

# MOLIBDÊNIO VIA SEMENTE E NITROGÊNIO EM COBERTURA NO FEIJOEIRO IRRIGADO EM SOLO DE CERRADO

Molybdenum applied to seeds and sidedressing nitrogen on irrigated common bean in cerrado soil

Guilherme Augusto Biscaro<sup>1</sup>, Sidney Antonio Roseiro Goulart Junior<sup>2</sup>, Rogério Peres Soratto<sup>3</sup>, Nasir Augusto de Freitas Júnior<sup>2</sup>, Anamari Viegas de Araújo Motomiya<sup>4</sup>, Gilmar Cordeiro Calado Filho<sup>2</sup>

## RESUMO

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelo feijoeiro e seu metabolismo pode ser seriamente prejudicado pela deficiência de molibdênio. Conduziu-se este trabalho, com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de molibdênio via semente e nitrogênio em cobertura nas características agrônomicas e produtividade do feijoeiro 'BRS Pontal' irrigado, cultivado em Neossolo Quartzarênico, no município de Cassilândia, MS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela aplicação ou não de Mo (80 g ha<sup>-1</sup>) via semente e quatro doses de N (0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), em cobertura aos 16 dias, após a emergência, na forma de uréia. A aplicação de Mo via semente aumentou o índice relativo de clorofila, o número de vagens por planta, a massa e a produtividade de grãos no feijoeiro, principalmente com o uso de altas doses de N em cobertura. O índice relativo de clorofila, o número de vagens por planta, a massa e a produtividade de grãos do feijoeiro foi aumentada linearmente pela aplicação de até 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura. O fornecimento de Mo via tratamento de semente aumentou a eficiência de utilização do N pelo feijoeiro.

**Termos para indexação:** *Phaseolus vulgaris*, adubação de cobertura, nutrição mineral, molibdato de amônio.

## ABSTRACT

Nitrogen is the most required nutrient by common bean and its metabolism depends on the molybdenum supply. The objective of this work was to evaluate the effect of the molybdenum applied to seeds as well as the effect of sidedressing nitrogen on agronomic characteristics of irrigated common bean, cultivar BRS Pontal, grown on Typic Quartzipsamment, in Cassilândia county, Mato Grosso do Sul State, Brazil. A randomized complete block design was used, in a 4x2 factorial array with four replications. The treatments were constituted of absence or presence of Mo (80g ha<sup>-1</sup>) applied to seeds, and four N doses (0, 30, 60, and 120 kg ha<sup>-1</sup>) applied 16 days after emergence, as urea. Molybdenum applied to seeds increased the relative chlorophyll index, number of pods per plant, mass of grains, and grain yield, mainly with high N-sidedressing rates. The N-sidedressing application up to the highest dose (120 kg ha<sup>-1</sup>) promoted a linear increase in the relative chlorophyll index, number of pods per plant, mass of grains and grain yield. Molybdenum applied to seeds increased the efficiency of N use by common bean.

**Index terms:** *Phaseolus vulgaris*, sidedressing fertilization, mineral nutrition, ammonium molybdate.

(Recebido em 29 de agosto de 2008 e aprovado em 24 de março de 2009)

## INTRODUÇÃO

A produtividade média da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Brasil é baixo, ficando por volta de 898 kg ha<sup>-1</sup> de grãos 2007/2008 (Conab, 2008), decorrente de diversos fatores, entre eles estão os relacionados ao uso de sementes não selecionadas, aspectos climáticos desfavoráveis e à nutrição mineral inadequada. A possibilidade de cultivar o feijão em uma terceira época (outono-inverno), em regiões de inverno ameno, com o uso de irrigação, tem possibilitado a obtenção de produtividades elevadas e boa remuneração do produtor

(Borém & Carneiro, 2006). Porém, nessas condições, o fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes para o feijoeiro ganha maior destaque, já que pode levar a obtenção de elevadas produtividades.

A adubação nitrogenada inadequada é um fator que, muitas vezes, determina o insucesso no cultivo do feijoeiro. Enquanto alguns produtores continuam aplicando doses excessivas de N, outros aplicam quantidades insuficientes deste nutriente, limitando a produtividade da lavoura mesmo que outros fatores de produção sejam otimizados. Alguns trabalhos têm obtido resultados positivos com a

<sup>1</sup> Eng. Agrícola, Prof. Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) Rodovia Dourados- Itahum, km 12, CEP 79.804-970, CP 533, Dourados, MS - guilhermebiscaro@ufgd.edu.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia – Rod. MS 306, Km 06 – 79.540-000 – Cassilândia, MS.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Assistente Doutor da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, Cx.P. 237 – 18.610-307 – Botucatu, SP.

<sup>4</sup> Eng. Agrônoma, Profa. Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

aplicação de doses elevadas de nitrogênio (Stone & Moreira, 2001; Soratto et al., 2004; 2005; Barbosa Filho et al., 2005), sendo essas maiores que as atuais recomendações.

Por ser o nutriente mais absorvido e o mais exportado pelas plantas, o fornecimento de N é fundamental para a obtenção de elevadas produtividades (Silva et al., 2000). Entre as deficiências nutricionais que ocorrem na cultura do feijoeiro, a de N é a mais frequente, devendo-se propiciar boa nutrição da planta no momento em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, ou seja, até o início do florescimento (Carvalho et al., 2001; Soratto et al., 2005). Segundo Santos e Fageria (2008), a aplicação de maiores doses de N no feijoeiro propiciam também maiores valores de produção biológica e índices fisiológicos.

O molibdênio (Mo) é essencial para as plantas por ser componente das enzimas redutase do nitrato, que é responsável pela redução do nitrato a nitrito no processo de assimilação do N, e da nitrogenase, essencial para a fixação biológica do N (FBN) nas leguminosas (Kaiser et al., 2005; Epstein & Bloom, 2006; Vieira, 2006). O Mo é o nutriente de menor teor no solo e também o de menor concentração nas plantas. Em razão da deficiência natural de alguns solos, especialmente os arenosos (Oliveira et al., 1996), à exportação pelas sementes mediante elevadas produções e à não realização de adubação molibdicada tem aumentado a frequência com que este micronutriente pode limitar a capacidade produtiva das culturas (Ferreira et al., 2003).

No caso do feijoeiro, cujo sistema de FBN é de baixa eficiência, a necessidade de Mo está mais relacionada com a atividade da redutase do nitrato (Pessoa et al., 2000; Vieira, 2006). Dessa forma, a aplicação de doses elevadas de N, pode não resultar em altas produções, provavelmente em razão do possível acúmulo de nitrato na planta, resultado da nitrificação do amônio e síntese insuficiente de redutase do nitrato, por falta de Mo (Marschner, 1995; Pessoa et al., 2000). Nesse sentido, a aplicação de Mo via tratamento de semente no feijoeiro, cultivado em solos arenosos, pode maximizar a eficiência de utilização do N, promovendo aumento de produtividade, redução do custo e dos riscos que o uso excessivo de N pode proporcionar ao ambiente.

Diversos trabalhos demonstraram elevação na produção de grãos de feijão com o fornecimento de Mo aplicação no solo ou nas sementes (Vieira et al., 1992; Fullin et al., 1999), ou via foliar (Jesus Júnior et al., 2004; Ascoli et al., 2008). Contudo, são praticamente inexistentes os estudos com esse micronutriente nos solos arenosos da região Centro-Oeste do Brasil.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de Mo via semente e doses de nitrogênio em

cobertura nas características agrônômicas e produtividade do feijoeiro em cultivo irrigado no inverno, em solo arenoso de Cerrado.

## MATERIALE MÉTODOS

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

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico (Embrapa, 2006), originalmente sob vegetação de cerrado. Antes da instalação do experimento foi realizada amostragem de solo para a determinação das características químicas (Raij et al., 2001), na camada de 0-0,20 m: 3,1 mg dm<sup>-3</sup> de P(resina); 12,0 g dm<sup>-3</sup> de MO; 5,2 pH em CaCl<sub>2</sub>; 0,1; 1,0; 0,6; 1,3; 2,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K, Ca, Mg, H+Al, CTC respectivamente, 55% de saturação por bases (V), e granulométricas (Embrapa, 1997): areia 840 g kg<sup>-1</sup>, silte 30 g kg<sup>-1</sup> e argila 130 g kg<sup>-1</sup>.

A área foi anteriormente cultivada com a cultura do arroz na safra verão. O solo foi preparado com uma aração e duas gradagens leves. A aração e uma gradagem foram realizadas cerca de 40 dias antes da semeadura. A última gradagem foi realizada as vésperas da semeadura. A calagem foi realizada a lanço, após a aração, baseada na análise do solo e recomendações de Ambrosano et al. (1997), sendo aplicados 500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT de 78%). A adubação fosfatada foi feita com uma única aplicação 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na semeadura, tendo como fonte superfosfato triplo (44% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Foram utilizados 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, usando cloreto de potássio (58% K<sub>2</sub>O) como fonte, sendo dividida em 50% na semeadura e 50% em cobertura, 16 dias após a emergência (DAE) da plantas, baseada na recomendação de Raij (1991).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no arranjo fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação ou não de Mo (80 g ha<sup>-1</sup>) via semente e quatro doses de N (0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) em cobertura. Utilizou-se como fonte de Mo o molibdato de amônio (54% de Mo), aplicado junto ao tratamento de sementes adicionando 0,5 L de água para uma melhor homogeneidade da aplicação. A fonte de N foi a uréia (45% de N), aplicada em cobertura e incorporada ao solo a 5 cm da planta em filete contínuo, 16 DAE. Após a aplicação de N, foram aplicados 15 mm de água para reduzir as perdas por volatilização. Cada parcela foi composta por cinco linhas de 4 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre elas. A área útil foi composta pelas três linhas centrais desprezando 0,5 em cada lado.

A semeadura foi realizada em 16/06/2007, utilizando-se a cultivar de feijoeiro comum de grão tipo carioca BRS Pontal, que apresenta planta de porte semiprostrado e baixa resistência ao acamamento (Embrapa, 2006). As sementes, além do molibdato de amônio, aplicado de acordo com os tratamentos, também receberam fungicida tiram (120 g do i.a. 100 kg de sementes) e inseticida carbofuran (525 g do i.a. 100 kg de sementes). Foram utilizadas 14 sementes viáveis por metro de sulco.

O sistema de irrigação utilizado foi a aspersão convencional com linha lateral de PVC, com 50 mm de diâmetro, instalada em nível. O manejo da irrigação foi realizado com base na metodologia sugerida por Bernardo (1989) e Bernardo et al. (2005), informações obtidas pelo tanque "Classe A" e dados de Kc nos diferentes estágios da cultura.

A emergência da cultura ocorreu 9 DAE. O controle de plantas daninhas foi realizado mediante capinas manuais, sempre que necessário. Aos 12 DAE foi realizada pulverização com inseticida tiametoxam (37,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>).

Por ocasião do florescimento pleno, aos 29 DAE, foi medido o índice relativo de clorofila com o auxílio do aparelho Chlorophyll Content Meter (CCM-200), em 10 plantas escolhidas aleatoriamente dentro da área útil da parcela. Em cada planta, foram realizadas leituras no terço mediano de três folhas, determinando-se o valor médio por planta.

No dia da colheita, realizada aos 84 ou 89 DAE, dependendo do tratamento, foram coletadas 10 plantas na área útil de cada parcela, para avaliação dos componentes da produção (número de vagens por planta; número de grãos por vagem e massa de 100 grãos). As plantas de duas linhas da área útil de cada parcela foram arrancadas manualmente e secas a pleno sol. Após a secagem, os grãos foram pesados e a umidade foi corrigida para 0,13 kg kg<sup>-1</sup> (base úmida), obtendo-se a produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup>.

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias referentes à aplicação de Mo, dentro de cada dose de N, foram comparadas pelo teste t de Student ( $P=0,05$ ), enquanto os efeitos das doses de N foram avaliados pela análise de regressão, adotando-se como critério para escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. Foram realizadas análises de correlação de Pearson entre as características agrônomicas do feijoeiro, sendo a verificação da significância dos coeficientes de correlação ( $r$ ) efetuada pelo teste t. Determinou-se também a eficiência de utilização do N, mediante a relação kg ha<sup>-1</sup> da produtividade incrementada,

em relação à testemunha (sem aplicação de N), e a dose de N aplicada (kg ha<sup>-1</sup>), na ausência e presença de Mo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura apresentou ciclo de 84 dias nos tratamentos sem aplicação de N e que receberam apenas 30 kg ha<sup>-1</sup>, já as plantas que receberam as maiores doses de N (60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) tiveram ciclo de 89 dias. Em condições de deficiência, o N é redistribuído rapidamente das folhas velhas para as novas, provocando amarelecimento e morte das folhas velhas. Em caso de deficiência prolongada, se a deficiência persistir os sintomas avançam também para as folhas novas, provocando a senescência precoce da planta (Oliveira et al., 1996; Malavolta et al., 1997).

O índice relativo de clorofila foi influenciado pelos fatores estudados e pela interação entre eles (Tabela 1). A aplicação de Mo via semente e de N em cobertura favoreceu a ocorrência de folhas de coloração verde-escura, enquanto nas doses mais baixas as folhas apresentaram coloração verde-amarelada. Verifica-se que a adição de Mo via semente proporcionou maior índice relativo de clorofila quando combinada com as maiores doses de N (Figura 1). Este resultado é justificado pelo fato do Mo ser componente da enzima redutase do nitrato, responsável pela redução do nitrato absorvido pelas plantas a nitrato, para incorporação aos compostos orgânicos, como proteínas e clorofila (Malavolta et al., 1997; Pessoa et al., 2000; Vieira, 2006). Pessoa et al. (2000) verificaram maiores teores de N total e N orgânico nas folhas do feijoeiro em função da aplicação de Mo via foliar, o que indica efeito positivo do micronutriente no aproveitamento do N absorvido pela planta. Fullin et al. (1999) verificaram que a aplicação de N no solo é imprescindível para aumentar o efeito do Mo aplicado. Tais resultados indicam que, mesmo quando suprida a necessidade de N, a planta de feijão pode não atingir a produtividade máxima, se o fornecimento de Mo não for suficiente.

Contudo, independentemente da aplicação de Mo, quanto maior a dose de N aplicada maior o índice relativo de clorofila (Figura 1). Plantas com deficiência de N apresentam-se atrofiadas e as folhas revelam coloração entre verde-pálido e amarelo, que se inicia pelas folhas mais velhas e relaciona-se com a participação do N na estrutura da molécula de clorofila (Oliveira et al., 1996; Malavolta et al., 1997). Além disso, a deficiência de N provoca mudanças na resistência difusiva do CO<sub>2</sub>, em virtude do aumento na resistência do mesófilo e, em menor proporção, na resistência estomática. Isso provoca redução nas taxas fotossintéticas, com consequências no desenvolvimento e produtividade das culturas (Costa et al., 1988).

Tabela 1 – Índice relativo de clorofila, número de vagens por planta e de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos da cultura do feijão em função da aplicação de molibdênio via semente e doses de nitrogênio em cobertura. Cassilândia (MS), 2007.

Mo via semente (80 g ha <sup>-1</sup> )	Índice relativo de clorofila	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
Sem Mo	30,4	5,2	3,8	21,9	734
Com Mo	35,1	6,7	3,7	25,5	1.227
Teste F					
Molibdênio (M)	8,93**	17,65**	0,22ns	32,82**	61,12**
Nitrogênio (N)	59,28**	41,86**	0,47ns	16,01**	26,70**
M x N	4,21*	1,15ns	0,17ns	0,35ns	3,21*
C.V.(%)	13,6	17,1	9,9	7,7	18,2

ns, \* e \*\* são: não significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F.

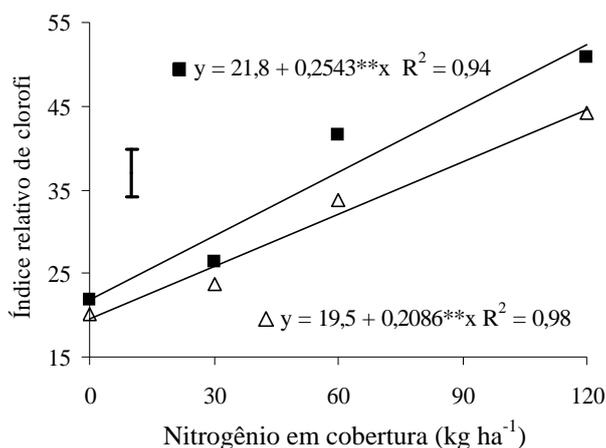


Figura 1 – Índice relativo de clorofila nas folhas da cultura do feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, sem ( $\Delta$ ) e com ( $\blacksquare$ ) a aplicação de molibdênio via semente. \*\* é significativo a 1% de probabilidade pelo teste t. Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste t ( $P = 0,05$ ).

O número de vagens por planta foi influenciado significativamente pela aplicação de N e de Mo, porém, não se observou interação entre os fatores (Tabela 1 e Figura 2). Verifica-se que, tanto a aplicação de Mo via semente, quanto o fornecimento de N em cobertura promoveram aumento nos valores desse componente da produção. Houve correlação positiva entre o índice de clorofila e a quantidade de vagens por planta, indicando que quanto maior o índice maior a quantidade de vagens produzidas (Tabela 2). O molibdênio intensifica a coloração verde e eleva o número de vagens por planta (Andrade et al., 2001). Segundo Portes (1996), a adubação nitrogenada tem grande influência no número de vagens por planta, pois, quando a planta é mal nutrida em relação a esse nutriente, produz menos flores e,

consequentemente, menos vagens, o que atesta o efeito benéfico do N aplicado em cobertura para a cultura do feijão.

O número de grãos por vagem não foi afetado pelos fatores estudados (Tabela 1) Bassan et al. (2001) e Soratto et al. (2004) também não verificaram efeito da aplicação de Mo e de N, respectivamente, nesse componente. Para esses autores, o número de grãos por vagem é uma característica de alta herdabilidade genética, pouca influenciada pelo ambiente.

Para a massa de 100 grãos, observou-se um efeito significativo da aplicação de Mo (Tabela 1). Os tratamentos que receberam Mo na semente apresentaram massa média de 25,5g e os que não receberam a média foi de 21,9g. Andrade et al. (1998) observaram aumento na massa de 100 grãos, com a aplicação do Mo via foliar no feijoeiro. A

aplicação de N em cobertura também proporcionou aumento na massa de grãos (Figura 2). Verificou-se correlação positiva entre a o índice de clorofila e a massa de 100 grãos (Tabela 2). Quando a planta encontra-se bem nutrida há um maior carregamento de nutrientes para o enchimento de grãos aumentando sua massa. Resultados semelhantes foram obtidos por Bassan et al. (2001) e Chidi et al. (2002), os quais observaram um aumento da massa de semente, conforme a dose de N utilizada em sistema de preparo convencional do solo.

A produtividade de grãos sofreu efeito significativo dos fatores estudados e da interação entre eles (Tabela 1 e Figura 3). Verifica-se que tanto o fornecimento de Mo quanto de N promoveu aumento na produtividade. Na ausência da aplicação de N, o fornecimento de Mo via

semente proporcionou incremento de produtividade da ordem de 79% em relação ao tratamento que não recebeu o micronutriente, já quando foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, o fornecimento de Mo aumentou em 89% a produtividade de grãos, comparado com o tratamento sem Mo. As doses de N em cobertura proporcionaram aumentos lineares de produtividade, porém, mais pronunciado na presença de Mo via semente. Andrade et al. (1998) obtiveram aumento da produtividade de grãos do feijoeiro com a aplicação de Mo via foliar e N em cobertura. A aplicação de Mo via semente proporcionou maior eficiência de utilização do N aplicado em cobertura, em relação aos tratamentos que não receberam Mo, principalmente nas maiores dose de N (Tabela 3). A aplicação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N combinada com

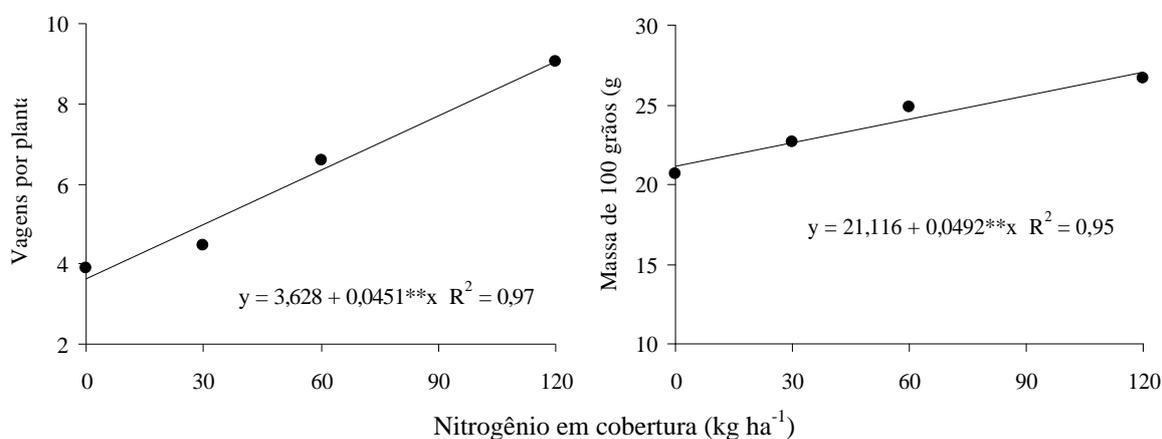


Figura 2 – Número de vagens por planta e massa de 100 grãos da cultura do feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura. Médias dos tratamentos sem e com Mo via semente. \*\* é significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

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

	Vagens por planta	Grãos por vagem	Massa de 100 grãos	Produtividade de grãos
Sem Mo				
Índice relativo de clorofila	0,86***	-0,35ns	0,76**	0,63**
Vagens por planta		-0,34ns	0,90***	0,71**
Grãos por vagem			-0,63 *	-0,58*
Massa de 100 grãos				0,59*
Com Mo				
Índice relativo de clorofila	0,80***	-0,53*	0,71**	0,81 ***
Vagens por planta		-34ns	0,80***	0,85***
Grãos por vagem			-0,43ns	-0,44ns
Massa de 100 grãos				0,54*

\*, \*\*, \*\*\* e ns são, respectivamente, significativos a 5 %, 1 %, 0,1% e não-significativo pelo teste t.

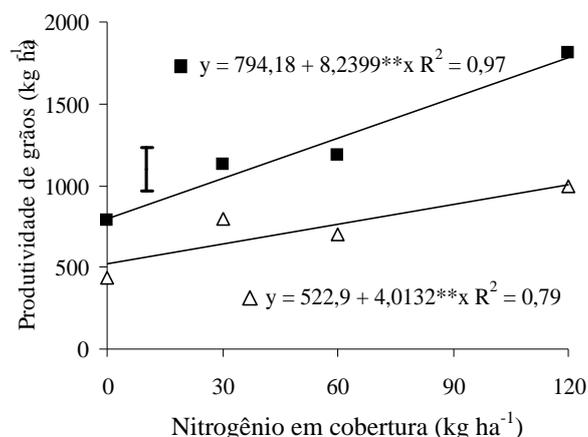


Figura 3 – Produtividade de grãos da cultura do feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, sem (Δ) e com (■) a aplicação de molibdênio via semente. \*\* é significativo a 1% de probabilidade pelo teste t. Barra vertical indica o valor de DMS pelo teste t ( $P = 0,05$ ).

Tabela 3 – Aumento da produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) do feijoeiro e eficiência de uso do nitrogênio, considerando as doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, na ausência e presença da aplicação de molibdênio via semente.

Nitrogênio em cobertura ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Sem Mo		Com Mo	
	Aumento da produtividade <sup>(1)</sup>	Eficiência de uso do N <sup>(2)</sup>	Aumento da produtividade	Eficiência de uso do N
30	355	11,8	686	22,9
60	261	4,3	744	12,4
120	558	4,6	1374	11,4

<sup>(1)</sup> Obtido em relação à média de produtividade na testemunha (Sem Mo =  $440 \text{ kg ha}^{-1}$  e Com Mo =  $783 \text{ kg ha}^{-1}$ ). <sup>(2)</sup> Eficiência de uso do N:  $\text{kg ha}^{-1}$  de produtividade aumentada/ $\text{kg ha}^{-1}$  de N aplicado.

a aplicação de  $80 \text{ g ha}^{-1}$  de Mo via semente proporcionou aumento de 312% em relação ao tratamento testemunha (sem aplicação de Mo e N). A aplicação de doses elevadas de N, na ausência de Mo, não resultaram em altas produtividades, provavelmente em razão da síntese insuficiente de redutase do nitrato, o que provoca acúmulo de nitrato na planta (Kaiser et al., 2005). Como o fornecimento de Mo via tratamento de semente é relativamente barato, pode ser viável economicamente, principalmente para produtores que realizam cultivos em solos arenosos e empregam altas doses de N.

Houve correlação positiva da produtividade com o índice de clorofila, o número de vagens por planta e a massa de 100 grãos, com valores de coeficiente de correlação ( $r$ ) maiores na presença da Mo (Tabela 2), que demonstra que a aplicação de Mo favoreceu o aproveitamento do N absorvido pelas plantas, aumentando o teor de clorofila das folhas o que refletiu em maior número

de vagens por planta, massa de grãos e, conseqüentemente, maior produtividade.

## CONCLUSÕES

A aplicação de Mo via semente aumentou o índice relativo de clorofila, o número de vagens por planta, a massa dos grãos e a produtividade de grãos no feijoeiro irrigado, cultivado em solo arenoso, principalmente, com o uso de altas doses de N em cobertura.

A aplicação de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, na ausência da aplicação de Mo, proporcionou aumento de 127% na produtividade de grãos, enquanto a combinação de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N com a aplicação de Mo promoveu incremento de 312% , em relação à testemunha.

O índice relativo de clorofila, o número de vagens por planta, a massa dos grãos e a produtividade de grãos do feijoeiro foi aumentada linearmente pela aplicação de até  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N em cobertura. O fornecimento de  $80 \text{ g}$

ha<sup>-1</sup> de Mo via tratamento de semente aumentou a eficiência de utilização do N pelo feijoeiro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC, 1997. (Boletim técnico, 100).
- ANDRADE, M.J.B. de; ALVARENGA, P.E.; SILVA, R. da; CARVALHO, J.G. de; JUNQUEIRA, A.D. de A. Resposta do feijoeiro às adubações nitrogenada e molibídica e à inoculação com *Rhizobium tropici*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.4, p.934-940, jul./ago. 2001.
- ANDRADE, M.J.B. de; DINIZ, A.R.; CARVALHO, J.G. de; LIMA, S.F. 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.2, p.499-508, abr./jun. 1998.
- 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.
- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F. Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para feijoeiro comum irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.69-76, jan./fev. 2005.
- BASSAN, D.A.Z.; ARF, O.; BUZETTI, S.; CARVALHO, M.A.C.; SANTOS, N.C.B.; SÁ, M.E. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: Produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira Sementes**, Pelotas, v.23, n.1, p.76-83, 2001.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5.ed. Viçosa, MG: UFV, 1989. 596p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 7.ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 611p.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E.S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. (Eds.). **Feijão**. 2.ed. atual. Viçosa, MG: UFV, 2006. p.13-18.
- CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N.C.B.; BASSAN, D.A. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.617-624, 2001.
- CHIDI, S.N.; SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro irrigado. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p.1391-1395, 2002.
- CONSELHO NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safras 2007/2008**: 8º levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/safras.asp>>. Acesso em: 10 maio 2008.
- COSTA, R.C.L. da; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; BARROS, N.F. de. Efeito da água e do nitrogênio sobre a fotossíntese, respiração e resistência estomática em *Phaseolus vulgaris*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.11, p.1371-1379, 1988.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Brasília: Embrapa-CNPS, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: Embrapa-CNPS, 2006. 412p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Planta, 2006. 402p.
- 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 da 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.

- 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.
- KAISER, K.N.; GRIDLEY, K.L.; BRADY, J.N.; PHILLIPS, T.; TYERMAN, S.D. The role of molybdenum in agricultural plant production. **Annals of Botany**, Oxford, v.96, n.5, p.745-754, 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 308p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic, 1995. 889p.
- 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. de O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.169-221.
- PESSOA, A.C.S.; RIBEIRO, A.C.; CHAGAS, J.M.; CASSINI, S.T.A. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro “Ouro Negro” em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.1, p.75-84, 2000.
- PORTES, T. de A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. Seção II, p.101-131.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Campinas: Instituto Agronômico, 1991. 343p.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 284p.
- SANTOS, A. B. dos; FAGERIA, N. K. Características fisiológicas do feijoeiro em várzeas tropicais afetadas por doses e manejo de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 23-31, jan./fev., 2008.
- SILVA, T.R.B. da; SORATTO, R.P.; CHIDI, S.N.; ARF, O.; SÁ, M.E. de; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro de inverno. **Cultura agrônômica**, Ilha Solteira, v.9, n.1, p.1-17, 2000.
- SORATTO, R.P.; CARVALHO, M.A.C. de; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.895-901, 2004.
- SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, L.M. da; LEMOS, L.B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.2, p.211-218, 2005.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, p.473-481, 2001.
- VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. (Eds.). **Feijão**. 2.ed. atual. Viçosa, MG: UFV, 2006. p.115-142.
- VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A.O.; ARAÚJO, G.A. de A. Adubação nitrogenada e molibdica na cultura do feijão. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.67, n.2, p.117-124, 1992.