

PARCELAMENTO E ÉPOCA DE APLICAÇÃO FOLIAR DO MOLIBDÊNIO SOBRE A PRODUTIVIDADE E A COMPOSIÇÃO MINERAL DA SEMENTE NA CULTURA DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)

ANDRÉ ASSIS PIRES¹; GERALDO ANTÔNIO DE ANDRADE ARAÚJO¹; UBERLANDO TIBURTINO LEITE¹;
GLAUCO VIEIRA MIRANDA¹; PAULO GERALDO BERGER¹; JOSÉ MÁRCIO OLIVEIRA RIBEIRO¹;
POLIANA DARÉ ZAMPIROLI²

1. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa, MG, e-mails: assis@uenf.br, garaujo@mail.ufv.br, uberlando@vicosa.ufv.br, glauco@mail.ufv.br, pgberger@mail.ufv.br, jmor@bol.com.br; 2. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 28013-600, Campos dos Goytacazes, RJ, e-mail: poliana@uenf.br

RESUMO

Objetivando avaliar a influência da época de aplicação foliar e do parcelamento da dose de molibdênio sobre a produtividade e a composição mineral das sementes do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade Meia Noite, conduziram-se dois experimentos em área da Universidade Federal de Viçosa, em março e julho de 2002. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com dez tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: 1- testemunha, sem Mo; 2- 80 g ha⁻¹ de Mo aplicados 15 dias após a emergência (DAE); 3- 40 g ha⁻¹ de Mo aplicados 15 DAE e 40 g ha⁻¹ 20 DAE; 4- 40 g ha⁻¹ de Mo 15 DAE e 40 g ha⁻¹ 25 DAE; 5- 40 g ha⁻¹ de Mo 15 DAE e 40 g ha⁻¹ 30 DAE; 6- 80 g ha⁻¹ de Mo 20 DAE; 7- 40 g ha⁻¹ de Mo 20 DAE e 40 g ha⁻¹ 25 DAE; 8- 40 g ha⁻¹ de Mo 20 DAE e 40 g ha⁻¹ 30 DAE; 9- 80 g ha⁻¹ de Mo 25 DAE; e 10- 40 g ha⁻¹ de Mo 25 DAE e 40 g ha⁻¹ 30 DAE. Os experimentos foram analisados conjuntamente. Observou-se aumento da produtividade em 183% e 46%, nos dois experimentos respectivamente, nos teores de Mo em 155% e 6200% e nitrogênio em 25% na média dos experimentos. Reduziu-se os teores nas sementes de K, Ca, Fe, Zn, Cu e Mn na média dos experimentos, de P e S no experimento I e Mg e S no experimento II.

Palavras-chave: Adubação molíbdica, *Phaseolus vulgaris*, teor foliar.

ABSTRACT

PARTITIONING AND TIMES OF FOLIATE APPLICATION OF MOLYBDENUM ON GRAIN YIELD AND MINERAL COMPOSITION OF BEAN SEED

A field trial was undertaken to evaluate the effect of the foliar application and dose partitioning of molybdenum on grain yield and mineral composition of bean seed (*Phaseolus vulgaris* L.), cv. Meia Noite, in March and in July of 2002, in an area of the Universidade Federal de Viçosa. The experimental design was randomized blocks with ten treatments and four replications. The treatments were: 1- no Mo supplying; 2- 80 g ha⁻¹ of Mo supplied at 15 days after plant emergence (APE); 3- 40 g ha⁻¹ of Mo at 15 APE and 40 g ha⁻¹ at 20 APE; 4- 40 g ha⁻¹ of Mo at 15 APE and 40 g ha⁻¹ 25 APE; 5- 40 g ha⁻¹ of Mo at 15 APE and 40 g ha⁻¹ 30 APE; 6- 80 g ha⁻¹ of Mo at 20 APE; 7- 40 g ha⁻¹ of Mo at 20 APE and 40 g ha⁻¹ 25 APE; 8- 40 g ha⁻¹ of Mo at 20 APE and 40 g ha⁻¹ 30 APE; 9- 80 g ha⁻¹ of Mo at 25 APE; and 10- 40 g ha⁻¹ of Mo at 25 APE and 40 g ha⁻¹ 30 APE. The data of two experiments were analyzed with combined analysis procedure. The grain yield was increased for 183% and 46%, in the two experiments respectively, the concentrations of molybdenum in 155% and 6,200% and of nitrogen 25%, in the average, in both experiments. The molybdenum fertilization reduced the levels of the nutrients K, Ca, Fe, Zn, Cu and Mn in both experiments, P and S in experiment one and Mg and S in experiment two.

Key words: Molybdenum fertilization, *Phaseolus vulgaris*, leaf content.

INTRODUÇÃO

A baixa fertilidade natural dos solos tem sido considerada fator preponderante para o baixo rendimento obtido pelo feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Brasil, que atualmente apresenta uma produtividade média de 738 kg.ha⁻¹ (Agrianual, 2003). O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais importantes na nutrição das plantas, pois é constituinte básico da clorofila, dos aminoácidos, das proteínas, dos ácidos nucleicos e de outros compostos no metabolismo da planta, de modo que a produtividade de plantas cultivadas está diretamente relacionada à sua nutrição nitrogenada (Vieira *et al.*, 1992). Desse modo, o molibdênio (Mo) torna-se um nutriente indispensável ao desenvolvimento do feijoeiro, sendo fundamental para a obtenção de incrementos na produtividade, pois este atua como cofator das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato, que fornecem N assimilável para o metabolismo na planta. A nitrogenase é essencial para a fixação biológica do N₂ atmosférico por bactérias diazotróficas do gênero *Rhizobium* associadas às raízes das plantas, e a redutase do nitrato, indispensável para o aproveitamento do N-nítrico absorvido pela planta (Gupta & Lipset, 1981).

Na maioria dos ensaios de adubação foliar com Mo, realizados na Zona da Mata de Minas Gerais, tem sido observado aumento de produção do feijoeiro (Vieira *et al.*, 1992; Berger *et al.*, 1996; Pessoa 1998), sendo as doses de 80 a 90 g.ha⁻¹, aplicadas entre 14 e 28 dias após a emergência das plântulas, as que permitem as mais altas produções (Berger *et al.*, 1996).

A semente é considerada um insumo de maior importância no processo produtivo, e sua qualidade, um elemento indispensável no sucesso de uma cultura (Peretti, 1994). A composição química da semente é bastante variável, por se tratar de um órgão que se forma no final do ciclo da planta, acumulando reservas de nutrientes minerais, carboidratos, lipídios. Os nutrientes armazenados na semente suprem a plântula nos estádios iniciais de crescimento (Jacob-Neto & Rosseto, 1998) ou melhoram a qualidade nutricional dos grãos (Ferreira *et al.*, 2001). Em alguns casos, especialmente para micronutrientes como o Mo, a reserva interna da semente é suficiente para que a planta originada desta possa crescer sem dependência externa (Jacob-Neto & Rosseto, 1998).

Aumentos substanciais de produtividade e na composição mineral das sementes do feijoeiro poderão, ainda, serem obtidos com o parcelamento da dose recomendada, já que o mesmo promove maior eficiência de absorção e de uso do nutriente pela planta, contribuindo desse modo para ganhos em rendimento. Contudo, não há informações concretas sobre esse manejo da adubação mólbdica no feijoeiro.

Dessa forma, foram conduzidos dois experimentos em diferentes épocas de plantio, objetivando determinar a influência da época de aplicação e do parcelamento da dose de Mo, aplicado via foliar, sobre a produtividade e

a composição mineral das sementes do feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, um no período de verão-outono, com semeadura em março de 2002 (experimento I), e o outro no período de inverno-primavera, com semeadura em julho de 2002 (experimento II), utilizando-se em ambos a variedade Meia Noite. Os experimentos foram conduzidos em condições de campo, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Coimbra, MG. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, que foi amostrado à profundidade de 0-20 cm, obtendo os resultados da Tabela 1.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com dez tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: 1- testemunha, sem Mo; 2- 80 g ha⁻¹ de Mo aplicados aos 15 dias após a emergência (DAE); 3- 40 g ha⁻¹ de Mo aplicados aos 15 DAE e 40 g.ha⁻¹ aos 20 DAE; 4- 40 g.ha⁻¹ de Mo aos 15 DAE e 40 g.ha⁻¹ aos 25 DAE; 5- 40 g.ha⁻¹ de Mo aos 15 DAE e 40 g.ha⁻¹ aos 30 DAE; 6- 80 g.ha⁻¹ de Mo aos 20 DAE; 7- 40 g.ha⁻¹ de Mo aos 20 DAE e 40 g.ha⁻¹ aos 25 DAE; 8- 40 g.ha⁻¹ de Mo aos 20 DAE e 40 g.ha⁻¹ aos 30 DAE; 9- 80 g.ha⁻¹ de Mo aos 25 DAE; e 10- 40 g.ha⁻¹ de Mo aos 25 DAE e 40 g.ha⁻¹ aos 30 DAE.

Cada parcela foi constituída de cinco linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,5 m entre si. Duas linhas centrais, desprovidas de 0,5 m em cada extremidade, foram usadas para determinar a produtividade de grãos.

Os tratamentos receberam adubação uniforme com 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 no sulco de plantio. Não houve aplicação adicional de nitrogênio em cobertura. A fonte de Mo utilizada nos dois experimentos foi o molibdato de amônio. O preparo do solo foi realizado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens leves e posterior abertura de sulcos. Foram realizados dois cultivos para o controle de plantas daninhas, bem como os tratamentos fitossanitários necessários para manter os ensaios livres de pragas e de doenças, durante todo o ciclo da cultura. Quando necessária, foi realizada irrigação por aspersão nos dois experimentos.

Na ocasião da colheita determinaram-se, nos dois experimentos a produtividade de grãos em kg.ha⁻¹, com teor de umidade ajustado para 13%, e os teores de N orgânico, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe Mn e Mo na matéria seca de 100 sementes tomadas ao acaso. As sementes foram levadas ao laboratório, secas em estufa de ventilação forçada por 48 horas a 70 °C e moídas em moinho tipo Wiley.

Para a determinação dos teores de N orgânico, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe e Mn, utilizou-se às metodologias citadas por Ferreira *et al.* (2001). A análise de molibdênio foi realizada de acordo com a metodologia do iodeto de potássio, proposta por Yatsimirskii (1964), modificada por Fuge (1970), Eivazi *et al.* (1982), Dallpai (1996) e

Pessoa (1998).

Não foi realizado a verificação da normalidade da distribuição dos erros e da homogeneidade da variância dos mesmos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância conjunta, sendo que, para tal, a relação entre os quadrados médios dos resíduos dos experimentos não deveria ultrapassar a 7x1 (Gomes, 1985), e os efeitos de tratamentos desdobrados em contrastes ortogonais, aplicando o teste F a 5% de probabilidade.

Foram estabelecidos nove contrastes ortogonais, sendo eles: 1- Testemunha vs Outros; 2- Início 15 + Início 20 vs Início 25; 3- Início 15 vs Início 20; 4- Início 15 dose única vs Início 15 doses parceladas; 5- Dose parcelada 15/20 vs Dose parcelada (15/25 + 15/30); 6- Dose parcelada 15/25 vs Dose parcelada 15/30; 7- Início 20 dose única vs Início 20 dose parcelada; 8- Dose parcelada 20/25 vs Dose parcelada 20/30; 9- Início 25 dose única vs Dose parcelada 25/30.

Tabela 1 – Características químicas e físicas da camada arável (0-20) do solo dos experimentos de verão-outono e inverno-primavera.

CARACTERÍSTICAS	Verão-outono		Inverno-primavera	
	Valor	Interpretação ⁵	Valor	Interpretação ⁵
pH em água (1:2,5)	5,84	Médio	5,35	Médio
Carbono Orgânico (dag Kg ⁻¹)	1,46	Médio	1,74	Médio
P (mg dm ⁻³) ¹	6	Médio	6	Médio
K (mg dm ⁻³) ¹	60	Médio	60	Médio
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) ²	0,0	Muito Baixo	0,0	Muito Baixo
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ²	1,54	Médio	1,23	Médio
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ²	0,56	Médio	0,45	Médio
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) ³	1,5	Baixo	2,13	Baixo
Mo (mg dm ⁻³) ⁴	0,80	Baixo	0,85	Baixo
Na (mg dm ⁻³) ¹	4	-	0,0	-
SB (cmol _c dm ⁻³) ²	2,25	Médio	1,83	Médio
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	2,25	Baixo	1,90	Baixo
CTC total (cmol _c dm ⁻³)	3,73	Baixo	3,93	Baixo
Classificação textural	-	Argiloso	-	Argiloso

¹Extrator Mehlich-1 (VETTORI, 1969).
²Extrator KCl 1 mol/L (VETTORI, 1969).
³Extrator CaOAc 0,5 mol/L, pH 7,00 (VETTORI, 1969).
⁴ Extrator Mehlich-3 (VETTORI, 1969) Método do iodeto de potássio (PESSOA, 1998).
⁵COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta dos experimentos I e II revelou efeito significativo ($P = 0,05$) da interação EXP x TRAT sobre o rendimento de grãos e os teores de molibdênio, fósforo, enxofre e magnésio. Esse efeito, entretanto, não se repetiu para as demais características avaliadas.

Produtividade de Grãos

No experimento de verão-outono (experimento I), a aplicação de Mo influenciou positivamente ($P = 0,01$) a produtividade do feijoeiro, que aumentou de 902,0 kg .ha⁻¹, no tratamento não adubado, para 2.558,0 kg.ha⁻¹ naqueles que receberam a dose de 80 g.ha⁻¹ de Mo. A

diferença de rendimento foi de 1.656 kg.ha⁻¹, que corresponde a incrementos de 183,6%, comparando-se a testemunha com os demais tratamentos (Testemunha vs Outros) (Tabela 2).

O efeito positivo da adubação molíbdica sobre o rendimento de grãos observado no experimento I também se repetiu no experimento II (de inverno-primavera), porém com menor intensidade, de modo que os incrementos obtidos com essa adubação reduziram para 46%. Essa redução foi motivada, principalmente, pelo elevado rendimento obtido no tratamento testemunha, que produziu 1.833 kg.ha⁻¹, com os tratamentos adubados permanecendo com níveis de rendimento (2.680 kg.ha⁻¹) próximos aos obtidos no tratamento I. A

diferença de rendimento entre os tratamentos adubados e a testemunha nesse experimento foi de 847 kg.ha⁻¹ (Testemunha vs Outros) (Tabela 2).

O incremento na produtividade dos tratamentos com aplicação de Mo diferenciado em relação à testemunha, pode ser resultado da influência deste nutriente sobre

as enzimas nitrogenase, responsável pela fixação biológica do N₂, e redutase do nitrato, responsável pela redução do nitrato a nitrito, aumentando suas atividades, de modo a possibilitar maior aproveitamento do N e melhor qualidade nutricional das plantas, conforme relatado por Vieira *et al.* (1998).

Tabela 2 – Médias dos tratamentos aplicados nos contrastes estimados, com as respectivas diferenças para produtividade (kg.ha⁻¹) nas sementes do feijoeiro, cv. Meia Noite, em função de doses e épocas de aplicação foliar de Mo, nos experimentos de verão-outono (I) e de inverno-primavera (II).

Contrastes	Experimento I	Diferença	Cv (%) Do Contraste	Experimento II	Diferença	Cv (%) Do Contraste
1	902 vs 2.558	1.656**	17,43	1.833 vs 2.680	847**	12,95
2	2.641 vs 2269	372 **	15,63	2688 vs 2653	35 n.s.	9,29
3	2705 vs 2556	149 n.s.	16,11	2705 vs 2665	40 n.s.	8,65
4	2.572 vs 2749	177 n.s.	15,44	2.564 vs 2.752	188 n.s.	7,93
5	2.695 vs 2.776	81 n.s.	17,91	2.757 vs 2.749	8 n.s.	7,68
6	2.768 vs 2.784	16 n.s.	15,37	2.592 vs 2.906	314 n.s.	5,66
7	2.335 vs 2.666	331 n.s.	16,94	2.812 vs 2.592	220 n.s.	8,61
8	2.788 vs 2.544	244 n.s.	15,09	2.531 vs 2.653	122 n.s.	8,11
9	2.139 vs 2400	261 n.s.	12,01	2.745 vs 2.561	184 n.s.	12,15

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; *e**; Significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. 1-Testemunha vs Outros; 2- Início 15 + Início 20 vs Início 25; 3- Início 15 vs Início 20; 4- Início 15 dose única vs Início 15 doses parceladas; 5- Dose parcelada 15/20 vs Dose parcelada (15/25 + 15/30); 6- Dose parcelada 15/25 vs Dose parcelada 15/30; 7- Início 20 dose única vs Início 20 dose parcelada; 8- Dose parcelada 20/25 vs Dose parcelada 20/30; 9- Início 25 dose única vs Dose parcelada 25/30.

O rendimento de grãos do feijoeiro também foi influenciado (P = 0,01) pela época de aplicação foliar do Mo no experimento I. Essa influência somente foi verificada no contraste 2 (Início aos 15 DAE + Início aos 20 DAE vs Início aos 25 DAE) (Tabela 2), em que a aplicação precoce do micronutriente aumentou em 16% (de 2.269 para 2.641 kg. ha⁻¹, diferença de 372 kg. ha⁻¹) a produtividade da cultura em relação à sua aplicação em época mais tardia. Estes resultados permitem inferir que a aplicação foliar do Mo é mais eficiente quando efetuada nos estádios mais iniciais do desenvolvimento em comparação à sua aplicação tardia. Neves *et al.* (1982) citam que a atividade da nitrogenase e da redutase do nitrato no feijoeiro inicia-se aproximadamente a partir do 14° dia após o plantio (DAP), com aumentos progressivos até atingir o pico de atividade no 20° DAP. A partir desta fase do ciclo ocorrem quedas nas atividades dessas enzimas, determinando-se o menor índice de atividade para ambas aos 42 DAP. O suprimento da demanda mais elevada de Mo no início do ciclo, provavelmente, é a razão da obtenção de maiores produtividades pelos tratamentos com aplicações mais precoces, nos quais essas enzimas se mantiveram ativas por mais tempo (Pessoa, 1998).

O efeito significativo da época de aplicação e do parcelamento da dose de Mo avaliada (80 g. ha⁻¹ de Mo) sobre o rendimento de grãos do feijoeiro, observado no

experimento I, não se repetiu no experimento II (Tabela 2).

Teores de Mo, de P, de S e de Mg nas sementes

As concentrações de Molibdênio nas sementes do feijoeiro foram aumentadas significativamente (P = 0,01), pela adubação foliar de Mo nos dois experimentos (Tabela 3). O contraste Testemunha x Outros evidenciou esta afirmativa, indicando um aumento de 155% no teor deste micronutriente nas sementes, passando de 0,09 para 0,23 mg.kg⁻¹ no experimento I, e de forma mais expressiva, no experimento II, este contraste revelou aumento de 6200% no teor de Mo na semente, passando de 0,01 para 0,63 mg. kg⁻¹ (Tabela 3). Segundo Jacob-Neto (1985), esse aumento na concentração de Mo nas sementes evidencia a translocação e a capacidade do feijão em armazenar este nutriente no dreno principal, o que é importante para garantir a nutrição inicial em Mo das futuras plantas oriundas dessas sementes, e até para prevenir deficiências desse elemento em condições de lavoura.

Segundo Oliveira & Thung (1988), os teores de Mo nos grãos, variam de 0,09 a 2,46 mg.kg⁻¹, estando os resultados do experimento I, situados dentro dessa faixa de variação. Porém, os resultados do experimento II, mostram que os teores encontrados nas sementes produzidas sem a aplicação de Mo, estão abaixo do

considerado adequado para o bom desenvolvimento das plantas. Os resultados encontrados principalmente no experimento I, também vão de encontro aos de Jacob-Neto & Franco (1989) que verificaram em solos com pH 5,5, teor de $0,35 \pm 0,09 \mu\text{g Mo.g}^{-1}$ nas sementes, estando os resultados do experimento II bem acima do encontrado por estes autores (Tabela 3).

Os teores de Mo nas sementes do feijoeiro, também foram afetados significativamente pelas diferentes épocas de aplicação deste micronutriente. No experimento I, o contraste Início 15 dose única x Início 15 dose parcelada apresentou um aumento ($P = 0,05$) de

$0,13 \text{ mg.kg}^{-1}$, indicando um acréscimo de 118% no teor de Mo quando este foi aplicado parceladamente (Tabela 3), e de 60% quando aplicado parcelado aos 15/30 quando comparado com a aplicação parcelada aos 15/25 DAE (Contraste 6). No experimento II, também verificou-se diferenças significativas ($P = 0,01$) nos teores de Mo nas semente em função das diferentes épocas de aplicação de Mo. Os resultados dos contrastes 2, 3, 4, 5 e 7 (Tabela 3) evidenciam maior eficiência no acúmulo de Mo pelas sementes quando o nutriente foi aplicado de forma parcelada e em estádios mais tardios do desenvolvimento.

Tabela 3 – Médias dos tratamentos aplicados nos contrastes estimados, com as respectivas diferenças para o teor de Mo (mg.kg^{-1}) nas sementes do feijoeiro, cv. Meia Noite, em função de doses e épocas de aplicação foliar de Mo, nos experimentos de verão-outono (I) e de inverno-primavera (II).

Contrastes	Experimento I		Cv (%) do Contraste	Experimento II		Cv (%) do Contraste
	Experimento I	Diferença		Experimento II	Diferença	
1	0,09 vs 0,23	0,14**	36,95	0,01 vs 0,63	0,62**	32,95
2	0,24 vs 0,22	0,02 n.s.	36,16	0,58 vs 0,82	0,24**	26,45
3	0,21 vs 0,28	0,07 n.s.	35,32	0,53 vs 0,64	0,11**	28,05
4	0,11 vs 0,24	0,13*	31,39	0,35 vs 0,59	0,24**	22,31
5	0,21 vs 0,26	0,05 n.s.	28,22	0,51 vs 0,63	0,12**	13,05
6	0,20 vs 0,32	0,12*	19,16	0,58 vs 0,67	0,09 n.s.	8,91
7	0,28 vs 0,28	0,00 n.s.	30,74	0,45 vs 0,74	0,29**	16,05
8	0,29 vs 0,26	0,03 n.s.	15,75	0,75 vs 0,72	0,03 n.s.	16,29
9	0,17 vs 0,26	0,09 n.s.	21,74	0,85 vs 0,80	0,05 n.s.	20,62

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; *e**, Significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. 1-Testemunha vs Outros; 2- Início 15 + Início 20 vs Início 25; 3- Início 15 vs Início 20; 4- Início 15 dose única vs Início 15 doses parceladas; 5- Dose parcelada 15/20 vs Dose parcelada (15/25 + 15/30); 6- Dose parcelada 15/25 vs Dose parcelada 15/30; 7- Início 20 dose única vs Início 20 dose parcelada; 8- Dose parcelada 20/25 vs Dose parcelada 20/30; 9- Início 25 dose única vs Dose parcelada 25/30.

A aplicação de Mo influenciou significativamente os teores de nutrientes na semente do feijoeiro. No experimento I, houve influência sobre o teor de P ($P = 0,01$), no experimento II, sobre o teor de Mg ($P = 0,05$), e, em ambos, sobre o teor de S ($P = 0,05$). As concentrações destes nutrientes diminuiram com a aplicação de Mo (tabela 4), podendo essa redução ser atribuída ao possível efeito de diluição dos nutrientes, provocado pelo aumento do peso de matéria seca das sementes, causado pela aplicação foliar de Mo.

Contudo, não houve influência do parcelamento e da época de aplicação da adubação molébdica sobre os teores destes nutrientes nas sementes do feijoeiro, em ambos os experimentos (Tabela 4).

Teores de N, K, Ca, Fe, Zn, Cu e Mn nas sementes

A análise conjunta dos experimentos mostra que o teor de nitrogênio nas sementes do feijoeiro, de acordo com os dados do contraste Testemunha vs Outros, aumentou em $0,57 \text{ dag kg}^{-1}$, acréscimo de 25% com a aplicação foliar de Mo, passando de $2,26 \text{ dag kg}^{-1}$ nos

tratamentos sem Mo, para $2,83 \text{ dag.kg}^{-1}$ nos tratamentos que receberam Mo (Tabela 4).

Os teores mais reduzidos de N total nas sementes obtidas sem a aplicação de Mo, comprovam que a deficiência do micronutriente afetou seriamente o metabolismo do nitrogênio, em consequência das menores atividades das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato. De acordo com Hungria & Neves (1986), o maior acúmulo de N nas sementes do feijoeiro está associado a taxas elevadas da atividade da nitrogenase, no período de floração e estabelecimento inicial das vagens, e a taxas elevadas de translocação do N das folhas para as sementes. Destaca-se que plantas adubadas com Mo apresentam teores máximos de N nas folhas durante o estágio do florescimento (Vieira, 1994). Com o desenvolvimento das vagens, os teores de N começam a diminuir, em função do intenso crescimento e da translocação para as vagens, associados à diminuição da absorção de N do solo, bem como a redução da fixação biológica, por causa da diminuição da atividade da nitrogenase. Segundo Pessoa (1998),

esses efeitos são muito mais acentuados nas plantas deficientes em Mo, que apresentam menor concentração de N nas sementes, em comparação àquelas nutridas adequadamente.

A influência da época de aplicação do Mo sobre o teor de N nas sementes foi verificada somente para o contraste Início aos 15 dose Única x Início aos 15 dose parcelada ($P = 0,01$) (tabela 4), em que a aplicação parcelada do Mo aos 15 DAE promoveu aumentos de 6% na concentração de N na semente. Os teores médios de N na semente foram $2,86 \text{ dag.kg}^{-1}$ e $2,69 \text{ dag.kg}^{-1}$, respectivamente, para os tratamentos que receberam adubação parcelada e adubação em dose única, ambas efetuada aos 15 DAE.

O contraste Testemunha x Outros (Tabela 4)

evidenciou efeito negativo da adubação molíbdica sobre os teores de Ca, de Zn, de Cu e de Fe ($P = 0,01$), bem como sobre os de K e de Mn ($P = 0,05$), na semente do feijoeiro, na médias dos experimentos, ou seja, a aplicação de Mo promoveu redução nos teores desses nutrientes na semente. Possivelmente, isso se explica pelo maior crescimento vegetativo do feijoeiro, confirmado pela maior produtividade, quando o micronutriente foi aplicado, causando conseqüentemente, diluição dos nutrientes absorvidos ou por reduções na translocação destes para a semente durante a fase de crescimento da mesma.

Não foram observados efeitos significativos das diferentes épocas de aplicação foliar do Mo nos teores de K, Ca, Zn, Cu, Fe e Mn (Tabela 4).

Tabela 4 – Diferenças dos contrastes estimados para os teores de P, Mg, e S (dag kg^{-1}), nos experimentos de verão-outono (I) e de inverno-primavera (II), e N, K, Ca (dag kg^{-1}), Zn, Fe e Mn (mg.kg^{-1}) na média dos dois experimentos, nas sementes do feijoeiro, cv. Meia Noite, em função de doses e épocas de aplicação foliar de Mo.

Contrastes	P		Mg		S		N	K	Ca	Zn	Cu	Fe	Mn
	I	II	I	II	I	II							
1	0,09**	0,02 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,012*	0,031*	0,003*	0,574**	0,091*	0,030**	6,57**	1,96**	9,96**	1,33*
2	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,007 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,16 ^{ns}
3	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,009 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,16 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,94 ^{ns}
4	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,167**	0,047 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,19 ^{ns}
5	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,051 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,50 ^{ns}	4,91 ^{ns}	0,03 ^{ns}
6	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,091 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,012 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,65 ^{ns}	2,77 ^{ns}	0,62 ^{ns}
7	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,069 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,15 ^{ns}	2,53 ^{ns}	0,23 ^{ns}
8	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,075 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,16 ^{ns}	5,05 ^{ns}	0,78 ^{ns}
9	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,47 ^{ns}

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; *e***: Significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. 1- Testemunha vs Outros; 2- Início 15 + Início 20 vs Início 25; 3- Início 15 vs Início 20; 4- Início 15 dose única vs Início 15 doses parceladas; 5- Dose parcelada 15/20 vs Dose parcelada (15/25 + 15/30); 6- Dose parcelada 15/25 vs Dose parcelada 15/30; 7- Início 20 dose única vs Início 20 dose parcelada; 8- Dose parcelada 20/25 vs Dose parcelada 20/30; 9- Início 25 dose única vs Dose parcelada 25/30.

CONCLUSÕES

O parcelamento da adubação molíbdica não influencia a produtividade do feijoeiro.

A aplicação de Mo, na dose de 80 g. ha^{-1} , aumenta os teores de Mo e de N na semente do feijoeiro.

Os teores nas sementes de K, de Ca, de Fe, de Zn, de Cu e de Mn na média dos experimentos, de P e de S no experimento I e de Mg e de S no experimento II, reduzem com a aplicação foliar de 80 g. ha^{-1} de Mo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL, 2003. *Anuário da Agricultura Brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Agros Comunicação, 544p, 2003.

BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. de A. Efeitos de doses e épocas de aplicação de molibdênio sobre a cultura do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.7, p.473-480, 1996.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFMSG. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. Viçosa, MG: 359 p. 1999.

DALLPAI, D.L. *Determinação espectrofotométrica de molibdênio em solo e tecido vegetal e adsorção de molibdato em alguns solos de Minas Gerais*. Viçosa, MG: UFV, 1996. 56p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

EIVAZI, F.; SIMS, J. L.; CRUTHFIELD, J. Determination

- of molybdenum in plant materials using a rapid automated method. *Soil Science and Plant Analysis*, v.13, p.135-150, 1982.
- FERREIRA, A. de B.; ARAÚJO, G. A. de A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A.; Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientae Agrícola*, 58: 131-8, 2001.
- FUGE, R. An automated method for the determination of molybdenum in geological and biological samples. *Analytical*, v.95, p.171-176, 1970.
- GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 11ed. Piracicaba: Nobel, 1985. 467p.
- GUPTA, U.C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soil, plants and animals. *Advance in Agronomy*, v.34, p.73-115, 1981.
- HUNGRIA, M.; NEVES, M. C. P. Ontogenia da fixação biológica do nitrogênio em *Phaseolus vulgaris*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.21, p.715-730, 1986.
- JACOB NETO, J. *Variação estacional, concentração nas sementes e níveis críticos de Mo nos nódulos de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)*. Itaguaí: UFRRJ, 1985. 141 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciências do Solos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1985.
- JACOB NETO, J.; FRANCO, A. A. Determinação do nível crítico de Mo nos nódulos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*). Turrialba. v. 39, n.2, p. 215-223, 1989.
- JACOB NETO, J.; ROSSETO, C. A. V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. *Floresta e Ambiente*, v.5, n.1, p.171-183, 1998.
- NEVES, M.C.P.; FERNANDES, M. S.; SÁ, M.F.M. Assimilação de nitrogênio em plantas noduladas de *Phaseolus vulgaris L.* e *Vigna unguiculata (L.) WALP.* *Pesquisa Agropec. Bras. Brasília*, v.17, n.5, p.689-695, 1982.
- OLIVEIRA, I. P.; THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, SP: POTAFOS, p.175-212, 1988.
- PESSOA, A. C. dos S. *Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo*. 1998. 151 f. Dissertação (Doutorado em Solos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- PERETTI, A. Manual para análise de semillas. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, 282p., 1994.
- VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: EPE, 24 p. (Boletim Técnico, 7), 1969.
- VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A. O.; ARAÚJO, G. A. de A. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura do feijão. *Revista Agricultura*, Piracicaba, v. 67, n.2, p.117-124, 1992.
- VIEIRA, R. F. *Aplicação foliar de molibdênio e seu efeito nas atividades da nitrogenase e redutase do nitrato no feijoeiro em campo*. Piracicaba: ESALQ, 1994, 188p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1994.
- 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 Nutr.*, v.21, n.1, p.169-180, 1998.
- YATSIMIRSKII, K. B. Catalytic and chemical kinetics: the use of catalytic reactions involving hydrogen peroxid in the study of the formation of complexes and in the development of very sensitive analytical methods. [S.l.:s.n.], 1964. Não paginado.