

Aplicação foliar de doses de molibdênio no feijoeiro

Francieli Helena Bernardi¹ e Luiz Antônio Zanão Júnior²

Resumo: O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa importante na economia brasileira, sendo consumido diariamente nas refeições por ser um alimento com grande quantidade de proteínas. Entre os micronutrientes, o molibdênio (Mo) é o requerido em menor quantidade pela planta, sendo a utilização desse micronutriente extremamente vantajosa. Baixas produtividades observadas em diferentes solos podem ser uma das causas de carência de Mo na planta. Desta maneira, objetivou-se neste trabalho avaliar a aplicação via foliar de diferentes doses de molibdênio (Mo) no feijoeiro quando a maioria das plantas estava em pré-florescimento. O ensaio experimental foi implantado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná, em Santa Tereza do Oeste, PR, durante o período de abril a junho de 2017. Foram avaliadas cinco doses de Mo: 0, 30, 60, 120 e 180 g ha⁻¹, utilizando-se como fonte o molibdato de amônio (54 % de Mo) em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados a produção de vagens por planta, produtividade e massa de cem grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Assistat. Não foi observado efeito significativo das doses de Mo em nenhuma variável avaliada.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., nutrição de plantas, molibdato.

Foliar application of molybdenum in bean

Abstract: Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an important legume in the Brazilian economy, being consumed daily in the meals because it is a food with large amount of proteins. Among the micronutrients, the molybdenum (Mo) is the least required by the plant, and the use of this micronutrient is extremely advantageous. Low yields observed in different soils may be one of the causes of lack of Mo in the plant. In this way, the objective of this work was to evaluate the foliar application of different molybdenum (Mo) doses in common bean when most of the plants were in pre-flowering. The experimental trial was carried out at the Experimental Station of the Agronomic Institute of Paraná, Santa Tereza do Oeste, PR, during the period from April to June 2017. Five doses of Mo: 0, 30, 60, 120 and 180 g ha⁻¹, using ammonium molybdate (54 % Mo) as a source in a randomized complete block design with five replicates. The production of pods per plant, yield and mass of one hundred grains were evaluated. Data were submitted to analysis of variance and regression. Statistical analyzes were performed using the Assistat program. No significant effect of Mo doses was observed on any variable evaluated.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., plant nutrition, molybdate.

¹ Tecnóloga em meio ambiente. Doutora em Engenharia agrícola (UNIOESTE). Graduada em Agronomia do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz - PR. bernardifracieli@gmail.com.br

² Engenheiro Agrônomo. Doutor em Solos e Nutrição de Plantas (UFV). Professor do Curso de Agronomia do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz - PR. lazan10@hotmail.com

Introdução

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa importante na economia brasileira, sendo consumido diariamente nas refeições por ser um alimento com grande quantidade de proteínas (BINOTTI *et al.*, 2009; MELO FILHO *et al.*, 2011).

A cultura do feijoeiro ocupa posição de destaque no cenário agrícola nacional. Estimativas da Conab (2017), na safra de 2015/2016, indicam que o consumo nacional tem variado entre 3,3 e 3,6 milhões de toneladas. O sexto levantamento da safra 2016/17 da Conab indicam que o feijão deve alcançar uma produção de 3,27 milhões de toneladas.

Entre os micronutrientes necessários, o molibdênio (Mo) é o requerido em menor quantidade pela planta, sendo constituinte da nitrogenase e enzima redutase do nitrato. A utilização desse micronutriente é extremamente vantajosa, porém muitos agricultores não têm acesso a essa tecnologia pela dificuldade em encontrar o adubo molíbdico no mercado (FERRO *et al.*, 2009).

A adubação foliar com molibdato de amônio pode ser uma alternativa de baixo custo para completar ou substituir a adubação nitrogenada em sistemas de produção menos intensivos. Contribuindo além da redução de custo, para possíveis reduções de perdas de nitrogênio no solo e suas consequências ambientais (MELO FILHO *et al.*, 2011).

Em função dos resultados obtidos com a adubação molíbdica foliar, o Mo tem despertado grande interesse principalmente por atuar no metabolismo do nitrogênio (NASCIMENTO *et al.*, 2009). Sua deficiência contribui para a redução do fornecimento de nitrogênio, pois participa como cofator de enzimas envolvidas em reações bioquímicas importantes no metabolismo do nitrogênio, sendo um micronutriente essencial para o crescimento vegetal (FERNANDES *et al.*, 2005).

Baixas produtividades observadas em diferentes solos podem ser uma das causas de carência de Mo (PESSOA *et al.*, 2000). Desta maneira, vários trabalhos, buscam mostrar o efeito positivo da aplicação de doses de Mo no feijoeiro.

Melo Filho *et al.* (2011) estudando a dose ótima de Mo para o feijoeiro em Rondônia, e avaliando a resposta de cultivares a adubação com Mo, verificaram que não há diferença significativa entre as respostas das cultivares avaliadas à adubação molíbdica e ambas responderam positivamente, sendo a dose estimada de Mo para o feijoeiro em Rondônia de 126 g ha⁻¹ de Mo, que foi 66,9 % superior ao observado sem aplicação de Mo.

Silva *et al.* (2012) avaliando 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, constataram que o rendimento de grãos e seus componentes aumentaram com aplicação de Mo via foliar na dose de 60 g ha⁻¹ no cultivo do feijoeiro em Latossolo Vermelho-Amarelo.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a aplicação via foliar de diferentes doses de Mo no feijoeiro quando as maiores das plantas estiverem em pré-florescimento.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido à campo na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná, em Santa Tereza do Oeste, PR, durante o período de abril a junho de 2017. As coordenadas geográficas do local são 25° 5' 44,61'' S e 53° 35' 33,31'' W, com altitude de 800 m.

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é Cfa, subtropical úmido, com temperaturas médias anuais variando entre 20 e 21 °C e precipitações totais entre 1800 e 2000 mm, bem distribuídos durante o ano e com verões quentes (IAPAR, 2000).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (EMBRAPA, 2006), textura muito argilosa, fase floresta subtropical perenifolia e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). A cultura antecessora foi soja sob sistema plantio direto. Foi realizada análise química do solo antes da implantação do experimento. O solo apresentava os seguintes atributos químicos: P = 11,7 mg dm⁻³; matéria orgânica = 58 g dm⁻³; pH CaCl₂ = 4,8; Ca = 4,9 cmol_c dm⁻³; Mg = 2,1 cmol_c dm⁻³; K = 0,55 cmol_c dm⁻³, V = 50 %.

Foram avaliadas cinco doses de Mo: 0, 30, 60, 120 e 180 g ha⁻¹, utilizando-se como fonte o molibdato de amônio (54 % de Mo). O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições.

As aplicações dos nutrientes foram realizadas com pulverizador costal a pressão constante de CO₂ e haste de quatro bicos, conduzida a 50 cm acima das plantas. O volume de calda utilizado foi equivalente a 200 L ha⁻¹, adicionando-se (1 % v v⁻¹) de espalhante adesivo. O tratamento controle recebeu apenas uma solução com água destilada e (1 % v v⁻¹) de espalhante adesivo. A aplicação dos tratamentos ocorreu quando a maioria das plantas estavam em pré-florescimento.

A parcela experimental foi formada por seis linhas, com espaçamento de 0,45 m e com 6 m de comprimento. Foram consideradas como área útil, as quatro fileiras centrais, descartando-se dois metros das extremidades.

A semeadura foi efetuada no mês de abril. Foi cultivado o feijoeiro IPR Curió, de ciclo precoce. A adubação química básica foi aplicada no sulco de semeadura para todos os tratamentos. Foram aplicados 270 kg ha⁻¹ do formulado 04-30-10. A adubação nitrogenada de cobertura foi aplicada em uma única vez, à lanço, sem incorporação, quando as plantas estavam em estágio fenológico V3, aplicando-se 50 kg ha⁻¹ de N e o sulfato de amônio (20 % de N) como fonte.

Os tratos culturais foram efetuados seguindo recomendações técnicas para a cultura. Avaliando a produção de vagens por planta, produtividade e massa de cem grãos. Já na colheita, foram contados o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem de dez plantas de cada parcela, para obtenção de um valor médio.

A massa de cem grãos foi determinada em balança de precisão de 0,01 g, com teor de água dos grãos corrigido para 13 % (base úmida), sendo realizadas em cinco repetições por unidade experimental. A produtividade de grãos foi determinada na área útil de cada parcela, transformados em kg ha⁻¹ a 13 % de umidade (base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão para avaliar o efeito das doses de Mo. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Assistat.

Resultados e Discussão

Não houve efeito significativo das doses de Mo no número de vagens por planta ($p > 0,05$), na massa de cem grãos ($p > 0,05$) e na produtividade ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Vieira *et al.* (2000) em estudo concluíram que a não resposta a adubação foliar com molibdênio pode estar associado aos níveis deste micronutriente no solo, capazes de suprir as necessidades da cultura ou então as sementes utilizadas terem conteúdo de Mo suficiente para suprir a necessidade da planta.

O número de vagens por planta não foi influenciado significativamente pelas doses de Mo aplicadas e ficou em média em 16, 4 vagens por planta (Figura 1). Nogueira *et al.* (2017) estudando o rendimento de grãos de diferentes cultivares de feijão semeadas em diferentes épocas (1^a. e 2^a. safra), observaram que o número de vagens por planta da cultivar IPR Curió, foi de 14,5 e 13,8 para primeira e segunda safra, respectivamente, valores este, próximos ao encontrado pelo estudo.

Tabela 1. Valores médios de vagens por planta, massa de cem grãos e produtividade em função de diferentes doses de Mo pulverizadas sobre o feijoeiro IPR Curió (Santa Tereza do Oeste, PR, 2017).

Doses de Mo (g ha ⁻¹)	Vagens por planta	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)
0	16,38	2555,77	23,08
30	16,35	2522,26	23,16
60	16,83	2484,19	23,22
120	16,30	2521,26	23,03
180	16,08	2563,98	23,31
Teste de F	0,52 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,58 ^{ns}
CV%	6,2	13,3	3,2

^{ns}: não significativo pelo teste F com 5% de probabilidade.

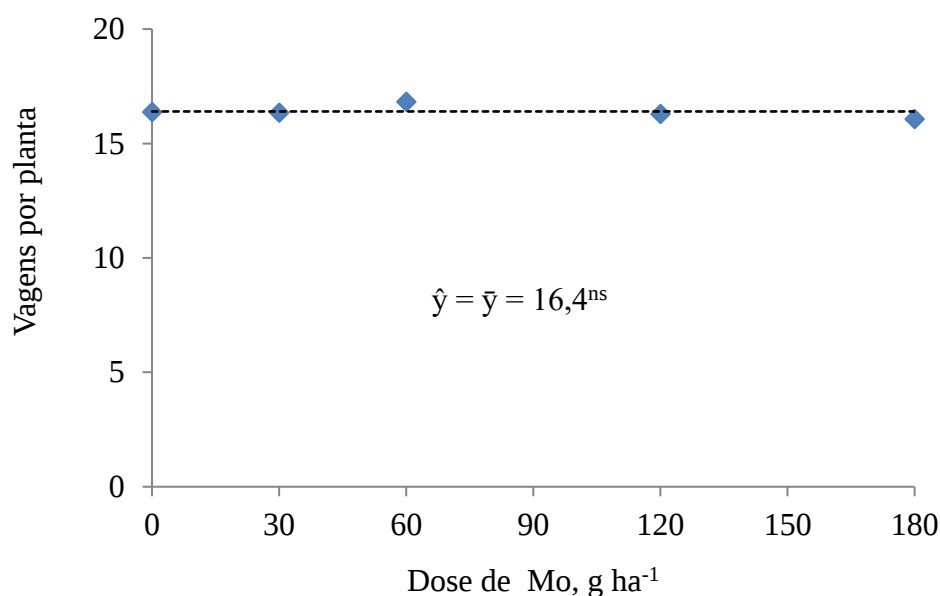


Figura 1 - Vagens por planta de feijoeiro IPR Curió em função da aplicação foliar de doses de molibdênio. Santa Tereza do Oeste, PR, 2017. ^{ns} = não-significativo a 5 % de probabilidade pelo teste de t.

Muller e Zanão Júnior (2015) avaliaram o efeito da época de aplicação da adubação nitrogenada em cobertura em cultivares de feijoeiro (IPR Curió e IPR Tangará) e observaram que o IPR Curió produziu, em média, 16,12 vagens por planta.

Ascoli; Soratto; Maruyama (2008) avaliaram o efeito de doses e épocas de aplicação de Mo, por via foliar, na produtividade e qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro comum em cultivo irrigado no inverno, em solo arenoso de Cerrado e concluíram que os componentes da produção (número de vagens por planta, de sementes por vagem e massa de 100 sementes) não foram afetados pelos tratamentos estudados.

A produtividade de grãos do feijoeiro IPR Curió foi de 2529 kg ha⁻¹ de média e não foi alterada também pelas doses de Mo pulverizadas nas plantas. Muller e Zanão Júnior (2015) observaram resultados semelhantes, 2427 kg ha⁻¹ para IPR Curió, ficando abaixo do esperado do potencial de produtividade da cultivar. O potencial médio da produtividade da cultivar estudada varia em torno de 2.800 kg ha⁻¹. Os autores relacionam esta menor produtividade a incidência de doenças no decorrer do desenvolvimento da cultura, principalmente antracnose e possivelmente pela baixa precipitação ocorrida no período de florescimento.

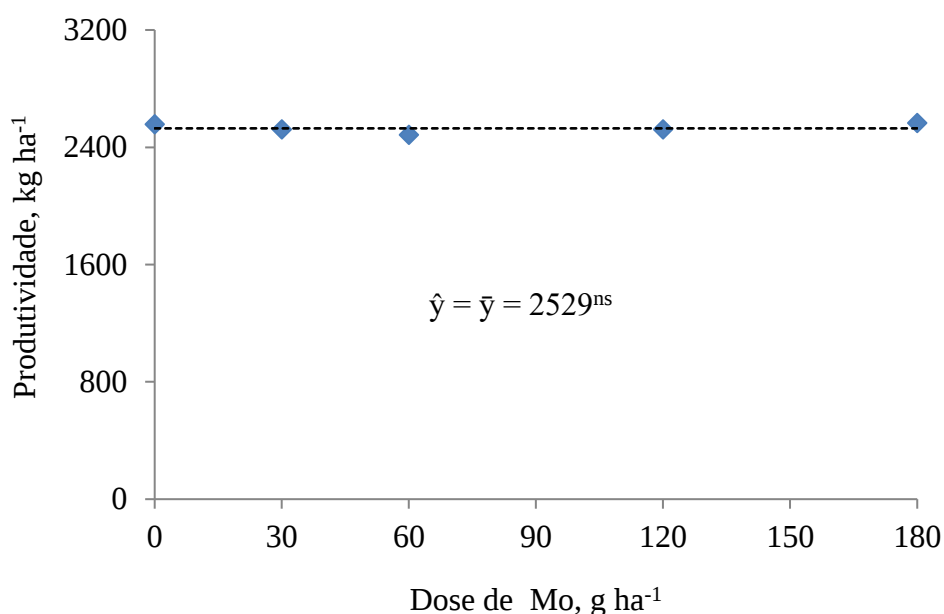


Figura 2 - Produtividade de grãos de feijoeiro IPR Curió em função da aplicação foliar de doses de molibdênio. Santa Tereza do Oeste, PR, 2017. ^{ns} = não-significativo a 5 % de probabilidade pelo teste de t.

A massa de cem grãos também não foi alterada significativamente pelas doses de Mo aplicadas em cobertura e ficou próximo de 23,2 g, em média (Figura 3). A massa de cem grãos para IPR Curió esperada é de aproximadamente 25,7 g, valor este semelhante ao encontrado no estudo. Muller e Zanão Junior (2015) também observaram médias

semelhantes para massa de cem grãos da cultivar IPR Curió, 23,87 g, não sendo influenciada pelas épocas de aplicação de adubação nitrogenada em cobertura.

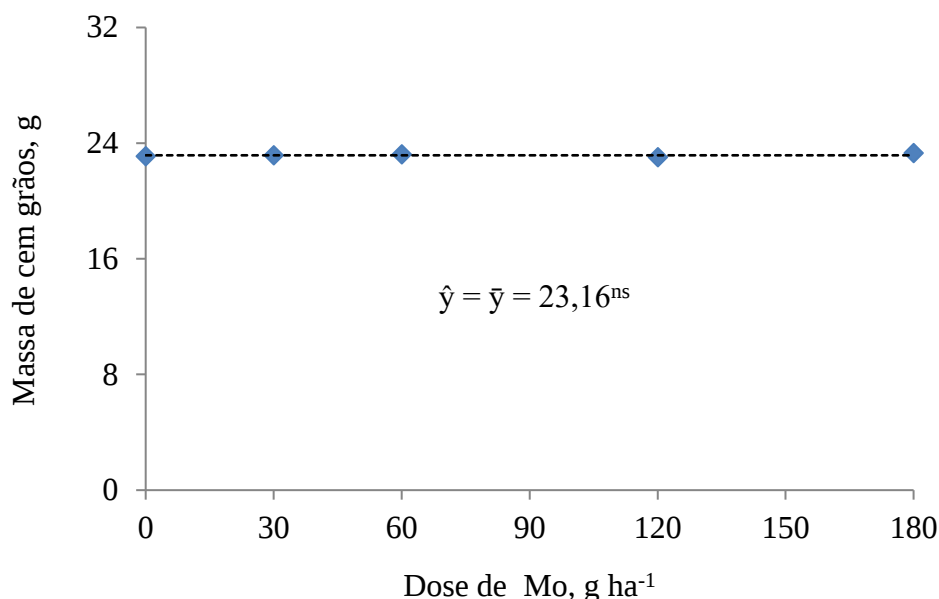


Figura 3 - Massa de cem grãos de feijoeiro IPR Curió em função da aplicação foliar de doses de molibdênio. Santa Tereza do Oeste, PR, 2017. ^{ns} = não-significativo a 5 % de probabilidade pelo teste de t.

Em estudo análogo, Vieira *et al.* (2011) também não verificaram efeitos significativos na massa de cem sementes e na produtividade de feijoeiros que receberam doses variando de 0 a 1000 g ha⁻¹ de Mo. Entretanto, Filho *et al.* (2011) e Silva *et al.* (2012), observaram influências positivas na produtividade de feijoeiro quando esses receberam adição de Mo via foliar.

A ausência de resposta à adição de Mo pode estar relacionada com níveis adequados e disponibilidade (em função do pH) de tal micronutriente no solo, ou com concentrações de Mo na semente suficientes para suprir às necessidades dos feijoeiros (GUARESCHI; PERIN, 2009).

O Mo participa das enzimas nitrogenase e nitrato redutase. Esta última é chave na assimilação biológica do nitrato. Logo, quando há deficiência dessa enzima, a planta depende do amônio como fonte de nitrogênio (VIEIRA *et al.*, 2015; MENDEL, 2011). Pode-se inferir, desta forma, que a não significância estatística dos resultados da análise de variância, podem também estar relacionadas com a abundância natural de nitrogênio contido na MO (aproximadamente 5,8 %) do solo em que o experimento foi conduzido.

Em solos com elevados teores de MO, a aplicação de Mo foliar não exerce influência na produtividade e em variáveis correlacionadas com a produtividade de feijoeiros em função da grande quantidade natural de nitrogênio contido na MO ou pela presença de Mo do solo, anulando, desta forma, a ação do Mo foliar.

Conclusão

Não foi observado efeito significativo das doses de Mo em nenhuma variável avaliada.

Referências

- ASCOLI, A. A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I.. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 377-384, 2008.
- BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S.; ALVAREZ, A.C.C.; KAMIMURA, K.M. Fontes, doses e modo de aplicação de nitrogênio em feijoeiro no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 473-481, 2009 .
- CONAB**. Companhia Nacional de Abastecimento. 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 15 de março de 2017.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2006.
- FERNANDES, F.A. ARF, O.; BINOTTI, F.F. DA S.; ROMANINI JUNIOR, A.; SÁ, M.E. DE; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R.A.F. Molibdênio foliar e nitrogênio em feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, no. 1, p. 7-15, 2005.
- FERRO, C. G.; VIEIRA, R. F. ; SALGADO, L. T. ; CARNEIRO, J. E. S. ; PAULA JUNIOR, T. J. ; TEIXEIRA, H. . Adubação com feijão com altas doses de molibdênio visando à colheita de sementes ricas desse micronutriente - efeitos de épocas de aplicação e parcelamento. In: VI Seminário de Iniciação Científica de Tecnológica, 2009, Belo Horizonte. **Anais do VI Seminário de Iniciação Científica de Tecnológica**, 2009.
- GUARESCHI, R. F.; PERIN, A. Efeito do molibdênio nas culturas da soja e do feijão via adubação foliar. **Global Science Technology**, Rio Verde, v. 2, n. 3, p. 08-15, 2009.
- INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANÁ-IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**. Versão 1.0. 2000. CD-ROM.
- MELO FILHO, L. C.; CAMARGO, S. L.; LEITE, U. T.; LIMA, A. A. Adubação molíbdica em feijoeiro no cone sul de Rondônia. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 2-4, p. 228-233, 2011.

- 249 MENDEL, R. R. Cell biology of molybdenum in plants. **Plant Cell Report**, n.30, p.1787-
250 1797, 2011.
- 251
- 252 MULLER; F.; ZANÃO JUNIOR, L.A. Produtividade de cultivares de feijoeiro em função
253 da época de aplicação da adubação nitrogenada de cobertura em sistema de plantio direto.
254 **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 4, n. 2, p. 45-57, 2015.
- 255
- 256 NASCIMENTO, M. S.; ARF, O.; BARBOSA, G. F.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, R.
257 S.; CASTRO, R. M. Nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar em feijoeiro de
258 inverno no sistema plantio direto II - Características agronômicas e produtividade
259 **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 5, p. 351-358, 2009.
- 260
- 261 NOGUEIRA, A .F.; CHUDZIK, A. G.; LUSKI, P. G. G.; BURATTO, J. S. Efeito de
262 épocas de semeadura no rendimento de grãos e seus componentes em cultivares de feijão.
263 **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.6, n.2, p.61-70, 2017.
- 264
- 265 PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Concentração
266 foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro "ouro negro" em resposta à
267 adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24,
268 n. 1, p. 75-84, 2000.
- 269
- 270 SILVA, E. B.; SANTOS, S. R.; FONSECA, F. G.; TANURE, L. P. P.; FREITAS, J. P.
271 X. Aplicação foliar de molibdênio em feijoeiro irrigado cultivado no norte de minas
272 gerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 64-71, 2012.
- 273
- 274 VIEIRA, R. F.; FERREIRA, A. C. de B.; PRADO, A. L. do. Aplicação foliar de
275 molibdênio em feijoeiro: conteúdo do nutriente na semente e desempenho das plantas
276 originadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 163-169, 2011.
- 277
- 278 VIEIRA, R. F.; PAULA JÚNIOR, T. J. DE; PRADO, A. L. DO; ARAÚJO, R. F.;
279 LEHNER, M. S.; SILVA, R. A. A aplicação foliar de molibdênio na fase de enchimento
280 de vagens do feijão-comum pode reduzir a qualidade da semente. **Revista Ceres**, Viçosa,
281 v. 62, n.4, p. 415-419, 2015.