG, Brasil. ebsilva@ufvjm.edu.br. 2. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal - UFVJM, Diamantina, MG, Brasil. 3. Mestre em Produção Vegetal - UFVJM, Diamantina, MG, Brasil.

RESUMO: A aplicação de Mo, via foliar, para o feijoeiro tem levado ao aumento de produtividade dessa cultura. O objetivo foi estudar o efeito da adubação foliar com Mo no rendimento de grãos e seus componentes e nos teores foliares de nutrientes no feijoeiro irrigado cultivado no Norte de Minas Gerais. Foram conduzidos três experimentos de campo, sendo dois no município de Jaíba (MG) em Neossolo Quartzarênico (NQ) e Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) e o terceiro em Nova Porteirinha (MG) em Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA). Os tratamentos foram sem e com pulverização foliar de Mo na dose de 60 g ha⁻¹. Usou-se a cultivar Carioca em sistema irrigado. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com cinco blocos e duas repetições dos tratamentos por bloco. Concluiu-se que o rendimento de grãos e seus componentes aumentaram com aplicação de Mo via foliar na dose de 60 g ha⁻¹ no LVA e não houve aumento no NQ e LVe. A faixa adequada de N e Mo foram de 40,3 a 43,6 g kg⁻¹ e 0,80 a 0,73 mg kg⁻¹ nas folhas do feijoeiro, respectivamente, em sistema irrigado no Norte de Minas Gerais.

PALAVRA-CHAVE: Produtividade. *Phaseolus vulgaris*. Irrigação. Faixa de suficiência.

INTRODUÇÃO

O molibdênio (Mo) é um dos elementos minerais requeridos em menor quantidade pelas plantas. Sua ação principal, em termos de processo metabólico está restrita a sua participação em algumas enzimas, tais como nitrogenase, redutase do nitrato e xantina oxidase/desidrogenase. A participação do Mo na oxidação do sulfito pela sulfito oxidase, ainda não está clara em plantas superiores, como ocorre em microorganismos (MARSCHNER, 1995).

O Mo é muito provavelmente transportado como MoO₄⁻². Essa forma aniônica é muito próxima a de outros metais tais como SO₄⁻² e H₂PO₄⁻. Essa aproximação química pode trazer implicações na disponibilidade de Mo no solo e na absorção pelas plantas (MALAVOLTA, 2006).

Do ponto de vista agrícola, as enzimas nitrogenase e redutase do nitrato são as mais importantes. O Mo faz parte do "cluster" da enzima nitrogenase, que é a enzima mais importante na fixação biológica de nitrogênio (FBN) em todos os organismos fixadores. Na atividade da enzima redutase do nitrato, o Mo também atua como doador de elétrons na redução do nitrato a nitrito (NUNES et al., 2003). Assim o seu papel está diretamente ligado ao metabolismo de nitrogênio.

A aplicação foliar de Mo eleva os teores de N nas folhas dos feijoeiros, que se tornam bem mais

verdes e, frequentemente, aumenta o tamanho dos grãos, o número de vagens por planta e, conseqüentemente, o rendimento de grãos (ANDRADE et al., 1998). Fica evidente a importância desse nutriente para aumentar a produtividade e reduzir a adubação nitrogenada.

Existem respostas que a pulverização foliar é a forma de aplicação mais eficiente e deve ser aplicado 60 g ha⁻¹ de Mo aos 15 a 25 dias após a emergência (DAE) da planta do feijoeiro (CHAGAS et al., 1999). Segundo Pessoa et al. (2000) e Ferreira et al. (2003) foram obtidos bons resultados na Zona da Mata de Minas Gerais, com o uso de doses mais elevadas de Mo, entre 80 e 90 g ha⁻¹. A máxima eficiência técnica com aplicação de Mo foi conseguida com a dose estimada de 80,3 g ha⁻¹ de Mo com produtividade de 1.892 kg ha⁻¹ e o teor de Mo nas folhas passou de 0,49 (testemunha) para 0,95 mg kg⁻¹ (PESSOA et al., 2000). As plantas satisfatoriamente nutridas com Mo tiveram incremento na utilização de N por melhorar a FBN e utilizar mais eficientemente o N mineral absorvido do solo o que pode ser observado pelos maiores teores de N total e de N orgânico nas folhas e nos grãos e pelo aspecto visual das plantas que apresentaram intenso crescimento e folhas com coloração verde.

Relatos em diversos estudos sobre a aplicação foliar do Mo (VIEIRA et al., 1998; AMANE et al., 1999; FERREIRA et al., 2002;

MEIRELES et al., 2003) têm demonstrado que: a) aumentos de produtividade de 90, 100, ou 200% podem ser atingidos; b) a dose de Mo que possibilita os máximos rendimentos varia de 70 a 100 g ha⁻¹; c) a época mais própria para a aplicação é de 14 a 28 DAE, ou seja, antes do florescimento; d) o teor de N nas folhas é aumentado escurecendo-as; e) seu emprego pode tornar dispensável a adubação nitrogenada em cobertura; f) a qualidade fisiológica das sementes é melhorada.

Apesar de serem conhecidos vários resultados com aplicação foliar de Mo, a existência de alguns solos com condições propícias à deficiência de Mo torna necessário o estudo da adubação com esse elemento na cultura do feijoeiro, principalmente em culturas irrigadas. Nessas condições o Mo passa a ser o limitante para se obter altas produtividades.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a aplicação foliar de Mo no rendimento de grãos e seus componentes e nos teores foliares de nutrientes no feijoeiro irrigado cultivado no Norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos de campo, os quais dois no Projeto Jaíba, município de Jaíba (MG) com a altitude da sede do município de 500 m, a latitude de 15°23'S, a longitude a 43°46'W e uma precipitação pluviométrica média anual de 800 mm em Neossolo Quartzarênico (NQ) e

Latossolo Vermelho eutrófico (LVE) (EMBRAPA, 2006). O terceiro experimento foi desenvolvido na Colonização II do Perímetro Irrigado do Gorutuba, Nova Porteirinha (MG), com altitude de 520 m, longitude entre 43°20' e 44°06'E, latitude entre 14°33' a 15°28'S em Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006). Todos os experimentos foram conduzidos na região Norte do estado de Minas Gerais, sendo o clima classificado com Aw, segundo Köppen.

Para a caracterização do solo foram coletadas amostras compostas na profundidade de 0 a 0,20 m que, depois de secas ao ar e passadas em peneira de 2,0 mm, cujos resultados das análises químicas (SILVA, 2009) e de textura do solo (EMBRAPA, 1997) encontram-se na Tabela 1.

Os tratamentos foram sem e com pulverização foliar de molibdênio na dose de 60 g ha⁻¹ conforme recomendação de Chagas et al. (1999), em três locais de cultivo em três tipos de solo (NQ, LVE e LVA). A aplicação foliar de Mo foi feita com solução de molibdato de amônio aos 20 dias após a emergência, com o uso de pulverizador costal. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com cinco blocos com duas repetições dos tratamentos por bloco. As parcelas foram compostas de cinco fileiras de feijão (*Phaseolus vulgaris*) com 15 m cada. Semeou-se o feijão cultivar Carioca no espaçamento de 50 cm entre fileiras de plantas e, com sementes para alcançar a população de 240.000 plantas ha⁻¹.

Tabela 1. Resultados de análise de química e de textura dos solos antes da implantação dos experimentos.

Solo	pH ^{1/}	P ^{2/} K ^{2/}		Ca ^{3/}	Mg ^{3/}	Al ^{3/}	T ^{4/}	m ^{5/}	V ^{6/}	MO ^{7/}	Areia ^{8/}	Silte ^{8/}	Argila ^{8/}
		-- mg dm ⁻³ --		----- cmol _c dm ⁻³ -----			----- % -----		g dm ⁻³	----- g kg ⁻¹ -----			
NQ	5,7	2,0	21	1,4	0,2	0,1	3,0	6	56	0,7	85	5	10
LVE	6,9	17,0	150	5,0	1,1	0,1	7,8	2	83	2,6	47	17	36
LVA	6,5	10,0	90	4,0	1,0	0,1	8,0	2	65	2,1	35	15	50

^{1/} H₂O 1:2,5; ^{2/} Mehlich 1; ^{3/} KCl 1 mol L⁻¹; ^{4/} Capacidade de troca de cátions a pH 7,0; ^{5/} Saturação de alumínio; ^{6/} Saturação por bases; ^{7/} Walkley Black; ^{8/} Método da pipeta. NQ - Neossolo Quartzarênico, LVE - Latossolo Vermelho eutrófico e LVA - Latossolo Vermelho-Amarelo.

A calagem nas áreas experimentais não foi necessária, pois, a saturação por bases estava acima de 50 % que é a recomendada para o feijoeiro (ALVAREZ V.; RIBEIRO 1999) (Tabela 1). As adubações de P e K foram baseadas na recomendação de P e K para o feijoeiro para o terceiro nível tecnológico de cultivo (CHAGAS et al., 1999) e na disponibilidade de P e K da análise química do solo (Tabela 1). As fontes utilizadas foram superfosfato triplo e cloreto de potássio aplicado manualmente no sulco de semeadura. A adubação nitrogenada foi de 30 kg ha⁻¹ de N no

sulco de semeadura e de 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura parcelado aos 25 dias após a emergência com a fonte sulfato de amônio. No NQ foi aplicado 70 kg ha⁻¹ de Mg no sulco de semeadura com a fonte sulfato de magnésio devido ao baixo teor de Mg no solo (Tabela 1) para elevar a relação Ca:Mg em 3:1. Foi aplicado no sulco de semeadura 1 kg ha⁻¹ de B (ácido bórico) e 4 kg ha⁻¹ de Zn (sulfato de zinco). O método de irrigação foi pelo sistema de aspersão convencional com precipitação de 12,5 mm h⁻¹. O manejo da irrigação baseou-se na utilização do tanque Classe A, adotando-se um turno fixo de

irrigação de um dia. A lâmina de irrigação aplicada foi calculada com base na evaporação diária do tanque Classe A, utilizando-se coeficientes de tanque (K_p) (DOORENBOS; KASSAM, 1994) e de cultura (K_c) para três fases do ciclo do feijoeiro, no sistema convencional de plantio (STEINMETZ, 1984).

No florescimento pleno do feijoeiro foi realizada a amostragem de folhas para determinação dos teores dos nutrientes conforme recomendação de Malavolta et al. (1997). O N nas folhas foi determinado pelo método de micro-Kjeldahl, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). No extrato, obtido por digestão nitroperclórica, foram dosados os teores totais de P por colorimetria, o K por fotometria de chama, os de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica e os de S total por turbidimetria (MALAVOLTA et al. 1997). O B foi extraído por incineração e determinado por colorimetria de azometina (MALAVOLTA et al. 1997). O Mo foi determinado conforme método descrito por Malavolta et al. (1997).

Por ocasião da colheita, foram avaliados o rendimento de grãos e os componentes do rendimento (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de cem grãos). Os grãos provenientes da debulha de todas as vagens forneceram, por pesagem, o rendimento de grãos com o teor de água corrigida para 12%. O número médio de vagens por planta e o número médio de grãos por vagem foram determinados em amostra aleatória de dez plantas e a massa de cem grãos, pela média de três pesagens de cem grãos tomados ao acaso.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância conjunta que constaram dos fatores: blocos, aplicação foliar Mo (sem e com) e local de cultivo do feijoeiro. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Os teores de N e Mo nas folhas, necessários à obtenção da produção máxima e 90% da máxima, foram estimados por meio das equações que relacionam o rendimento de grãos de feijão, com seus teores na folha, independentemente dos solos cultivados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo do local de cultivo ($P < 0,01$), da aplicação de Mo ($P < 0,01$) e da interação entre esses fatores ($P < 0,01$) sobre o número de vagens por planta, número de sementes

por vagem, massa de cem grãos e rendimento de grãos de feijão.

Observou-se que o rendimento de grãos e seus componentes de produção diferiram em cada solo cultivado e pela aplicação foliar de Mo no feijoeiro (Figura 1). Os maiores rendimentos foram obtidos em solos mais férteis e com níveis de pH mais elevados (Tabela 1). Em solos com pH relativamente elevado (superior a 6,0), normalmente não se espera resposta à aplicação de Mo, pois com o aumento do pH há maior disponibilidade do micronutriente (HAVLIN et al., 2005).

O feijoeiro cultivado em LVe obteve os maiores valores das variáveis avaliadas mas sem diferença estatística entre a aplicação ou não de Mo via foliar (Figura 1). Esse resultado pode estar relacionado com a alta fertilidade do solo (Tabela 1), favorecida, provavelmente, pela irrigação e pelo residual de Mo de adubações em cultivos anteriores (FULLIN et al., 1999).

Os valores intermediários de rendimento de grãos de feijão e de seus componentes foram observados no LVA. Neste solo, a aplicação foliar do Mo propiciou resultados significativos (Figura 1). O incremento nas variáveis do tratamento com aplicação foliar de Mo em relação à testemunha (sem Mo), pode ser resultado da influência deste nutriente sobre a redutase do nitrato, responsável pela redução do nitrato a nitrito, aumentando sua atividade, de modo a possibilitar maior aproveitamento do N (MENGEL; KIRKBY, 2001) e melhorar estado nutricional do feijoeiro (VIEIRA et al., 1998). O pH elevado possibilita uma maior disponibilidade de Mo no solo as culturas (ABREU et al., 2007), isso provavelmente não deve ter ocorrido, pois houve resposta significativa da aplicação foliar de Mo. A aplicação de sulfato de amônio como fonte de N, uma vez que em solos que tenham recebido doses elevadas de fertilizantes contendo sulfato pode ocorrer deficiência de Mo por competição direta entre os íons SO_4^{2-} e MoO_4^{2-} (ALVAREZ V. et al., 2007). Respostas positivas à aplicação foliar do Mo foram obtidos por Vieira et al. (1998), Amane et al. (1999), Ferreira et al. (2002), Meireles et al. (2003) e Pires et al. (2005).

Os menores rendimentos de grãos e de seus componentes de produção foram obtidos no NQ (Figura 1). Uma possível explicação deve-se ao fato de que em solos mais ácidos e arenosos há maior deficiência de Mo. Isso pode levar à necessidade de maiores doses do nutriente (OLIVEIRA et al., 1996).

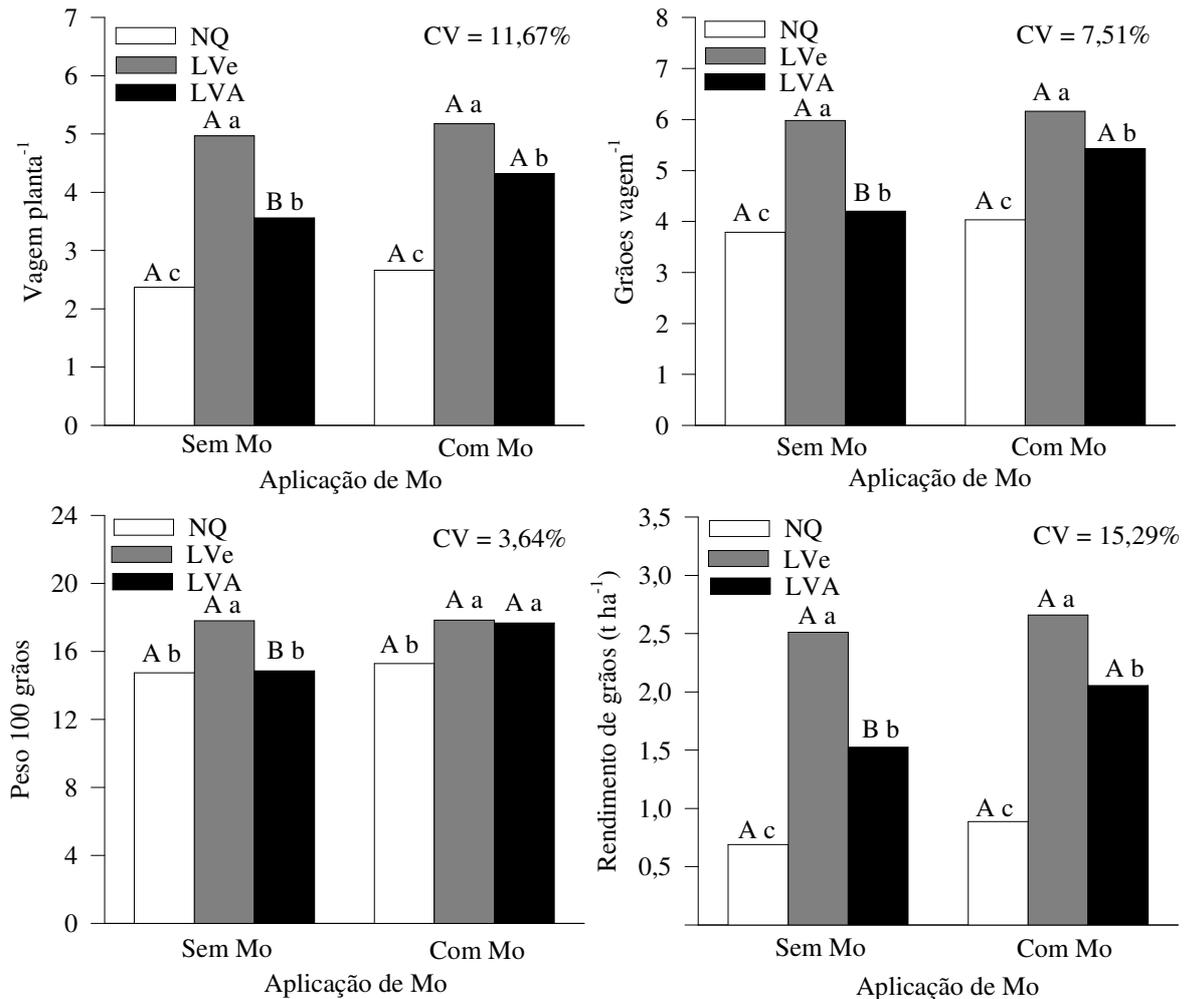


Figura 1. Componentes da produção do feijão influenciados pela aplicação foliar de Mo (60 g ha^{-1}) cultivado em três solos (NQ: Neossolo Quartzarênico, LVe: Latossolo Vermelho eutrófico e LVA: Latossolo Vermelho-Amarelo) do Norte de Minas Gerais. Média com letra minúscula compara os solos em cada aplicação de Mo e maiúscula compara de forma inversa pelo teste de Tukey a 5%.

Os teores foliares dos nutrientes no florescimento do feijoeiro apresentaram diferença significativa apenas quanto aos teores de N e Mo (Tabela 2). Os demais nutrientes não houve diferença significativa nos teores e ficaram na faixa adequada proposta por Martinez et al. (1999). Os teores médios de N nas folhas no estágio de floração variaram de $30,1$ a $48,8 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 2). Esta faixa está além da faixa indicada para o feijoeiro por Martinez et al. (1999), que é de $30,0$ a $35,0 \text{ g kg}^{-1}$ de N. As variações dos teores de N e Mo foliares foram influenciadas pela adubação mólíbdica via foliar e do solo cultivado com feijoeiro. Estes resultados concordam com os de Pessoa et al. (2000), Pires et al. (2005) e Rocha et al. (2011), que obtiveram aumentos nos teores de N nas folhas com o uso de Mo, via foliar. Os aumentos no teor de N nas folhas relacionam-se o aumento na atividade da redutase do nitrato, pois o Mo é componente estrutural desta enzima (MALAVOLTA, 2006).

O rendimento de grãos apresentou relação cúbica com os teores foliares de N e Mo (Figura 2a), influenciado pela aplicação ou não de 60 g ha^{-1} de Mo via foliar aos 20 dias da emergência das plantas cultivadas em três tipos de solo. As plantas satisfatoriamente nutridas com Mo têm incremento na utilização do N (VIEIRA et al., 1998; PESSOA et al., 2000; PIRES et al., 2005; CALONEGO et al., 2010; ROCHA et al., 2011). No caso do feijoeiro, cujo sistema de fixação biológica de N é de baixa eficiência, a necessidade do Mo está mais relacionada à atividade da redutase do nitrato, enzima indispensável no aproveitamento dos nitratos absorvidos pela planta, pois é responsável pela redução do nitrato a nitrito, no processo de assimilação do N (MARSCHNER, 1995; PESSOA et al., 2000). Além disso, a aplicação foliar de Mo aumenta a redução do acetileno e a remobilização do N durante o estágio de enchimento de vagens, e os efeitos combinados desses processos resultam em

maior produtividade de grãos (VIEIRA et al., 1998; JESUS JÚNIOR et al., 2004).

Tabela 2. Teores foliares de macro e micronutrientes influenciados pela aplicação foliar de Mo cultivado em três tipos de solo do Norte de Minas Gerais.

Tipo de solo ⁽¹⁾	Aplicação de Mo	Macronutrientes (g kg ⁻¹)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
NQ	Sem	30,1 b	4,5 a	27,2 a	25,5 a	3,8 a	1,5 a
	Com	33,0 a	4,7 a	27,4 a	25,2 a	3,6 a	1,3 a
Média		31,6 C	4,6 A	27,3 A	25,4 A	3,7 A	1,4 A
LVe	Sem	40,1 b	5,2 a	28,5 a	26,4 a	4,8 a	1,9 a
	Com	43,0 a	5,4 a	28,0 a	26,0 a	4,5 a	1,7 a
Média		41,6 B	5,3 A	28,3 A	26,2 A	4,7 A	1,8 A
LVA	Sem	46,4 a	4,9 a	27,8 a	25,8 a	4,4 a	1,8 a
	Com	48,8 a	5,0 a	27,5 a	25,6 a	4,2 a	1,6 a
Média		47,6 A	5,0 A	27,7 A	25,7 A	4,3 A	1,7 A
CV(%)		7,16	12,80	3,46	4,97	9,74	7,01
Tipo de solo ⁽¹⁾	Aplicação de Mo	Micronutrientes (mg kg ⁻¹)					
		B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo
NQ	Sem	48 a	8,2 a	340 a	150 a	45 a	0,45 b
	Com	46 a	8,0 a	330 a	147 a	46 a	0,57 a
Média		47 A	8,1 A	335 A	149 A	46 A	0,51 C
LVe	Sem	55 a	9,5 a	460 a	165 a	50 a	0,67 b
	Com	52 a	9,0 a	440 a	160 a	52 a	0,88 a
Média		54 A	9,3 A	450 A	163 A	51 A	0,78 B
LVA	Sem	53 a	8,6 a	445 a	158 a	48 a	0,90 a
	Com	50 a	8,4 a	437 a	155 a	49 a	0,95 a
Média		52 A	8,5 A	441 A	157 A	49 A	0,93 A
CV(%)		13,90	12,63	23,50	14,06	10,60	8,34

Médias com letra minúscula comparam a aplicação de Mo dentro de cada solo e maiúscula compara entre os solos na coluna pelo teste de Tukey a 5%. ⁽¹⁾NQ: Neossolo Quartzarênico, LVe: Latossolo Vermelho eutrófico e LVA: Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006).

Os teores foliares de N para o máximo rendimento de grãos (2.710 kg ha⁻¹) e 90% (2.439 kg ha⁻¹) foram 43,6 e 40,3 g kg⁻¹, respectivamente, sendo essa faixa acima da adequada proposta por Malavolta et al. (1997) e Martinez et al. (1999). Por outro lado, Pessoa et al. (2000) tiveram aumento no teor de N nas folhas do feijoeiro de 170%, ou seja, de 26,6 g kg⁻¹ (sem aplicação foliar de Mo) para 45,5 g kg⁻¹ com a dose de 80,3 g ha⁻¹ de Mo para

máxima produtividade de grãos de 1.892 kg ha⁻¹. O rendimento de grãos obtido pelos autores está abaixo do encontrado no presente trabalho devido à maior fertilidade dos solos em estudo (Tabela 1) e sistema de produção irrigado do feijoeiro, que torna mais eficiente a disponibilidade dos nutrientes.

O rendimento de grãos de feijão aumentou com os teores de Mo nas folhas (Figura 2b).

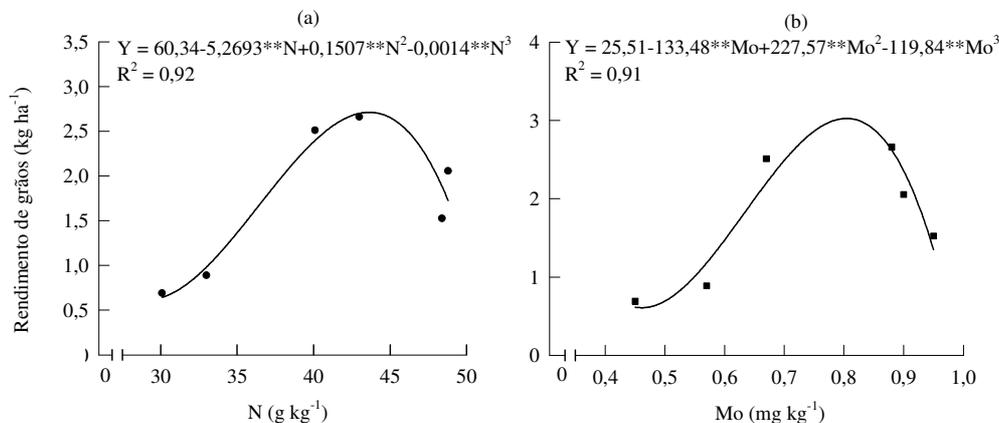


Figura 2. Relação entre o rendimento de grãos de feijão cultivar Carioca com o teor foliar de N (a) e Mo (b) cultivado em três solos do Norte de Minas Gerais.

Atingiu-se a produtividade máxima e 90% da máxima de 3.026 e 2.724 kg ha⁻¹, respectivamente, com os teores de 0,80 e 0,73 mg kg⁻¹ de Mo nas folhas do feijoeiro. Para o feijoeiro, Pessoa et al. (2000) obtiveram um teor de 0,95 mg kg⁻¹ de Mo nas folhas para o máximo rendimento de grãos em resposta a aplicação de 80,3 g ha⁻¹ de Mo, via aplicação foliar.

de 60 g ha⁻¹ no cultivo do feijoeiro em Latossolo Vermelho-Amarelo e não houve aumento no Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho eutrófico.

As faixas adequadas de N foram de 40,3 a 43,6 g kg⁻¹ e de Mo 0,80 a 0,73 mg kg⁻¹ nas folhas do feijoeiro cultivado em sistema irrigado no Norte de Minas Gerais.

CONCLUSÕES

O rendimento de grãos e seus componentes aumentaram com aplicação de Mo via foliar na dose

ABSTRACT: The Mo application, in the foliar, for the common bean has been taking to increases of the yield of culture. The objective to study the effect of the fertilizer to foliate with Mo in the yield and their components and leaf contents of nutrients in irrigated common bean cultivated in Northern Minas Gerais, Brazil. Three field experiments were driven being two in the Jaíba (MG) country in Quartzarenic Neossol (QN) and Red Latossol eutrophyc (RLe) and the located third party in the Nova Porteirinha (MG) country in Red-Yellow Latossol (RYL). The treatments were without and with pulverization of Mo in the dose of 60 g ha⁻¹. The cultivar "Carioca" in system irrigated was evaluated. The experimental design was of block randomized with five repetitions and two repetitions of the treatments for block. It was ended what the grains yield and their components increased with foliar application of Mo in the dose of 60 g ha⁻¹ in the RYL and no increase in QN and RLe. The appropriate ranges of N and Mo were from 40.3 to 43.6 g kg⁻¹ and 0.80 to 0.73 mg kg⁻¹ in the leaves of the common bean, respectively, in system irrigated cultivation in the Northern of Minas Gerais, Brazil.

KEYWORDS: Yield. *Phaseolus vulgaris*. Irrigation. Sufficiency range.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 645-736.
- ALVAREZ V., V. H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 43-60.
- ALVAREZ, V. H., ROSCOE, R., KURIHARA, C. H., PEREIRA, N. F. Enxofre. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 595-644.
- 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**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 643-650, 1999.
- ANDRADE, M. J. B.; ALVARENGA, P. E.; SILVA, R.; CARVALHO, J. G.; JUNQUEIRA, A. D. A. 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. 4, p. 499-508, 1998.
- CALONEGO, J. C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARBOSA, R. D.; LEITE, G. H. P.; GRASSI FILHO, H. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 334-340, 2010

- CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B. de; LANA, R. M. Q.; RIBEIRO, A. C. Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 306-309.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise do solo**. Brasília: SPI, 1997. 212p
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: SPI, 2006. 306p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise do solo**. Brasília: Produção de Informação, 1997. 212p.
- FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R.; VIEIRA, C. Influência do molibdênio contido na semente e de sua aplicação foliar sobre a composição mineral de folhas e sementes do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 49, n. 284, p. 443-452, 2002.
- FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R.; VIEIRA, C. Características agronômicas do feijoeiro em função do molibdênio contido na semente e de sua aplicação via foliar. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 65-72, 2003.
- 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**, Brasília, v. 34, n. 7, p. 1145-1149, 1999.
- HAVLIN, J. L.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management**. 7. ed. New Jersey: Pearson, 2005.
- 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**, Madison, v. 96, n. 3, p. 665-670, 2004.
- MALAVOLTA, E, VITTI, G. C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Hohenheim: Elsevier, 1995. 889p.
- MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. de. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 143-168.
- MEIRELES, R. C.; REIS, L. S.; ARAÚJO, E. F.; SOARES, A. S.; PIRES, A. A.; ARAÚJO, G. A. A. Efeito de época e do parcelamento da aplicação do molibdênio via foliar, na qualidade de sementes de feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 292, p. 699-707, 2003.
- MENGEL, K; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

NUNES, F. S.; RAIMONDI, A.C.; NIEDWIESKI, A.C. Fixação de nitrogênio: estrutura, função e modelagem bioinorgânica das nitrogenases. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n.6, p. 872-879, 2003.

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. (Eds.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 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**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 75-84, 2000.

PIRES, A. A.; ARAÚJO, G. A. A.; LEITE, U. T.; ZAMPIROLI, P. D.; RIBEIRO, J. M. O.; MEIRELES, R. C. Parcelamento e época de aplicação foliar do molibdênio na composição mineral das folhas do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 25-31, 2005.

ROCHA, P. R. R.; ARAÚJO, G. A. A.; CARNEIRO, J. E. S.; CECON, P. R.; LIMA, T. C. Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 9-17, 2011

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Informações Tecnológicas, 2009. 627p.

SILVA, M. V.; ANDRADE, M. J. B.; MORAES, A. R.; ALVES, V. G. Fontes e doses de molibdênio via foliar em duas cultivares de feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 126-133, 2003.

STEINMETZ, S. **Evapotranspiração máxima no cultivo do feijão de inverno**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 4p. (Pesquisa em Andamento, 47).

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**, New York, v. 21, n. 2, p. 169-180, 1998.