

# DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL MOLÍBDICO DO FEIJOEIRO EM RAZÃO DO MOLIBDÊNIO CONTIDO NA SEMENTE E DA SUA APLICAÇÃO FOLIAR

## MOLYBDENUM NUTRITIONAL STATUS OF BLACK BEAN PLANTS AS A FUNCTION OF SEED MOLYBDENUM CONTENTS AND ITS FOLIAR APPLICATION

FERREIRA, Alexandre C. de B.<sup>1</sup>; ARAÚJO, Geraldo A. de A.<sup>2</sup>; CARDOSO, Antônio A.<sup>3</sup>; FONTES, Paulo C. R.<sup>4</sup>; VIEIRA, Clibas<sup>3</sup>

### RESUMO

A diagnose da deficiência de molibdênio é importante para a correção e redução das perdas de produtividade das leguminosas, e também para prevenir a deficiência de nitrogênio para as culturas subseqüentes. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do Mo contido nas sementes, em associação com doses desse nutriente aplicadas via foliar aos 25 dias após a emergência, sobre a nutrição molíbdica do feijoeiro, em duas épocas de semeadura. Foram realizados dois experimentos com a variedade Meia-Noite. No experimento I utilizou-se sementes com quatro conteúdos de Mo ( $0,01 \pm 0,0099$ ;  $0,138 \pm 0,017$ ;  $0,24 \pm 0,0253$ ; e  $0,535 \pm 0,024 \mu\text{g semente}^{-1}$ ), combinadas com quatro doses de Mo aplicadas nas folhas ( $0, 40, 80$  e  $120 \text{ g ha}^{-1}$ ). No experimento II foram usadas as mesmas doses do experimento I e sementes com conteúdos de  $0,000 \pm 0$  (não detectável);  $0,062 \pm 0,0107$ ;  $0,168 \pm 0,0119$ ; e  $0,335 \pm 0,0338 \mu\text{g semente}^{-1}$  de Mo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em quatro repetições, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial  $4 \times 4$ . O conteúdo de Mo na semente, que variou de  $0,01$  a  $0,535 \mu\text{g semente}^{-1}$  no experimento I e de  $0$  (não detectável) a  $0,335 \mu\text{g semente}^{-1}$  no experimento II, não alterou a produtividade, evidenciando-se a necessidade da adubação molíbdica, que aumentou a produção de grãos. O teor e o acúmulo do Mo nas folhas e nas sementes aumentaram com o incremento da adubação molíbdica. O nível crítico de Mo na matéria seca de folhas colhidas aos 35 dias após a emergência foi de  $1,50 \text{ mg kg}^{-1}$  no experimento I e  $3,64 \text{ mg kg}^{-1}$  no experimento II. O conteúdo de Mo nas sementes não influenciou a nutrição molíbdica da planta.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., adubação molíbdica, conteúdo de molibdênio, nutrição.

### INTRODUÇÃO

A função mais importante do molibdênio (Mo) no feijoeiro está associada com o metabolismo do nitrogênio (N), favorecendo a assimilação do N atmosférico e, ou, o melhor aproveitamento do N disponível na forma de  $\text{N-NO}_3^-$  (VIEIRA et al., 1998). Em alguns casos, esse nutriente substituiu a adubação nitrogenada de cobertura e resultou em ganhos expressivos de rendimento do feijoeiro na Zona da Mata de Minas Gerais (VIEIRA et al., 1992; PESSOA et al., 2000).

Cada cultura requer quantidades diferentes de micronutrientes, podendo, inclusive, a absorção e o acúmulo de Mo variarem entre as cultivares de feijão (BRODRICK & GILLER, 1991). Eventuais deficiências podem ser constatadas pela análise foliar, cujos resultados podem ser interpretados por diversos critérios, entre os quais o do nível crítico. A

diagnose da deficiência de Mo é importante não apenas para a correção e redução das perdas de produtividade das leguminosas, mas também na prevenção da deficiência do N disponível para as culturas subseqüentes (JONGRUAYSUP et al., 1994). Entretanto, poucos trabalhos enfatizam a análise dos tecidos vegetais para determinação de Mo, principalmente quando envolvem o cultivo de sementes com diferentes conteúdos de Mo e a adubação molíbdica por via foliar.

O uso de sementes produzidas em solos contendo Mo e com pH em  $\text{H}_2\text{O}$  próximo a 6,0 talvez possa garantir níveis adequados do micronutriente para a cultura em plantio posterior (GUPTA & LIPSETT, 1981; BRODRICK et al., 1995), pois tem sido verificado que o Mo acumula-se nas sementes (BRODRICK et al., 1992; JACOB-NETO & ROSSETTO, 1998; PESSOA et al., 2000).

Feijoeiros originados de sementes com maior conteúdo de Mo apresentaram maior peso dos nódulos, acumularam mais N e produziram mais sementes (BRODRICK et al., 1992), prevenindo a produção de sementes com baixo conteúdo de Mo, durante vários ciclos consecutivos em um mesmo local (BRODRICK et al., 1995). Segundo BRODRICK & GILLER (1991), a reserva da semente pode fornecer suficiente Mo por, no mínimo, uma geração, sem a necessidade de adubação molíbdica e não comprometendo a produtividade.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do Mo contido nas sementes, em associação com doses desse nutriente aplicadas via foliar aos 25 dias após a emergência, sobre a nutrição molíbdica do feijoeiro, variedade Meia-Noite, em duas épocas de plantio.

### MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado num Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico no Campo Experimental Diogo Alves de Mello, em Viçosa, MG, sendo constituído de dois experimentos, utilizando-se em ambos a variedade Meia-Noite, feijão preto com hábito de crescimento indeterminado (tipo II). Anteriormente à instalação dos experimentos, foram coletadas amostras da camada superficial do solo (0-20 cm), obtendo-se os seguintes resultados: experimento I (pH em água, 5,5; P,  $52,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ; K,  $102 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Al}^{3+}$ ,  $0 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $25 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $4 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ; CTC efetiva,  $32 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ; CTC total,  $72 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ; V, 45%; classificação textural: argiloso); e experimento II (pH em água, 5,6; P,  $50,2$

<sup>1</sup> Engº Agrônomo, Pesquisador, D.Sc., Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais / EPAMIG. Centro Tecnológico da Zona da Mata/CTZM, Vila Gianetti 46, Campus da UFV, Caixa Postal 216, CEP 36571-000 Viçosa, MG. E-mail: abarcellos@epamig.br Apoio financeiro: FAPEMIG

<sup>2</sup> Engº Agrônomo, Professor Titular, D.Sc., Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa.

<sup>3</sup> Engº Agrônomo, Professor Titular Aposentado, D.Sc., Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Bolsista do CNPq.

<sup>4</sup> Engº Agrônomo, Professor Titular, Ph.D., Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa.

(Recebido para Publicação em 25/02/2003, Aprovado em 03/06/2003)

mg dm<sup>-3</sup>; K, 128 mg dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup>, 1 mmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>, 21 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>, 3 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC efetiva, 28 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC total, 78 mmolc dm<sup>-3</sup>; V, 35,8%; classificação textural: argiloso).

Os dois experimentos foram delineados em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4x4, no total de 64 parcelas.

No experimento I foram utilizadas sementes com quatro conteúdos de Mo (0,010 ± 0,0099; 0,138 ± 0,017; 0,24 ± 0,0253; e 0,535 ± 0,024 µg semente<sup>-1</sup>), combinadas com quatro doses de Mo (0, 40, 80 e 120 g ha<sup>-1</sup>). No experimento II foram usadas as mesmas doses de Mo do experimento I e sementes com conteúdos de Mo de 0,000 ± 0 (não detectável); 0,062 ± 0,0107; 0,168 ± 0,0119; e 0,335 ± 0,0338 µg semente<sup>-1</sup>.

Cada parcela foi constituída de cinco linhas medindo 5 m de comprimento, distanciadas em 0,5 m. A área útil da parcela, com 6 m<sup>2</sup>, foi formada por três fileiras centrais, excluindo-se, como bordadura, as fileiras externas e meio metro de cada extremidade. Foram utilizadas 15 sementes m<sup>-1</sup>, não sendo realizado desbaste após a emergência. Na avaliação do rendimento de grãos, foram colhidas duas fileiras, com área total de 4 m<sup>2</sup>. Todos os tratamentos receberam 600 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4-14-8.

A fonte de Mo foi o molibdato de sódio, aplicado via foliar aos 25 dias após a emergência (DAE), por meio de pulverizador costal manual, com volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, sem o uso de adjuvantes.

As sementes utilizadas no experimento I foram obtidas de trabalho anterior, que utilizou doses crescentes de molibdênio. Amostras dessas sementes foram analisadas com relação ao teor e conteúdo de Mo, para depois serem formados os lotes com diferentes conteúdos de Mo, constituindo os tratamentos conteúdos de Mo do experimento I. Com as sementes colhidas do experimento I, procedeu-se da mesma forma para obter as sementes que constituíram os tratamentos do experimento II. Todas as sementes utilizadas vieram de amostras submetidas às mesmas condições ambientais, desde as etapas de produção no campo até o armazenamento.

Os valores dos conteúdos de Mo foram obtidos por meio da multiplicação do teor do micronutriente na matéria seca das sementes pelo peso médio de matéria seca destas. Em nenhum dos experimentos foi realizada a inoculação das sementes nem adubação nitrogenada em cobertura.

No início do florescimento (35 DAE) foi coletada, de cinco plantas da área útil da parcela, a primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida, a partir do ápice da planta, para a análise da concentração de Mo na matéria seca. Nas sementes foram determinados a concentração e o conteúdo de Mo.

A análise de Mo nos tecidos vegetais (folhas e sementes) foi realizada de acordo com o método do iodeto de potássio, conforme descrito por PESSOA (1998). Para aumentar o rendimento das análises e evitar contaminações, foram feitas algumas alterações na técnica da determinação, sobretudo com relação às vidrarias. Assim, o Mo foi mineralizado por calcinação, utilizando-se 1,0 g de tecido vegetal. O material foi colocado em cadinho de porcelana, incinerado em mufla a 300 °C, durante uma hora, e, logo após, a 550 °C, por três horas. Depois de esfriar, foram adicionados 10 mL de HCl 2 mol L<sup>-1</sup>. A solução foi colocada em tubo de ensaio, que foi levado ao bloco digestor, aumentando-se gradativamente a temperatura até o máximo de 250 °C, até o material secar completamente. Depois de esfriar, foram adicionados 20 mL de HCl 0,125 mol L<sup>-1</sup>, sendo o extrato agitado e filtrado. Na leitura, 3 mL do

extrato foram colocados em tubo de ensaio e adicionados de 1 mL da solução 2,5 g L<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub>F e 1 mL da solução H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 0,65 g L<sup>-1</sup>. Em seguida, foi adicionado 1 mL da solução 2,5 dag L<sup>-1</sup> de KI, agitado e, decorridos 10 minutos, efetuada a leitura, a 350 nm, em espectrofotômetro, utilizando-se cubeta de quartzo.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao ajuste de equações de regressão. Na seleção das equações de regressão, as significâncias dos efeitos dos modelos polinomiais foram consideradas pelo teste F a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de Mo nas folhas e nas sementes colhidas, o conteúdo de molibdênio nas sementes e a produtividade de grãos não foram influenciados, significativamente, pelo conteúdo de Mo nas sementes plantadas no experimento I.

O efeito das doses de Mo no rendimento de grãos foi quadrático, no experimento I, atingindo o máximo (1.659 kg ha<sup>-1</sup>) com a dose de 83,9 g ha<sup>-1</sup>, aumentando em 41% a produtividade, em relação à dose zero. No experimento II a produtividade de grãos apresentou resposta linear positiva à aplicação foliar de doses de Mo, elevando-a de 899 para 1.114 kg ha<sup>-1</sup>, com incremento de 23,9% por meio da dose 120 g ha<sup>-1</sup> de Mo.

A concentração de Mo nas folhas aumentou com a adubação molibdica, apresentando efeito quadrático (Figura 1) no experimento I e efeito linear (Figura 2) no experimento II. A eficiência da adubação molibdica, aplicada via foliar, em aumentar a concentração de Mo nas folhas também foi relatada por outros autores (GUPTA, 1979; DALLPAI, 1996; PESSOA et al., 2000).

A concentração de Mo na matéria seca das folhas no experimento II diminuiu significativamente com o aumento do conteúdo desse nutriente nas sementes (Figura 2). Esperava-se o contrário. Com relação à produtividade de grãos não houve efeito significativo ao tratamento conteúdo de Mo.

A diferença da concentração de Mo na matéria seca da folha entre os tratamentos adubados e não-adubados com Mo foi elevada. No experimento I, o teor de Mo na matéria seca aumentou de 0,106 mg kg<sup>-1</sup> (dose zero) para 1,8 mg kg<sup>-1</sup> (dose de 120 g ha<sup>-1</sup>), elevando o teor de Mo em 1.598%. No experimento II o teor foliar de Mo estimado foi de 0,35 e 3,64 mg kg<sup>-1</sup>, nas doses de 0 e 120 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente, com conteúdo médio de Mo de 0,141 µg.semente<sup>-1</sup>, elevando o teor desse nutriente em 940%.

Segundo OLIVEIRA & THUNG (1988), a faixa de suficiência para o teor de Mo na folha do feijoeiro é de 0,40 a 1,40 mg kg<sup>-1</sup>. Por outro lado, PESSOA et al. (2000), trabalhando com sementes de feijão cv. Ouro Negro, provenientes da Zona da Mata de Minas Gerais, relataram que as plantas com teores de Mo abaixo de 0,55 mg kg<sup>-1</sup> apresentaram deficiência do micronutriente, interferindo no metabolismo do nitrogênio.

A adubação molibdica originou sementes com maiores concentrações desse nutriente (Figura 3), semelhante ao ocorrido com as folhas do feijoeiro, sendo seu efeito linear crescente no experimento I e quadrático no experimento II. No primeiro, a ausência da adubação foliar molibdica não possibilitou a detecção de Mo pela metodologia empregada, por isso, durante o ajuste da equação de regressão, a constante do modelo foi negativa. Entretanto, devido ao alto

coeficiente de determinação da equação e da não-obtenção de um modelo com constante positiva que explicasse o fenômeno observado, e após a análise do resíduo da regressão, foi aceito o referido modelo, com a ressalva de que, na dose zero, a concentração é negativa, o que na prática não ocorre. A concentração de Mo na matéria seca das sementes variou de 0 a 1,426 mg kg<sup>-1</sup>.

No segundo experimento não foi possível atingir a concentração máxima com as doses utilizadas: os teores variaram entre 0,267 e 5,22 mg kg<sup>-1</sup>, entre as doses de 0 e 120 g ha<sup>-1</sup> de molibdênio.

A reserva de Mo das sementes plantadas não influenciou a sua concentração e o seu conteúdo nas sementes colhidas, em ambos os experimentos, diferentemente do obtido por BRODRICK et al. (1992). Estes autores verificaram que, nas plantas originadas de sementes com baixo conteúdo de Mo e sem aplicação adicional desse nutriente, houve redução no seu conteúdo e no rendimento de sementes, tanto em variedades de sementes grandes quanto pequenas.

A elevação da concentração de Mo na matéria seca das sementes, devido ao aumento das doses desse nutriente aplicadas via foliar, evidencia a sua grande capacidade de translocação e armazenamento no dreno principal (JACOB-NETO & ROSSETTO, 1998).

O conteúdo de Mo nas sementes aumentou significativamente com a elevação das doses desse micronutriente (Figura 4), de forma semelhante ao seu teor nas sementes. O modelo ajustado foi o linear, no experimento I, com os conteúdos estimados ficando na faixa de 0 a 0,255 µg semente<sup>-1</sup>. O modelo linear ajustado, da mesma forma que o obtido para o teor de Mo na semente, também apresentou constante negativa. Aceitou-se esse modelo devido ao seu alto coeficiente de determinação e porque não foi encontrado outro modelo que explicasse o fenômeno e apresentasse constante positiva. Já no experimento II o conteúdo de Mo nas sementes aumentou significativamente com a elevação das doses desse nutriente (Figura 4), de forma semelhante ao seu

teor nas sementes. O efeito foi quadrático, e os conteúdos estimados ficaram entre 0,05 e 0,97 µg semente<sup>-1</sup>.

Os teores críticos nas folhas (Tabela 1) foram maiores que os indicados por MILLS & JONES JUNIOR (1996) e REUTER et al. (1997), talvez devido à pulverização das folhas com Mo ou à variedade utilizada pois, de acordo com BRODRICK & GILLER (1991), existem diferenças entre cultivares quanto à absorção, ao armazenamento e à distribuição do Mo nas plantas. Os teores encontrados nas sementes estão na faixa de 0,3 a 5,2 mg kg<sup>-1</sup>, considerada suficiente por BRODRICK et al. (1995).

O conteúdo de Mo nas sementes colhidas ficou aquém do considerado suficiente por JACOB NETO & FRANCO (1986). Segundo esses autores, o conteúdo de 3,51 µg semente<sup>-1</sup> de Mo é suficiente para o feijoeiro se desenvolver sem adubação complementar. Para obter aquele conteúdo, os referidos autores trabalharam com 200 g ha<sup>-1</sup> de Mo, acima dos 60 g ha<sup>-1</sup> recomendados para a cultura do feijão (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1999).

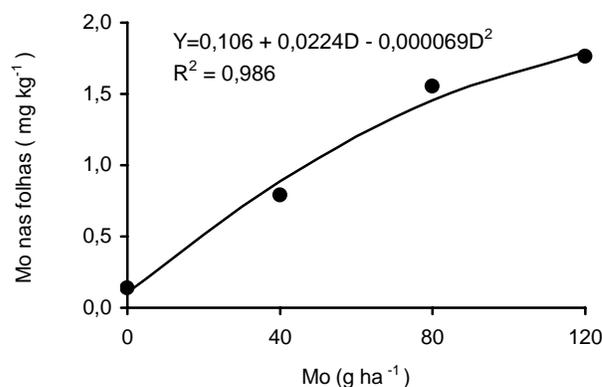


Figura 1 - Teor de molibdênio na matéria seca das folhas do feijoeiro, em razão das doses de molibdênio aplicadas via foliar, no experimento I.

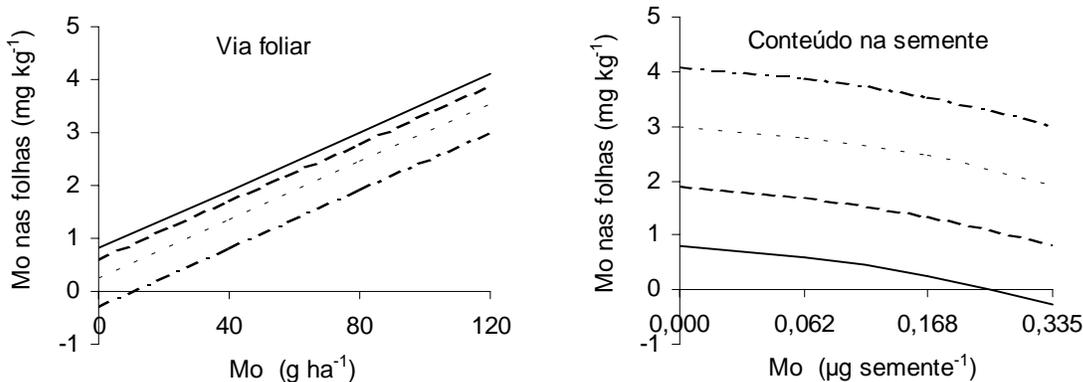


Figura 2 - Corte na superfície de resposta relativa ao teor de molibdênio nas folhas do feijoeiro (experimento II), em razão das doses de Mo aplicadas via foliar (0: —; 0,062: ---; 0,168: .....; 0,335: -.-.) e do conteúdo de Mo na semente (0: —; 40: ---; 80: .....; 120: -.-.).

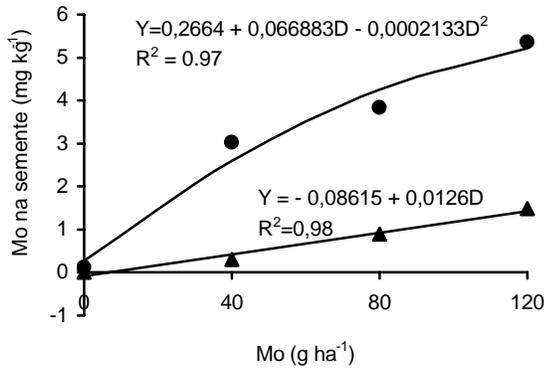


Figura 3 - Teor de molibdênio na matéria seca das sementes de feijão devido às doses de molibdênio aplicadas via foliar, nos experimentos I(▲) e II(●).

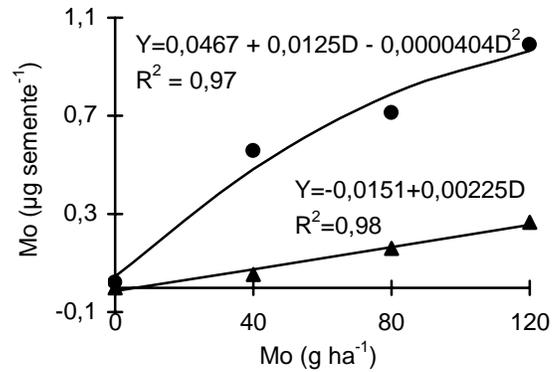


Figura 4 - Conteúdo de molibdênio na matéria seca das sementes de feijão devido a doses de molibdênio aplicadas via foliar, nos experimentos I(▲) e II(●).

Tabela 1 - Teores críticos de molibdênio na matéria seca da folha amostrada no início do florescimento, teores e conteúdos estimados de Mo nas sementes de feijão, nos experimentos I e II

Experimento	Teor crítico na folha (mg kg <sup>-1</sup> )	Teor estimado na semente (mg kg <sup>-1</sup> )	Conteúdo estimado na semente (µg semente <sup>-1</sup> )
I	1,50	0,97	0,17
II	3,64	5,22	0,97

Os vários tipos de tecidos, épocas de amostragem e diferentes métodos de análises de Mo, utilizados nos diversos experimentos existentes na literatura, têm dificultado as comparações entre os trabalhos referentes à nutrição molibdica do feijoeiro. Além disso, a concentração e o conteúdo de Mo nas sementes e nas folhas são controlados pelo material genético e pelo tipo de solo (BRODRICK et al., 1995). Segundo GUPTA & LIPSETT (1981), a interferência das características químicas dos solos, a diferença entre sementes quanto às reservas de Mo e a presença de quantidades extremamente pequenas desse nutriente nos

solos podem dificultar a interpretação dos seus níveis críticos.

Os teores de Mo nas folhas e nas sementes e o seu conteúdo nas sementes correlacionaram-se, positivamente, com a produção de grãos (Tabelas 2 e 3), evidenciando-se a importância dessas características e suas inter-relações influenciando a produtividade do feijoeiro. A correlação altamente significativa entre a concentração de Mo nas folhas e a produtividade de grãos indica a possibilidade de utilização do teor de Mo nas folhas na avaliação do estado nutricional do feijoeiro, podendo ser utilizado como meio para detectar deficiências e prever respostas.

Tabela 2 - Coeficientes de correlação linear entre a produtividade de grãos, o teor de Mo nas folhas e o teor e conteúdo de Mo nas sementes colhidas, no experimento I.

Variável	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Teor de Mo na folha (mg kg <sup>-1</sup> )	Teor de Mo na semente (mg kg <sup>-1</sup> )	Conteúdo de Mo na semente (µg semente <sup>-1</sup> )
Produtividade	-	0,71**	0,54*	0,54*
Teor de Mo na folha	0,71**	-	0,93**	0,93**
Teor de Mo na semente	0,54*	0,93**	-	1,00**
Conteúdo de Mo na semente	0,54*	0,93**	1,00**	-

\* e \*\* Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Tabela 3 - Coeficientes de correlação linear entre a produtividade de grãos, o teor de Mo nas folhas e o teor e conteúdo de Mo nas sementes colhidas, no experimento II.

Variável	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Teor de Mo na folha (mg kg <sup>-1</sup> )	Teor de Mo na semente (mg kg <sup>-1</sup> )	Conteúdo de Mo na semente (µg semente <sup>-1</sup> )
Produtividade	-	0,63**	0,69**	0,70**
Teor de Mo na folha	0,63**	-	0,88**	0,88**
Teor de Mo na semente	0,69**	0,88**	-	1,00**
Conteúdo de Mo na semente	0,70**	0,88**	1,00**	-

\* e \*\* Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

## CONCLUSÕES

O conteúdo de Mo na semente, até  $0,535 \mu\text{g semente}^{-1}$ , não altera a produtividade, evidenciando a necessidade da adubação molibídica.

O conteúdo de Mo nas sementes de feijão não influencia a nutrição molibídica da planta. Mesmo as plantas originadas de sementes com conteúdos de até  $0,535 \mu\text{g semente}^{-1}$  produzem sementes com baixa reserva desse nutriente.

O teor de Mo nas folhas e nas sementes aumenta com a adubação molibídica.

## ABSTRACT

*The diagnosis of the molybdenum deficiency is important for the correction and reduction of the loss of bean yield, and also to prevent the deficiency of nitrogen for the subsequent cultures. The objective of this work was to investigate the influence of the Mo contained in the seeds, in association with doses via foliar application at 25 days after emergence, on the molybdenum nutrition of bean plants, at two sowing times. Two experiments were carried out with the variety "Meia Noite". In experiment I, seeds with four Mo contents ( $0.010 \pm 0.0099$ ;  $0.138 \pm 0.017$ ;  $0.24 \pm 0.0253$ ; and  $0.535 \pm 0.024 \mu\text{g seed}^{-1}$ ), deriving from a previous work, combined with four doses of Mo applied on leaves (0, 40 80 and  $120 \text{ g ha}^{-1}$ ). Were used in the experiment II, the same doses as experiment I and seeds obtained from the first experiment, with Mo contents of  $0.000 \pm 0$  (no detectable);  $0.062 \pm 0.0107$ ;  $0.168 \pm 0.0119$ ; and  $0.335 \pm 0.0338 \mu\text{g seed}^{-1}$ , were used. The experimental design was randomized blocks, with four replications, and treatments distributed in a factorial arrangement  $4 \times 4$ . The Mo contents in the seeds, that varied from 0.01 to  $0.535 \mu\text{g seed}^{-1}$  in experiment I, and 0 (no detectable) to  $0.335 \mu\text{g seed}^{-1}$  in experiment II, did not alter productivity. This demonstrates the need for molybdenum fertilization, which has increased grain production. Molybdenum level and accumulation in the leaves and seeds increased with Mo fertilization. Molybdenum critical level in dry matter of leaves harvested at 35 days after emergence was  $1.50 \text{ mg kg}^{-1}$  in experiment I, and  $3.64 \text{ mg kg}^{-1}$  in experiment II. Molybdenum seed contents did not influence plant molybdenum nutrition.*

*Key words: Phaseolus vulgaris, molybdenum fertilization, molybdenum content, nutrition.*

## REFERÊNCIAS

- BRODRICK, S.J.; AMJEE, F.; KIPE-NOLT, J.A.; et al. Seed analysis as a mean of identifying micronutrient deficiencies of *Phaseolus vulgaris* L. in the tropics. **Tropical Agriculture**, St. Augustine, v.72, n.4, p.277-284, 1995.
- BRODRICK, S.J.; GILLER, K.E. Genotypic difference in molybdenum accumulation affects  $\text{N}_2$ -fixation in tropical *Phaseolus vulgaris* L. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.42, n.243, p.1339-1343, 1991.
- BRODRICK, S.J.; SAKALA, M.K.; GILLER, K.E. Molybdenum reserves of seed, and growth and  $\text{N}_2$  fixation by *Phaseolus vulgaris* L. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.13, n.1, p.39-44, 1992.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Viçosa. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999, 359p.
- DALLPAI, D.L. **Determinação espectrofotométrica de molibdênio em solo e tecido vegetal e adsorção de molibdato em alguns solos de Minas Gerais**. Viçosa, 1996. 56p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa.
- GUPTA, U.C. Effect of methods of application and residual effect of molybdenum on the molybdenum concentration and yield of forages on podzol soils. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.59, p.183-189, 1979.
- GUPTA, U.C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soil, plants and animals. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.34, p.73-115, 1981.
- JACOB-NETO, J.; FRANCO, A.A. **Adubação de molibdênio em feijoeiro**. Comunicado (Técnico n.12), Seropédica: EMBRAPA-UAPNPBS, 1986, 4p.
- JACOB-NETO, J.; ROSSETTO, C.A.V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.5, n.1, p.171-183, 1998.
- JONGRUAYSUP, S.; BELL, R.W.; DELL, B. Diagnosis and prognosis of molybdenum deficiency in black gram (*Vigna mungo* L. Hepper) by plant analysis. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.45, p.195-201, 1994.
- MILLS, H.A.; JONES JUNIOR, J.B. **Plant analysis handbook II**. Athens, MicroMacro, 1996. 422 p.
- OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.175-212.
- PESSOA, A.C.S. **Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo**. Viçosa, 1998. 151p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa.
- PESSOA, A.C.S.; RIBEIRO, A.C.; CHAGAS, J.M. et al. 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, p.75-84, 2000.
- REUTER, D.J.; EDWARDS, D.G.; WILHELM, N.S. Temperate and tropical crops. In: REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. (Ed.). **Plant analysis: an interpretation manual**. 2. ed. Collingwood, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1997. p.83-284.
- VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A.O.; ARAÚJO, G.A. de A. Adubação nitrogenada e molibídica na cultura do feijão. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.67, n.2, p.117-124, 1992.
- VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; CARDOSO, E.J.B.N.; et al. Foliar application of molybdenum in common bean. II. Nitrogenase and nitrate reductase activities in a soil of low fertility. **Journal of Plant Nutrition**, v.21, n.10, p.2141-2151, 1998.