

Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar¹

Nitrogen topdressing fertilization on common bean with leaf spray of molybdenum

Juliano Carlos Calonego^{2*}, Edson Ulisses Ramos Junior³, Rodrigo Domingues Barbosa⁴, Glauber Henrique Pereira Leite⁵ e Hélio Grassi Filho⁶

Resumo - O objetivo desse trabalho foi verificar o efeito da aplicação foliar de molibdênio (Mo) e da adubação de cobertura com nitrogênio (N) nos componentes de produção, produtividade e teor de nitrato nas folhas do feijão Carioca Precoce. O trabalho foi conduzido na Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu (UNESP/Botucatu-SP), em Nitossolo Vermelho distroférico de textura argilosa. Realizou-se a semeadura do feijão em 06/03/2003 com o fornecimento de 230 kg ha⁻¹ do formulado NPK (4-30-10) no plantio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram de cinco doses de N (25; 50; 75; 100 e 125 kg ha⁻¹), aplicadas aos 20 dias após a emergência (DAE), associados com e sem a aplicação foliar de 80 g ha⁻¹ de Mo aos 25 DAE. Avaliou-se a concentração de nitrato e amônio nas folhas, além dos componentes de produção e da produtividade de grãos de feijão. A ausência de suplementação de Mo via adubação foliar promoveu o acúmulo de nitrato na folha a medida que aumenta a quantidade de N fornecida, evidenciando a baixa eficiência na assimilação de N na falta desse micronutriente. A massa de cem grãos responde positivamente ao suplemento de Mo via adubação foliar, reduzindo a necessidade de N para se obter os melhores resultados. A adubação molíbdica aumentou a produtividade do feijoeiro independentemente da dose de N aplicada em cobertura no feijoeiro.

Palavras-chave - *Phaseolus vulgaris* (L.). Adubação molíbdica. Assimilação de nitrogênio.

Abstract - The objective of this work was to evaluate the effect of leaf spray of molybdenum (Mo) and nitrogen (N) rates in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar Carioca Precoce, evaluating the yield components, yield and leaves nitrate levels. The research was carried out in Botucatu, State of São Paulo, Brazil. The sowing of the beans (06/03/2003) was made with the supply of 230 kg ha⁻¹ of NPK (4-30-10) granulated fertilizer at planting. The experiment was a complete randomized block, with four replications and a 5 x 2 factorial arrangement, involving five N rates (25; 50; 75 and 125 kg ha⁻¹), applied 20 days after emergency (DAE), with or without 80 g ha⁻¹ of Mo, applied on leaves at 25 DAE. The Mo absence by leaf spray promoted the nitrate accumulation in the leaves in treatments with higher rates of N. The weight of 100 grains increased with the Mo by leaf spray, reducing the need for N to get the best results. The molybdenum fertilization increased bean yield regardless of N rate applied to the beans.

Key words - *Phaseolus vulgaris* (L.). Molybdenum fertilization. Nitrogen assimilation.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 08/05/2009; aprovado em 06/07/2010

Pesquisa desenvolvida no curso de Pós-Graduação na área de Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP

²Centro de Ciências Agrárias/UNOESTE, Rodovia Raposo Tavares, Km 572, Presidente Prudente-SP, Brasil, 19.067-175, Juliano@unoeste.br

³APTA Polo Sudoeste Paulista, Rodovia Sebastião Ferraz de Camargo Penteado, Km 232, Capão Bonito-SP, Brasil, Edison@apta.sp.gov.br

⁴Associação Educacional do Vale da Jurumirim/EDUVALE, Av. Prof. Misael Euphrásio Leal, 347, Avaré-SP, Brasil, 18.705-050, barbosa-rd@hotmail.com

⁵Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Caixa Postal 237, Botucatu-SP, Brasil, 18.603-970, ghpleite@fca.unesp.br

⁶Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Caixa Postal 237, Botucatu-SP, Brasil, 18.603-970, heliograssi@fca.unesp.br

Introdução

No Brasil, a importância social e econômica da cultura do feijoeiro é evidenciada, principalmente, por representar uma importante fonte proteica para a população, e pelo contingente de pequenos produtores envolvidos na sua produção, embora tenha havido nos últimos anos, crescente interesse de produtores de outras classes do agronegócio, adotando técnicas avançadas, incluindo a irrigação e a colheita mecanizada (YOKOYAMA, 2002). No entanto, a produtividade brasileira ainda é baixa, sendo registrado na safra 2007/08 produtividade média de 840 kg ha⁻¹, com uma produção total de 3,2 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2009).

Entre os nutrientes essenciais o nitrogênio (N) constitui um dos mais limitantes ao crescimento do feijoeiro. Crusciol et al. (2007) encontraram respostas significativas ao N aplicado em cobertura até a dose máxima testada de 120 kg ha⁻¹ de N, com produtividades acima de 3000 kg ha⁻¹.

O nitrato e o amônio são as formas de N inorgânico mais absorvidas pelos vegetais superiores, e o conteúdo de N requerido para o máximo desenvolvimento varia de 2% a 5% da matéria seca da planta (MARSCHNER, 1995). No entanto, principalmente em solos tropicais, a disponibilidade de N é baixa, sendo que, em solos bem drenados e pouco ácidos, a nitrificação é intensa, e o nitrato é a forma mais absorvida pelas plantas (SÁ, 1999).

No caso do molibdênio (Mo), devido à deficiência natural de alguns solos, à exportação pelas sementes mediante elevadas produções e a não realização de adubação molibdica pela maioria dos agricultores, estão se esaurindo as reservas naturais do solo, o que pode afetar a capacidade produtiva das culturas (FERREIRA et al., 2003). Esse micronutriente é considerado essencial por fazer parte das enzimas redutase do nitrato e nitrogenase. A redutase do nitrato promove a redução do nitrogênio absorvido na forma nítrica, para posteriormente ser incorporado em compostos orgânicos e a nitrogenase catalisa a reação de fixação do N atmosférico (MENGEL; KIRKBY, 1987). No caso do feijoeiro, cujo sistema de fixação de N é de baixa eficiência, a necessidade do nutriente está mais relacionada à atividade da redutase do nitrato. Dessa forma, a aplicação de doses elevadas de N, pode não resultar em altas produções, provavelmente devido ao 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).

Além do elevado custo econômico, o uso de adubos nitrogenados em solos tropicais tem ainda um custo ecológico adicional (STRALIOTTO et al., 2002). Nesse

contexto, o manejo adequado da adubação nitrogenada representa uma das principais dificuldades da cultura do feijoeiro, visto que a aplicação de doses excessivas de N, além de aumentar o custo econômico, pode promover contaminação das águas subterrâneas devido à lixiviação de nitrato, e a sua utilização em quantidade insuficiente pode limitar o seu potencial produtivo, mesmo que outros fatores de produção sejam otimizados (SANTOS et al., 2003). Dessa forma, técnicas que possibilitam a maximização da absorção de N pelo feijoeiro são de extrema importância, devido ao alto custo e à baixa eficiência dos fertilizantes nitrogenados (CRUSCIOL et al. 2007), pois, além da lixiviação, o N pode seguir outros caminhos como a volatilização e a imobilização (CATARELLA, 2007).

Nesse sentido, visando reduzir a dose de N e consequentemente aumentar a eficiência da adubação nitrogenada, objetivou-se com esse trabalho verificar o efeito da aplicação foliar de molibdênio em conjunto a doses crescentes de N em cobertura no feijoeiro, nos componentes de produção, produtividade e teor de nitrato nas folhas do feijoeiro cultivar Carioca Precoce.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido em condições de campo, na área experimental da Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas do Campus de Botucatu - UNESP, localizada no município de Botucatu, entre as coordenadas geográficas 22°30' a 23°05' latitude S e 48°15' a 48°52' longitude W, com altitude de 750 metros e declividade de 8%. O solo da área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (EMBRAPA, 2006).

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cwa, que significa clima mesotérmico com inverno seco. A estação seca é bem definida e ocorre entre os meses de maio a setembro. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.400 mm, com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C e a do mês mais frio entre 3 e 18 °C.

A caracterização química do solo foi realizada por meio de coleta de amostras na camada de 0 a 20 cm de profundidade, as quais foram encaminhadas para o Laboratório de Relação Solo-Planta do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas e analisadas de acordo com a metodologia proposta por Rajj et al. (2001), que revelou os seguintes resultados: pH 5,0; 25 g dm⁻³ de MO, 9 mg dm⁻³ de P, 34 mmol_c dm⁻³ de acidez potencial

(H+Al³⁺), 5,1 mmol_c dm⁻³ de K; 24 mmol_c dm⁻³ de Ca, 15 mmol_c dm⁻³ de Mg, 44 mmol_c dm⁻³ de SB, 78 mmol_c dm⁻³ de CTC e V% de 56.

Em janeiro de 2003, aplicou-se calcário dolomítico com PRNT de 90%, a fim de elevar a saturação por bases a 70%. Após a distribuição do calcário na área experimental, preparou-se o solo quando este apresentava condições adequadas de umidade, realizando-se uma aração profunda seguida de duas gradagens.

No dia 6 de março de 2003 realizou-se a semeadura manual do cultivar de feijão Carioca Precoce, com 15 sementes por metro, para se obter, após o desbaste, a densidade de, aproximadamente, 240.000 plantas ha⁻¹. A adubação de plantio constou da aplicação no sulco de semeadura de 230 kg ha⁻¹ do formulado (NPK) 4-30-10.

As parcelas experimentais foram constituídas por 4 linhas de 4 metros de comprimento de feijoeiro, cultivar Carioca Precoce, com espaçamento entre linhas de 0,5 m e com 11 plantas por metro linear, totalizando 176 plantas por parcela. A área útil de cada parcela foi constituída pelas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram de cinco doses de N (25; 50; 75; 100 e 125 kg ha⁻¹ ha), associados com e sem a aplicação foliar de 80 g ha⁻¹ de Mo. A fonte de N utilizada foi o sulfato de amônio (20% de N e 24% de enxofre). Aos 20 dias após a emergência (DAE) realizou-se manualmente a adubação nitrogenada em cobertura, com aplicação de sulfato de amônio, em linha e a 5 cm ao lado das plantas. Aos 25 DAE fez-se a adubação foliar com Mo, utilizando o molibdato de amônio, que foi aplicado utilizando-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂, operando à pressão constante de 150 kPa, munido de barra de aplicação com quatro bicos jato plano, do tipo leque, modelo 110.04, espaçados em 0,50 m, que proporcionaram um volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. A altura da barra foi mantida a 1,0 m do solo, enquanto a velocidade média de deslocamento durante a pulverização da calda foi de 1,0 m s⁻¹. Durante a aplicação esticou-se uma lona plástica de 2,0 m de comprimento por 1,0 m de altura, dos dois lados da parcela, sendo estas deslocadas em sincronia com o operador do pulverizador costal, para evitar a deriva e a contaminação dos tratamentos.

Os tratos culturais e o controle de pragas e doenças seguiram as recomendações para a cultura (FANCELLI; DOURADO NETO, 2007). Um sistema de irrigação por aspersão, do tipo convencional foi utilizado para suplementar as necessidades de água da cultura, sempre que a umidade do solo atingisse 60% da capacidade de campo,

principalmente nas fases de emergência das plântulas, de florescimento pleno e de enchimento de grãos.

No estágio R6 de desenvolvimento do feijoeiro coletou-se 20 folhas da área útil de cada parcela, as quais foram secas em estufas de aeração forçada a 60 °C, moídas e encaminhadas para análise da concentração de nitrato (NO₃⁻) e amônio (NH₄⁺) (TEDESCO et al., 1985). Por ocasião do ponto de colheita (R9), coletou-se as plantas inteiras da área útil de cada parcela, sendo realizada a contagem do número de vagens por planta e o número de grãos por vagens em 10 plantas por parcela. As demais plantas foram trilhadas em máquina trilhadora estacionária, e a produtividade foi determinada com pesagem da produção total de grãos da área útil de cada parcela, com correção da umidade para 13%, e os valores convertidos para kg ha⁻¹. A massa de 100 grãos foi determinada, em balança de precisão (0,01 g), avaliando-se quatro repetições de cem grãos, coletados ao acaso por parcela experimental, com seus resultados expressos em gramas e corrigidos para 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e os resultados referentes às variáveis qualitativas (presença e ausência de Mo) comparadas pelo teste de média (LSD) a 5% de probabilidade. As doses de N (variável quantitativa) foram ajustadas por meio de análise de regressão, com a escolha de modelos matemáticos com maior valor de coeficiente de determinação, significativos a 5% de probabilidade, de acordo com procedimentos propostos por Gomes (1990).

Resultados e discussão

De acordo com a Tabela 1 pode-se verificar que o fator de variação “dose de N” influenciou significativamente na produtividade de grãos, número de vagens por planta e teor de NH₄⁺ na folha. Já a adubação com Mo interferiu de forma significativa na produtividade, na massa de cem grãos e na inserção de primeira vagem, sendo que houve interação significativa entre “dose de N versus adubação molíbdica” no teor de NO₃⁻ na folha e na massa de cem grãos. O número de grãos por vagem não sofreu influência dos tratamentos aplicados, obtendo-se média geral de 4,2 grãos por vagem.

A adubação molíbdica proporcionou resposta positiva na produtividade de grãos (FIG. 1A), sendo que a suplementação desse micronutriente via foliar resultou em um acréscimo de 245 kg ha⁻¹ no rendimento médio de grãos, o que representa um incremento de 26%, superior aos 17% obtidos por Coelho et al. (2001) com a aplicação de 75 g ha⁻¹ de Mo e aos 9,8% obtidos por Ascoli et al. (2008) com a dose estimada de 101,2 g ha⁻¹ de Mo.

Tabela 1 - Valores de F calculado na análise de variância e níveis de significância para os parâmetros avaliados, de acordo com o fator de variação

Fator de variação	Produtividade	Massa 100 grãos	Grãos por vagem	Vagens por planta	NH ₄ ⁺ folha	NO ₃ ⁻ folha
Dose de N (N)	1,854*	1,182	0,961	7,075**	12,002**	5,145
Adubação molíbdica (Mo)	4,475*	14,284**	0,210	1,756	0,171	0,097
N x Mo	0,210	1,806*	0,792	2,015	0,569	8,342**
CV	29,33	2,55	13,65	21,47	43,28	20,08

**, * significativo a 1% e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Em diversos trabalhos, constata-se elevação na produção de grãos de feijão com o fornecimento de Mo, seja em aplicação no solo, seja nas sementes (FULLIN et al. 1999), como também em aplicação via foliar (FERREIRA et al. 2003; PESSOA et al., 2000), pois o Mo, além de aumentar a assimilação do N absorvido na forma de NO₃⁻ por meio da redutase do nitrato (MARSCHNER, 1995), a aplicação foliar de Mo aumenta a redução do acetileno e a remobilização do N durante o estágio de enchimento de vagens. Os efeitos combinados desses processos resultam em maior produtividade de grãos de feijoeiro (VIEIRA et al., 1998).

Na avaliação da produtividade de grãos em função das doses de N (FIG. 1B) observou-se uma resposta quadrática, com produtividade máxima de 1.211 kg ha⁻¹ com a dose de 79 kg ha⁻¹ de N, similar à dose de 74 kg ha⁻¹ de N obtida por Silva et al. (2000), também no cultivo de feijoeiro em sistema de preparo

convencional. Já Soratto et al. (2001) e Silva et al. (2002), no mesmo tipo de solo, porém trabalhando com sistema de semeadura direta, verificaram respostas lineares da produtividade até a dose máxima testada, ou seja, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. De uma forma geral, são diversos os resultados de resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada quanto à produtividade de grãos, alguns resultados mostraram resposta da cultura a doses de N acima de 100 kg ha⁻¹ (CARVALHO et al., 2003; STONE; MOREIRA, 2001). No entanto, autores como Chidi et al. (2002) e Bordin et al. (2003) verificaram resposta da produtividade do feijoeiro com a aplicação de 50 a 75 kg ha⁻¹ de N.

Na literatura encontram-se diversos trabalhos afirmando que o suprimento adequado de Mo pode interferir positivamente na eficiência do *Rhizobium* no processo de fixação biológica do N (FRANÇA et al., 1973), podendo diminuir as necessidades de adubação nitrogenada. No

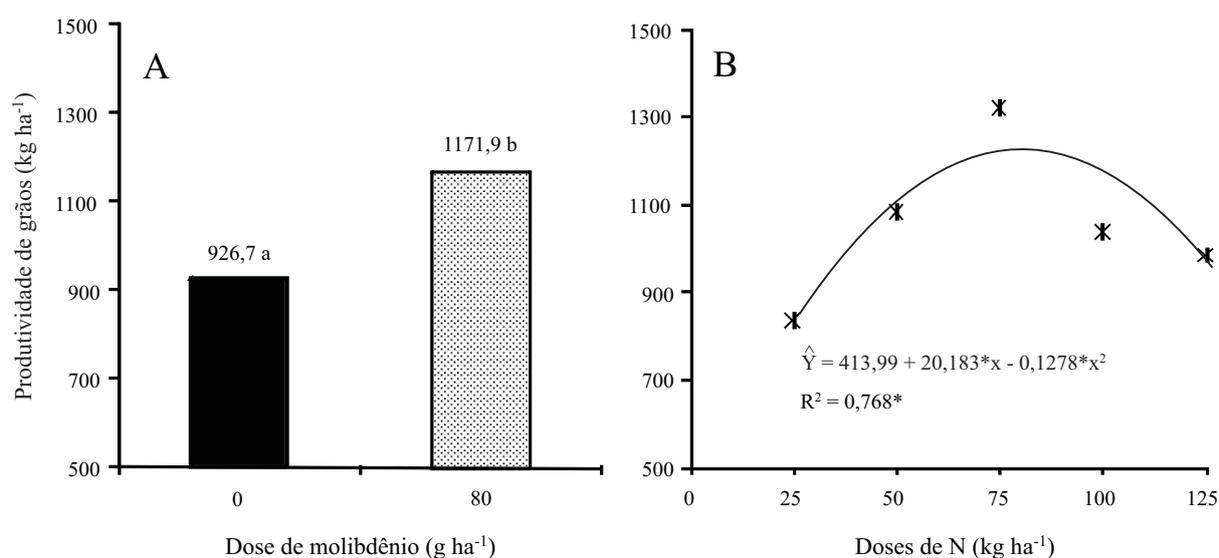


Figura 1 - Produtividade de grãos do feijoeiro em função da ausência ou aplicação de 80 g ha⁻¹ de Mo (a) e em função das doses de N (b). Letras iguais não diferem as médias pelo teste LSD a 5 % de probabilidade. * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F

entanto, no que diz respeito à produtividade de grãos, o presente trabalho não revelou interação significativa entre doses de N versus adubação molíbdica, ou seja, a aplicação de 80 g ha⁻¹ de Mo não alterou a resposta do feijoeiro ao N. Porém, os resultados indicam que um cultivo de feijoeiro com aplicação foliar de Mo poderá alcançar a mesma produtividade de um cultivo sem suplementação molíbdica com menores doses de N em cobertura.

No caso do feijoeiro, cujo sistema de fixação de N é de baixa eficiência, a necessidade do Mo está mais relacionada à atividade da redutase do nitrato, enzima indispensável no aproveitamento dos nitratos absorvidos pela planta, pois é responsável pela redução do nitrato a nitrito, no processo de assimilação do N (PESSOA et al., 2000; VIEIRA, 2006). Dessa forma, a aplicação de doses elevadas de N, pode não resultar em altas produções, provavelmente devido ao 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). Estes resultados ficaram evidenciados no presente trabalho, em que a ausência do fornecimento de Mo, via pulverização foliar, resultou no aumento da concentração de nitrato na folha à medida que aumentou a dose aplicada de N. Em contra partida, a aplicação de 80 g ha⁻¹ de Mo fez com que a concentração de nitrato nas folhas permanecesse constante e inalterada, mesmo com as doses crescentes de N (FIG. 2A). O melhor aproveitamento de N no processo de assimilação pela planta foi demonstrado por Pessoa et al. (2000), que 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. Quanto ao teor de amônio, verificou-se incremento linear no conteúdo foliar com o aumento da dose de N em cobertura (FIG. 2B), não havendo influência da aplicação de Mo via foliar (TAB. 1).

Entre os componentes de produção avaliados observou-se efeito dos tratamentos apenas para a massa de cem grãos e número de vagens por planta, sendo que para a massa de cem grãos ocorreu interação significativa entre doses de N versus adubação molíbdica (FIG. 3), enquanto que o número de vagens por planta respondeu de forma linear em função das doses de N (FIG. 4). Segundo Andrade et al. (1998), que também observam variações com relação a esses parâmetros em experimento com adubação no feijoeiro, o número de sementes por vagem é uma característica de alta herdada geneticamente e com pouca influência do ambiente.

De acordo com o trabalho de Ascoli et al. (2008), em experimento com adubação molíbdica no feijoeiro, não constataram efeito desse micronutriente nos componentes da produção (número de vagens por planta, de sementes por vagem e massa de 100 grãos), no entanto, segundo os autores o único componente que apresentou relação positiva com a produtividade é a massa de cem grãos. Resultados semelhantes também foram observados por Soratto et al. (2000) e Bassan et al. (2001). Porém, Andrade et al. (1998) observaram aumento no número de vagens por planta e na massa de 100 grãos, com a aplicação do Mo via foliar no feijoeiro. Coelho et al. (2001) obtiveram aumento de 5% na massa de cem grãos com a pulverização de 75 g ha⁻¹ de Mo.

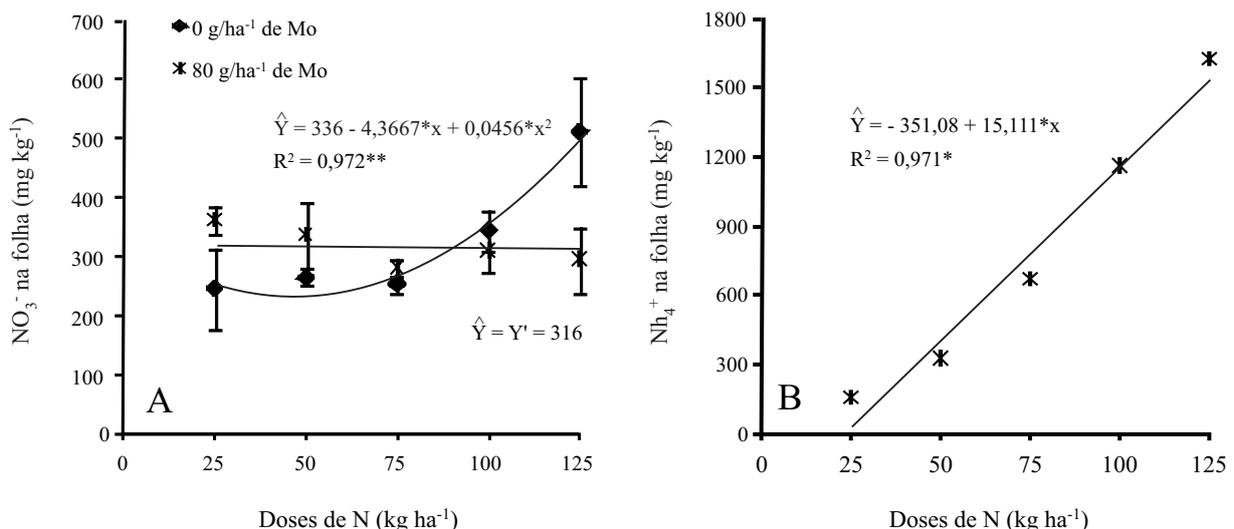


Figura 2 - Teor de nitrato (a) e amônio (b) nas folhas do feijoeiro com e sem aplicação foliar de 80 g ha⁻¹ de Mo em função das doses de N. *** significativo a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste F. Barras verticais indicam os valores do desvio padrão

A massa de 100 grãos máxima obtida com a presença de Mo aplicado via foliar foi de 21,1 g, com a dose de 73,7 kg ha⁻¹ de N, ao passo que sem o fornecimento do micronutriente a massa de cem grãos apresentou resposta crescente e linear em relação ao aumento das doses do fertilizante nitrogenado, sendo que com a maior dose de N (125 kg ha⁻¹ de N), a massa de 100 grãos foi de 20,6 g (FIG. 3). Tais resultados indicam que mesmo quando suprida a necessidade de N, a planta de feijão pode não atingir a máxima de massa de grãos, se o fornecimento de Mo não for suficiente.

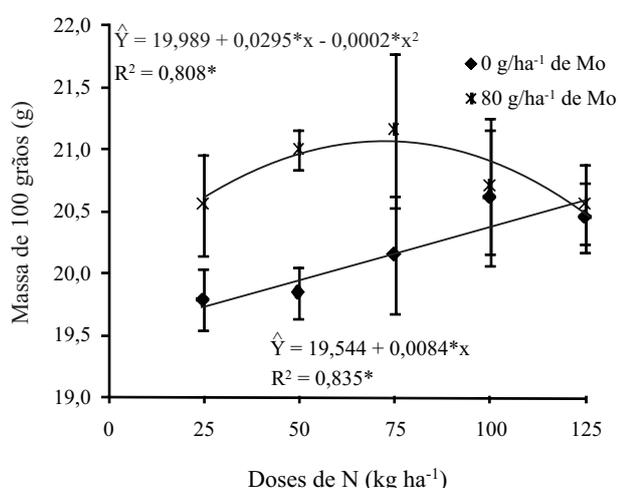


Figura 3 - Massa de cem grãos de feijão com e sem aplicação foliar de 80 g ha⁻¹ de Mo em função das doses de N. * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. Barras verticais indicam os valores do desvio médio padrão

O número de vagens por planta foi influenciado pelo N aplicado, sendo uma resposta linear e crescente desse parâmetro em função do aumento da dose desse nutriente (FIG. 4). O número de vagem variou de 6 a 9 por planta, sendo esse valores similares aos obtidos por Crusciol et al. (2007), que testaram doses de N semelhantes as desse experimento. Segundo os autores esse resultado é justificado pelo fato de que a adubação nitrogenada proporciona maior crescimento das plantas, formando maior quantidade de ramificações e conseqüentemente maior número de estruturas reprodutivas (PORTES, 1996).

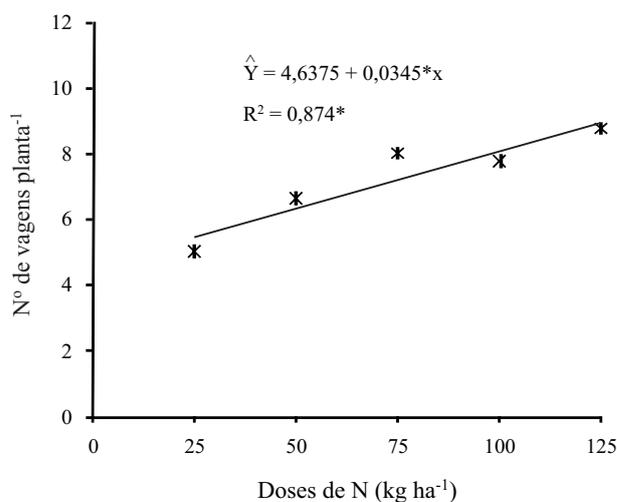


Figura 4 - Número de vagens por planta de feijoeiro em função das doses crescentes de N.

* significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F

Conclusões

1. A ausência de suplementação de Mo via adubação foliar promoveu o acúmulo de nitrato na folha à medida que aumentou a quantidade de N fornecida, evidenciando a baixa eficiência na assimilação de N na falta desse micronutriente;
2. Entre os componentes de produção do feijoeiro, a massa de cem grãos respondeu positivamente ao suplemento de Mo via adubação foliar, proporcionando maior massa de cem grãos com menor dose de N em cobertura;
3. A adubação molíbdica aumentou a produtividade do feijoeiro independentemente da dose de N aplicada em cobertura.

Referências

- ANDRADE, M. J. B. *et al.* Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 22, n. 04, p. 499-508, 1998.
- ASCOLI, A. A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, v. 67, n. 02, p. 377-384, 2008.
- BASSAN, D. A. Z. *et al.* Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 01, p. 76-83, 2001.

- BORDIN, L. *et al.* Sucessão de cultivo de feijão com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, v. 62, n. 03, p. 417-428, 2003.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. *In*: NOVAIS, R. F.; ALVARES V.; V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. 1. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, v. 1, p. 375-470.
- CARVALHO, M. A. C. *et al.* Doses e época de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 03, p. 445-450, 2003.
- COELHO, F. C. *et al.* Efeitos sobre a cultura do feijão das adubações com nitrogênio e molibdênio e do manejo da plantas daninhas. **Revista Ceres**, v. 48, n. 278, p. 455-467, 2001.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Feijão total (1ª, 2ª e 3ª safras)**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/FeijaoTotal_SerieHist.xls>. Acesso em: 09 jan. 2009.
- CRUSCIOL, C. A. C. *et al.* Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 545-1552, 2007.
- CHIDI, S. N. *et al.* Nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro irrigado. **Acta Scientiarum: Agronomia**, v. 24, n. 05, p. 1391-1395, 2002.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de feijão**. 2. ed. Piracicaba: Livroceres, 2007. 386 p.
- FERREIRA, A. C. B. *et al.* Características agrônomicas do feijoeiro em função do molibdênio contido na semente e da sua aplicação via foliar. **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 01, p. 65-72, 2003.
- FRANÇA, G. E. de; BAHIA FILHO, A. F. C.; CARVALHO, M. M. de. Influência de magnésio, micronutrientes e calagem no desenvolvimento e fixação simbiótica de nitrogênio em soja perene var. Tinaro (*Glycine Wigthi*) em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agronomia, v. 08, p. 197-202, 1973.
- FULLIN, E. A. *et al.* Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 07, p. 1145-1149, 1999.
- GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 13. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1990. 468 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 655 p.
- PESSOA, A. C. S. *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**, v. 24, n. 01, p. 75-84, 2000.
- PORTES, T. A. Ecofisiologia. *In*: ARAÚJO, R. S. *et al.* **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.101-137.
- RAIJ, B. Van *et al.* **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.
- SÁ, J. C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. *In*: SIQUEIRA, J. O. *et al.* **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**: soil fertility, soil biology, and plant nutrition interrelationships. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFLA, 1999. p. 267-319.
- SANTOS, A. B. *et al.* Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 11, p. 1265-1271, 2003.
- SILVA, T. R. B. **Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) em sistema plantio direto**. 2002. 56 f. Dissertação. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.
- SILVA, T. R. B. *et al.* Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro de inverno. **Cultura Agrônômica**, v. 09, n. 01, p. 1-17, 2000.
- SORATTO, R. P. *et al.* Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. **Cultura Agrônômica**, v. 10, n. 01, p. 89-99, 2001.
- SORATTO, R. P. *et al.* Feijoeiro irrigado e aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Cultura Agrônômica**, v. 09, n. 01, p. 115-32, 2000.
- 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**, v. 36, n. 03, p. 473-481, 2001.
- STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M. G.; MERCANTE, F. M. Fixação biológica de nitrogênio. *In*: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. **Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 122-153.
- TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 188 p. (Boletim Técnico, 5).
- VIEIRA, R. F. *et al.* Foliar application of molybdenum in common beans. I. Nitrogenase and nitrate reductase activities in a soil of high fertility. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, n. 01, p. 169-180, 1998.
- VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. *In*: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Atul. Viçosa: UFV, 2006. p. 115-142.
- YOKOYAMA, L. P. Aspectos conjunturais da produção de feijão. *In*: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. **Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 249-292.