

NITROGÊNIO EM COBERTURA E MOLIBDÊNIO VIA FOLIAR EM FEIJOEIRO DE INVERNO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO II – CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE¹

SIDE DRESSING NITROGEN AND LEAF MOLYBDENUM APPLICATION ON WINTER COMMON BEAN CROP UNDER NO TILLAGE SYSTEM II – AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND YIELD

Martha Santana do NASCIMENTO²
Orivaldo ARF³
Giselle Feliciani BARBOSA⁴
Salatiér BUZETTI³
Rildo Santana do NASCIMENTO⁵
Rodrigo Martinez CASTRO⁶

RESUMO

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro e o molibdênio, além da importância no processo de fixação de nitrogênio atmosférico, está associado ao metabolismo deste nutriente. Assim, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar, na cultura do feijão, em sistema plantio direto, o efeito de doses de nitrogênio em cobertura (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) e de molibdênio via foliar (0, 80 e 160 g ha⁻¹) aplicado em dois estádios de desenvolvimento das plantas (V₃ e V₄) no cultivar Pérola. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 30 tratamentos e 4 repetições. O estudo foi realizado no município de Selvíria-MS, em solo cultivado anteriormente com a cultura do milho. Concluiu-se que doses crescentes de nitrogênio em cobertura proporcionaram acréscimos na massa seca de plantas, número de vagens e grãos por planta e, produtividade de grãos, no ano de 2004; a época na qual foi aplicado o Mo (estádios V₃ ou V₄), não influenciou nos componentes de produção e na produtividade de grãos de feijão; os efeitos de doses crescentes de Mo na produtividade do feijoeiro foram dependentes da dose de N aplicada em cobertura, no ano de 2004.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; adubação nitrogenada; adubação molíbdica; época de aplicação.

ABSTRACT

Nitrogen is the nutrient most uptaken by common bean plant, and molybdenum besides its importance to N fixation process, it is associated to N metabolism. The objective of this work was to evaluate, on common bean crop Pérola cultivar, the effect of N levels application at side dressing (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹) as well as the leaf application of Mo (0, 80 and 160 g ha⁻¹) at development stadium V₃ or V₄ under no tillage system. The experimental design was the randomized blocks with 30 treatments and 4 replications. The research was conducted in Selvíria-MS on soil previously cropped with corn. The application of nitrogen levels at side dressing provided increasing on dry mass weight, number of pod and seeds per plant and grain yield, in the 2004; the Mo application at V₃ or V₄ stadia did not effect the production components and grain yield; as well as different doses of Mo depended on the N application at side dressing, in the 2004.

Key-words: *Phaseolus vulgaris*; N fertilization; Mo fertilization; application times.

¹Parte de Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP).

²Engenheira Agrônoma, Doutoranda pelo Departamento de Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Botucatu – Fazenda Experimental Lageado, Av. Santana, 445 – Centro- CEP: 18.603-700, Botucatu, São Paulo, Brasil. E-mail: marthasn@fca.unesp.br. Autor para correspondência

³Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), CEP. 15385-000. Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. E-mail arf@agr.feis.unesp.br; sbuzetti@agr.feis.unesp.br

⁴Engenheira Agrônoma pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), CEP. 15385-000. Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. E-mail. gife_barbosa@yahoo.com.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Mestre pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), CEP. 15385-000. Ilha Solteira – SP. E-mail. rildosn@yahoo.com.br

⁶Engenheiro Agrônomo, Mestre pela Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Botucatu – Fazenda Experimental Lageado, Caixa Postal 237, CEP. 18.603-970 – Botucatu, São Paulo, Brasil. E-mail: martinez@ilhasolteira.com.br

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é fator determinante na produtividade do feijoeiro e as respostas à utilização desse nutriente têm sido positivas e de forma geral, generalizada no país. Muitas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de reduzir o uso de nitrogênio na cultura. Um dos focos de estudo pelos pesquisadores é a associação da adubação nitrogenada à aplicação de micronutrientes, em especial, de molibdênio, por atuar no metabolismo do nitrogênio. O molibdênio tem despertado grande interesse principalmente em função dos resultados que vêm sendo obtidos com a adubação molíbdica foliar.

Devido à mobilidade do nitrogênio no solo, este nutriente tem sido pesquisado, tanto no sistema convencional como no plantio direto. Apesar de o feijoeiro apresentar resposta a doses de nitrogênio quando utilizado em sistema convencional, o acúmulo de matéria orgânica, comum no sistema plantio direto, influencia diretamente a disponibilidade do nutriente, mudando dessa forma, sua dinâmica no solo. Portanto, espera-se que no plantio direto a cultura apresente resultados diferenciados, de acordo com a dose e as plantas de cobertura utilizadas (Sato et al., 2002).

Amane et al. (1996), estudando doses de Mo e N para o feijoeiro, concluíram que a aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N no sulco de semeadura aumentou a produtividade em 97%, enquanto que a aplicação em conjunto com Mo o aumento foi de 107%. A maior produtividade (2.199 kg ha⁻¹) foi obtida com o uso de 90 kg ha⁻¹ de N e 70 g ha⁻¹ de Mo. A aplicação de doses elevadas de N na ausência de Mo não se traduziu em elevados teores de N total na planta devido provavelmente ao acúmulo de nitrato ocorrido em razão da falta de síntese da redutase do nitrato na ausência de Mo.

Estudando o efeito de diferentes doses de molibdênio e nitrogênio na semeadura e em cobertura sobre o cv. Meia Noite, Araújo et al. (2002) realizaram um experimento no verão e outro no inverno, encontrando efeito significativo das doses de Mo, N na semeadura e em cobertura, e das interações doses de N na semeadura x doses de N em cobertura. Observaram maior produtividade com a aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura mais 79 g ha⁻¹ de Mo via foliar. O teor de nitrogênio total nas folhas foi influenciado pela aplicação do Mo, nitrogênio na semeadura e em cobertura, assim como pelas interações doses de Mo x doses de N em cobertura e doses de N na semeadura x doses de N em cobertura. Também Silva et al. (2003a), estudando fontes e doses de molibdênio aplicado via foliar entre 20 e 24 dias após a emergência das plantas dos cultivares Carioca e Carioca-MG, verificaram que o molibdato de sódio ou de amônio podem ser utilizados, indiferentemente, como fontes de Mo para aplicação via foliar em feijoeiro e, o incremento nas doses de Mo elevou a produtividade dos dois

cultivares utilizados, com o máximo de produtividade alcançado com 54 g ha⁻¹ do micronutriente. Já Fernandes et al. (2005), no município de Selvíria – MS, estudando doses crescentes de molibdênio foliar (zero, 40, 80 e 120 g ha⁻¹) e sua interação com a adubação nitrogenada na semeadura (zero e 20 kg ha⁻¹) ou em cobertura (zero e 70 kg ha⁻¹) concluíram que a aplicação de molibdênio foliar, de nitrogênio na semeadura ou em cobertura propiciam incrementos no rendimento de grãos do cultivar Pérola e, o cultivar IAC Carioca – Eté não responde à adubação molíbdica e nitrogenada.

De acordo com Pires et al. (2002), as respostas das plantas à aplicação de molibdênio têm se mostrado variável entre as espécies e mesmo entre os cultivares da mesma espécie. Tal comportamento é consequência das variações na capacidade de absorção, translocação, acúmulo nos tecidos e utilização do nutriente pela planta. Entretanto, em termos gerais, o feijoeiro responde positivamente à aplicação de molibdênio, proporcionando incrementos à produção em resposta à aplicação do micronutriente.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar em feijoeiro cultivado em sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área experimental da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira - localizada no município de Selvíria (MS) a 51° 22' de longitude Oeste e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de aproximadamente 335 m. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). A precipitação média é de 1370 mm, a temperatura média é de 23,5 °C, e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual). As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento, seguindo metodologia proposta por Raji & Quaggio (1983), mostrando os seguintes valores: MO=25 g dm⁻³, P (resina)=25 mg dm⁻³, pH (CaCl₂)=4,7, K, Ca, Mg e H+Al=2,6; 15; 11 e 38 mmol_c dm⁻³, respectivamente, e V=43%.

A cultura foi conduzida após o cultivo de milho, em área há cinco anos em sistema plantio direto. A adubação básica nos sulcos de semeadura foi realizada utilizando-se 250 kg ha⁻¹ da fórmula N-P₂O₅-K₂O 04-30-10, calculada conforme as recomendações de Ambrosano et al. (1996).

A aplicação das doses de nitrogênio em cobertura (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) foi realizada no estádio V₃ (primeira folha trifoliada totalmente expandida), utilizando-se a uréia como fonte. As aplicações de molibdênio foliar (0, 80 e 160 g ha⁻¹) foram realizadas quando a cultura atingiu os estádios V₃ ou V₄ (primeira ou terceira folha trifoliada totalmente expandida) (Fernandez et al., 1986), utilizando-se como fonte deste nutriente, o

molibdato de amônio. As aplicações foliares de molibdênio foram realizadas com pulverizador costal manual, utilizando volume de calda de 220 dm³ ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 30 tratamentos, dispostos em esquema fatorial 5 x 3 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de 5 doses de nitrogênio em cobertura, 3 doses de molibdênio via foliar, e duas épocas de aplicação do molibdênio. As parcelas foram constituídas por 6 linhas de 6 m de comprimento, sendo consideradas como área útil as 4 linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em ambas as extremidades de cada linha.

A sementeira foi realizada mecanicamente no dia 30 de abril de 2003 e 03 de maio de 2004, utilizando-se o cultivar Pérola, com 0,5 m entrelinhas e 12 a 13 sementes m⁻¹, para a obtenção de uma população de aproximadamente 250.000 plantas ha⁻¹. Antes da sementeira foi realizada a dessecação das plantas presentes na área, com a utilização do herbicida glifosate (1440 g ha⁻¹ do i.a.). O manejo de plantas daninhas foi efetuado com a aplicação do herbicida de pós-emergência fluazifop-p-butil + fomesafen (160 + 200 g ha⁻¹ do i.a.) aos 19 dias após a emergência das plantas. O fornecimento de água foi realizado através de pivô central e para o seu manejo foram utilizados cinco coeficientes de cultura (K_c), de acordo com as fases de desenvolvimento estabelecidas por Fernandez et al. (1986), sendo eles: 0,30; 0,70; 1,05; 0,75 e 0,25, respectivamente, para os estádios: V₀ - V₂; V₃ - V₄; R₅ - R₇; R₈ e R₉. Os demais tratamentos culturais foram os normalmente utilizados na cultura do feijão "de inverno" na região.

Durante a condução do experimento foram avaliados: **massa seca de plantas** - durante os estádios V₄ e R₆ de desenvolvimento foram coletadas 10 plantas em local pré-determinado na área útil das parcelas, acondicionadas em sacos de papel, colocadas em estufa de circulação forçada à temperatura média de 65 °C, até atingir massa em equilíbrio; **altura de inserção e comprimento da primeira vagem** - avaliadas em 10 plantas coletadas na área útil de cada parcela, por ocasião da colheita, medindo-se a distância da base até o ponto de inserção da primeira vagem e o comprimento dessa vagem; **componentes da produção** - nas mesmas plantas coletadas para a avaliação anterior foram determinados: número de vagens planta⁻¹, número de grãos planta⁻¹, número de grãos vagem⁻¹, e massa de 100 grãos, que foi determinada pela retirada de quatro amostras de 100 grãos por parcela, sendo os dados transformados para umidade de 13% (base úmida); **produtividade de grãos** - as plantas da área útil de cada parcela foram arrancadas, secas ao sol, debulhadas, os grãos pesados, e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% de umidade - base úmida).

Foram realizadas análises de variância por meio do teste F e, quando significativas, comparações de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para épocas de aplicação de molibdênio e análise de regressão para as doses de N e de Mo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias referentes à massa seca de plantas estão apresentadas na Tabela 1. Observa-se que em 2004, a aplicação de diferentes doses de nitrogênio provocou diferenças significativas na massa seca das plantas, nos dois estádios de desenvolvimento avaliados (V₄ e R₆) e os dados se ajustaram a funções quadráticas, com ponto de máxima produção de massa seca estimada com as doses de 102,5 e 111 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Também Arf et al. (2004), que estudando o manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo do feijão, verificaram aumento na massa seca de plantas em razão das doses de N utilizadas e que a maior dose empregada (120 kg ha⁻¹ de N) foi a que proporcionou maior acúmulo de massa seca nas plantas. Silva et al. (2004) verificaram que a massa seca do feijoeiro foi influenciada pelas doses crescentes de N aplicadas em cobertura e que a dose de 100 kg ha⁻¹ desse nutriente foi a que proporcionou o maior acúmulo de massa seca. Por outro lado, Nascimento et al. (2004), estudando a resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio e molibdênio em condições semelhantes às do presente trabalho, verificaram que as diferentes doses de N aplicadas à cultura não influenciaram na massa seca das plantas.

Cabe salientar que, no experimento realizado em 2004, houve uma considerável redução nos valores de massa seca no estádio V₄ se comparados aos valores do ano anterior, devido ao ataque de mosca branca que prejudicou o desenvolvimento inicial de parte das plantas da área de cultivo.

No ano de 2003 verificou-se interação significativa para N x Mo em relação à massa seca, e o seu desdobramento está apresentado na Tabela 2. Para o desdobramento das doses de nitrogênio dentro das doses de molibdênio, houve efeito significativo nas doses zero e 80 g ha⁻¹ de Mo, sendo que os dados se ajustaram a funções lineares, ou seja, o aumento nas doses de nitrogênio propiciou aumento nos valores de massa seca de plantas. Para o desdobramento doses de molibdênio dentro de doses de nitrogênio, houve efeito significativo nas doses zero e 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sendo observado que com o aumento nas doses de molibdênio, os dados de massa seca de plantas se ajustaram à funções lineares e quadrática, respectivamente, com ponto de máxima produção de massa seca de plantas estimado com a aplicação de 81 g ha⁻¹ de molibdênio, onde não se aplicou N.

TABELA 1 - Massa seca de plantas em dois estádios de desenvolvimento (V₄ e R₆) do feijoeiro cv. Pérola em função de doses de nitrogênio e de molibdênio em duas épocas de aplicação. Selvíria-MS, 2003 e 2004.

| Tratamentos | Massa seca (g planta ⁻¹) | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------------|----------------|-------|
| | V ₄ | | R ₆ | |
| Doses de N (kg ha ⁻¹) | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| | | (1) | | (2) |
| 0 | 6,37 | 1,97 | 5,91 | 4,98 |
| 30 | 7,33 | 2,68 | 6,58 | 5,94 |
| 60 | 7,04 | 2,78 | 7,83 | 6,52 |
| 90 | 6,04 | 2,73 | 7,33 | 7,09 |
| 120 | 6,66 | 2,69 | 7,70 | 6,42 |
| Doses de Mo (g ha ⁻¹) | | | | |
| 0 | 6,37 | 2,51 | 6,62 | 6,44 |
| 80 | 7,00 | 2,64 | 7,30 | 5,99 |
| 160 | 6,70 | 2,57 | 7,30 | 6,14 |
| Época da aplicação de Mo | | | | |
| V ₃ | 6,66 | 2,61 | 6,91 | 6,17 |
| V ₄ | 6,71 | 2,54 | 7,23 | 6,21 |
| CV(%) | 23,30 | 16,84 | 24,58 | 20,62 |
| (1) $y = 2,0456 + 0,0205x - 0,0001x^2$ | (p<0,01) | R ² = 0,90 | | |
| (2) $y = 4,9212 + 0,0444x - 0,0002x^2$ | (p<0,01) | R ² = 0,95 | | |

TABELA 2 - Desdobramento da interação N x Mo da análise de variância referente à massa seca do feijoeiro cv. Pérola (g planta⁻¹) no estádio R₆. Selvíria – MS, 2003.

| Doses de N (kg ha ⁻¹) | Doses de Mo (g ha ⁻¹) | | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------|------|------------------|
| | 0 | 80 | 160 | |
| 0 | 4,50 | 6,12 | 7,12 | R.L ¹ |
| 30 | 5,75 | 6,75 | 7,25 | n.s |
| 60 | 8,25 | 7,25 | 8,00 | n.s |
| 90 | 6,62 | 9,12 | 6,25 | R.Q ² |
| 120 | 8,00 | 7,25 | 7,87 | n.s |
| | R.L ³ | R.L ⁴ | n.s | |
| (1) $Y = 4,6041 + 0,0164x$ | (p<0,01) | R ² = 0,98 | | |
| (2) $Y = 6,6250 + 0,0648x - 0,0004x^2$ | (p<0,01) | R ² = 1,00 | | |
| (3) $Y = 5,0500 + 0,0262x$ | (p<0,05) | R ² = 0,63 | | |
| (4) $Y = 6,3750 + 0,0151x$ | (p<0,05) | R ² = 0,42 | | |
| n.s: não significativo | | | | |

No ano de 2004, a interação doses de Mo x época de aplicação foi significativa para a avaliação da massa seca de plantas realizada no estádio V₄ e o desdobramento está apresentado na Tabela 3. Para o desdobramento doses de Mo dentro de épocas de aplicação do nutriente via foliar, os dados se ajustaram à função quadrática com ponto de máxima produção de massa seca alcançado com a aplicação de 101 g ha⁻¹ de Mo no estádio V₃. Já para o desdobramento épocas de aplicação de Mo foliar dentro de doses de Mo,

verifica-se que a aplicação de 80 g ha⁻¹ de Mo no estádio V₃ resultou no maior valor de massa seca em comparação com V₄. Por outro lado, Nascimento et al. (2004) verificaram que as doses e épocas de aplicação de Mo ao feijoeiro não influenciaram a massa seca de plantas. Tais diferenças de resultados podem ter ocorrido em função dos cultivares, disponibilidade de molibdênio das sementes utilizadas, solo, clima, incidência de pragas e outros fatores ligados à disponibilidade de Mo ou diretamente ao metabolismo da planta.

TABELA 3 - Desdobramento da interação Mo x Época da análise de variância referente à massa seca do feijoeiro cv. Pérola (g planta⁻¹) no estágio V₄. Selvíria – MS, 2004.

| Doses de Mo (g ha ⁻¹) | Época de aplicação de Molibdênio | |
|--|----------------------------------|----------------|
| | V ₃ | V ₄ |
| 0 | 2,42a | 2,60a |
| 80 | 2,79a | 2,48b |
| 160 | 2,60a | 2,53a |
| | R.Q ¹ | n.s |
| D.M.S de épocas de aplicação dentro de doses de Mo | | 0,27 |

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹) $Y = 2,4260 + 0,0081x - 0,00004x^2$ ($p < 0,01$) $R^2 = 1,00$

Os valores médios de altura de inserção da 1ª vagem e comprimento da 1ª vagem estão apresentados na Tabela 4. Não houve qualquer influência significativa de doses de N, doses de Mo, épocas de aplicação de Mo e nem de suas interações sobre essas características. Possivelmente esse comportamento tenha ocorrido por se tratar de características genéticas mais relacionadas com o cultivar utilizado e pouco influenciadas pelas práticas culturais utilizadas na

cultura. Pode-se observar que, para a característica de altura de inserção da 1ª vagem, embora não avaliada estatisticamente, existem diferenças entre os anos de 2003 e 2004. Essa diferença possivelmente seja devido à ocorrência de mosaico dourado em 2004, o que influenciou no seu desenvolvimento inicial, proporcionando redução no crescimento das plantas, o que acarretou plantas com altura inferior às plantas do cultivo de 2003.

TABELA 4 - Altura de inserção da 1ª vagem e comprimento da 1ª vagem do feijoeiro cv. Pérola em função de diferentes doses de nitrogênio e molibdênio. Selvíria–MS, 2003 e 2004.

| Tratamentos | Altura de inserção da 1ª vagem (cm) | | Comprimento da 1ª vagem (cm) | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------|------------------------------|------|
| | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| Doses de N (kg ha ⁻¹) | | | | |
| 0 | 22,0 | 13,9 | 9,1 | 8,5 |
| 30 | 22,6 | 14,0 | 9,3 | 8,7 |
| 60 | 23,3 | 14,2 | 9,6 | 8,6 |
| 90 | 21,8 | 14,1 | 9,7 | 8,7 |
| 120 | 21,4 | 13,4 | 9,4 | 8,5 |
| Doses de Mo (g ha ⁻¹) | | | | |
| 0 | 22,9 | 13,7 | 9,5 | 8,6 |
| 80 | 21,2 | 14,3 | 9,4 | 8,7 |
| 160 | 22,5 | 13,7 | 9,4 | 8,6 |
| Época da aplicação de Mo | | | | |
| V ₃ | 22,1 | 13,8 | 9,4 | 8,6 |
| V ₄ | 22,3 | 14,06 | 9,5 | 8,7 |
| CV(%) | 18,18 | 11,76 | 9,58 | 7,32 |

Os valores médios de vagens por planta, grãos por planta e grãos por vagem estão apresentados na Tabela 5. Em 2004, o número de vagens por planta e o número de grãos por planta foram influenciados significativamente pela aplicação das doses de N e os dados ajustaram-se

a funções lineares. Com o incremento das doses de N, houve um aumento no número de vagens e de grãos por planta e na dose de 120 kg ha⁻¹ de N foram estimadas 8,9 vagens e 37,8 grãos planta⁻¹ contra apenas 6,9 vagens e 27,6 grãos planta⁻¹ da testemunha.

TABELA 5 - Número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem do feijoeiro cv. Pérola em função de diferentes doses de nitrogênio e molibdênio. Selvíria-MS, 2003 e 2004.

| Tratamentos | Nº vagens planta ⁻¹ | | Nº grãos planta ⁻¹ | | Nº grãos vagem ⁻¹ | |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------|-------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| Doses de N (kg ha ⁻¹) | | | | | | |
| | | (1) | | (2) | | |
| 0 | 10,2 | 6,2 | 45,1 | 28,2 | 4,3 | 4,3 |
| 30 | 10,2 | 7,2 | 44,2 | 29,4 | 4,3 | 4,3 |
| 60 | 10,3 | 7,2 | 46,4 | 32,5 | 4,5 | 4,4 |
| 90 | 10,4 | 8,4 | 49,4 | 35,5 | 4,6 | 4,5 |
| 120 | 10,6 | 8,5 | 49,6 | 37,6 | 4,6 | 4,5 |
| Doses de Mo (g ha ⁻¹) | | | | | | |
| 0 | 10,2 | 7,2 | 46,2 | 32,4 | 4,3 | 4,4 |
| 80 | 10,3 | 7,3 | 49,3 | 32,5 | 4,3 | 4,4 |
| 160 | 10,5 | 8,3 | 46,3 | 32,5 | 4,5 | 4,6 |
| Época da aplicação de Mo | | | | | | |
| V ₃ | 10,1 | 7,2 | 46,2 | 32,2 | 4,2 | 4,3 |
| V ₄ | 10,2 | 7,4 | 47,3 | 32,3 | 4,2 | 4,4 |
| CV(%) | 35,04 | 20,40 | 35,32 | 25,83 | 9,74 | 11,22 |

$$Y = 6,9108 + 0,0166x \quad (p < 0,01) \quad R^2 = 0,96 \quad (2) \quad Y = 27,6450 + 0,0843x \quad (p < 0,01) \quad R^2 = 0,97$$

Vieira et al. (2000) estudando nitrogênio, molibdênio e inoculação na cultura do feijão observaram que o número médio de vagens por planta foi o componente que melhor representou a produtividade, tendo sido influenciado significativamente pelo nitrogênio com 18,5% a mais em relação à testemunha. O mesmo foi observado para o número de grãos por planta, ou seja, quando da aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, se obteve o maior número de grãos por planta (37), enquanto que no tratamento testemunha esse valor chegou próximo aos 28 (Tabela 5). Também Guerra et al. (2000) ao estudar a fertilização nitrogenada e irrigação no feijoeiro comprovaram que o número de vagens por planta e o número de grãos por planta aumentaram quando foram elevadas as doses de nitrogênio.

Silva et al. (2004), ao avaliarem a resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada em cobertura, obtiveram aumento linear no número de vagens e de grãos por planta. Por outro lado, Nascimento et al. (2004) não verificaram influência de doses de N e Mo nessas características, indicando que a mineralização da matéria orgânica do solo e a fixação simbiótica de nitrogênio, mesmo que por bactérias nativas, uma vez que foram verificadas a presença de nódulos nas plantas, atenderam à necessidade de N da cultura.

Com relação ao número de grãos por vagem (Tabela 5), não houve qualquer influência significativa dos tratamentos, talvez por se tratar de uma característica mais relacionada com o cultivar utilizado sofrendo pouca influência das práticas culturais utilizadas na cultura (Fernandes et al.,

2005). Da mesma maneira, Sato et al. (2002), estudando o efeito de doses de nitrogênio na cultura do feijão, verificaram que para o número de grãos por vagem a aplicação de diferentes doses de N em cobertura não revelou diferenças significativas. Resultados diferentes foram encontrados por Santos et al. (2003) que estudando a resposta do feijoeiro ao manejo do nitrogênio verificaram que as doses de N aumentaram linearmente o número de grãos por vagem e que o valor máximo de 4,8 grãos por vagem foi estimado com 108 kg ha⁻¹ de N incorporados ao solo aos 20 dias após a emergência das plantas. Arf et al. (2004) também verificaram que mesmo sendo o número de grãos por vagem uma característica mais relacionada com o cultivar, este foi influenciado pelo aumento das doses de nitrogênio. Isto pode ter ocorrido devido a participação do nitrogênio na síntese protéica, o que proporcionaria menor chochamento de vagens e, portanto, maior número de sementes granadas por vagem.

As médias de massa de 100 grãos e produtividade de grãos estão apresentados na Tabela 6, na qual se verifica que, para massa de 100 grãos, não houve efeito dos tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados por Crusciol et al. (2003). Já Cardoso & Zanini (2003) estudando o parcelamento de nitrogênio aplicado por fertirrigação no feijoeiro verificaram que a massa de 100 grãos teve acréscimos quando o parcelamento de 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio foi feito em 3 vezes. Os valores variaram de 19,74 g na aplicação de todo o nitrogênio aos 30 dias após a emergência (DAE) até 22,67 g quando o nitrogênio

foi parcelado 20% aos 15, 40% aos 30 e 40% aos 45 DAE. Também Silva et al. (2003b) estudando adubação nitrogenada e resíduos vegetais no

feijoeiro verificaram que a aplicação de níveis crescentes de N não influenciaram significativamente a massa de 100 grãos.

TABELA 6 - Massa de 100 grãos e produtividade do feijoeiro cv. Pérola em função de doses de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar, no sistema de plantio direto. Selvíria-MS, 2003 e 2004.

| Tratamentos | Massa de 100 grãos (g) | | Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) | |
|-----------------------------------|------------------------|-------|---|-------|
| | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| Doses de N (kg ha ⁻¹) | | | | |
| 0 | 28,78 | 24,20 | 2.102 | 1.300 |
| 30 | 28,81 | 24,70 | 2.166 | 1.421 |
| 60 | 28,86 | 25,00 | 2.272 | 1.587 |
| 90 | 29,15 | 24,90 | 2.230 | 1.679 |
| 120 | 29,51 | 25,50 | 2.268 | 1.653 |
| Molibdênio (g ha ⁻¹) | | | | |
| 0 | 28,81 | 24,30 | 2.168 | 1.462 |
| 80 | 29,10 | 24,90 | 2.271 | 1.575 |
| 160 | 29,16 | 25,40 | 2.183 | 1.546 |
| Época da aplicação de Mo | | | | |
| V ₃ | 29,07 | 24,90 | 2.199 | 1.490 |
| V ₄ | 28,97 | 24,80 | 2.216 | 1.566 |
| CV(%) | 5,10 | 8,78 | 13,95 | 15,08 |

No que se refere à produtividade, não houve diferenças entre os tratamentos utilizados no primeiro ano de cultivo, o qual apresentou maiores valores médios de produtividade. Já em 2004 houve efeito significativo para a interação doses de N x doses de Mo, cujo desdobramento está apresentado na Tabela 7. Para o desdobramento doses de N dentro de doses de Mo, houve diferenças entre os tratamentos com N nas doses zero e 80 g ha⁻¹ de Mo e os dados se ajustaram à equações lineares crescentes. Já para doses de Mo dentro de doses de N, as diferenças ocorreram nas doses zero e 30 kg ha⁻¹ de N, nos quais os dados de produtividade se ajustaram às funções linear crescente e quadrática, respectivamente, com o aumento nas doses de Mo aplicadas via foliar. Pela Tabela 7 verifica-se que sem a aplicação de N, a utilização de 160 g ha⁻¹ de molibdênio propiciou produtividade de grãos de 1.479 kg ha⁻¹ e com o fornecimento de 30 kg ha⁻¹ associado à aplicação de 80 g ha de Mo a produtividade foi semelhante (1.576 kg ha⁻¹), mostrando assim, a possível influência do Mo na assimilação do N, principalmente no que se refere à redução do nitrato, largamente mencionada na literatura. Já Araújo et al. (2002), ao estudarem combinações de doses de nitrogênio e molibdênio para a adubação do feijoeiro, verificaram que sem a aplicação de N em cobertura, a dose de 84 g ha⁻¹ de Mo proporcionou produtividade estimada de 1.566 kg ha⁻¹ e, com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura, foram necessários 92 g ha⁻¹ de Mo para obtenção da produtividade de 1.725 kg ha⁻¹. Portanto, os resultados obtidos nesse trabalho e,

por Araújo et al. (2002), confirmam a informação de Vieira et al. (1992) que mencionam que a aplicação de pequena quantidade de molibdênio via foliar, pode substituir ou complementar a adubação nitrogenada, a qual é mais cara e trabalhosa, na cultura do feijão.

Ainda em função dos resultados apresentados na Tabela 6, verifica-se que em 2003 não houve efeito da aplicação de nitrogênio e de molibdênio e os valores médios de produtividade são maiores em relação a 2004. Provavelmente, no segundo ano de cultivo, as plantas sofreram estresse pela ocorrência de maior ataque de mosca branca em relação ao ano anterior e com isso responderam mais à melhoria do ambiente provocada pela aplicação de nitrogênio e molibdênio.

CONCLUSÕES

Doses crescentes de nitrogênio em cobertura proporcionaram acréscimos na massa seca de plantas, número de vagens e de grãos por planta e, produtividade de grãos no ano de 2004;

A época na qual foi aplicado o Mo (estádios V₃ ou V₄), não influenciou nos componentes de produção e na produtividade de grãos de feijão;

Os efeitos de doses crescentes de Mo na produtividade do feijoeiro foram dependentes da dose de N aplicada em cobertura, no ano de 2004.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio através da concessão da bolsa de mestrado.

TABELA 7 - Desdobramento da interação N x Mo da análise de variância referente à produtividade de grãos (kg ha⁻¹) do feijoeiro cv. Pérola. Selvíria – MS, 2004.

| Doses de N (kg ha ⁻¹) | Doses de Mo (g ha ⁻¹) | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|-------|------------------|
| | 0 | 80 | 160 | |
| 0 | 1.083 | 1.336 | 1.479 | R.L ¹ |
| 30 | 1.217 | 1.576 | 1.468 | R.Q ² |
| 60 | 1.628 | 1.621 | 1.512 | n.s |
| 90 | 1.668 | 1.681 | 1.686 | n.s |
| 120 | 1.713 | 1.660 | 1.584 | n.s |
| | R.L ³ | R.L ⁴ | n.s | |

¹) Y= 1101 + 2,4761x

²) Y= 1217 + 7,4001x - 0,0364x²

³) Y= 1120 + 5,710x

⁴) Y= 1424 + 2,5132x

n.s. não significativo

(p<0,01)

(p<0,01)

(p<0,05)

(p<0,05)

R²= 0,97

R²= 1,00

R²= 0,86

R²= 0,72

REFERÊNCIAS

- AMANE, M. I. V. et al. Resposta da cultura do feijão a doses de nitrogênio e de molibdênio. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, 1996, Goiânia. **Anais...Goiânia: EMBRAPA-CNPAP-APA, 1996. p. 91-96.**
- AMBROSANO, E. J. et al. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed.** Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p.187-203. (Boletim técnico, 100).
- ARAÚJO, P. R. de A. et al. Combinações de doses de nitrogênio e molibdênio na adubação da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos Expandidos... Viçosa: UFV, 2002. p. 785-788.**
- ARF, O. et al. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p.131-138, 2004.
- CARDOSO, S. S.; ZANINI, J. R. Parcelamento de nitrogênio aplicado por fertirrigação via pivô central em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 3, p. 441-449, 2003.
- CRUSCIOL, C. A. C. et al. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 108-115, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSo, 2006. 306 p.
- FERNANDEZ, F.; GEPTZ, P.; LOPES, M. **Etapas de desarrollo de la planta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).** Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986. 34 p.
- FERNANDES, F. A. et al. Molibdênio foliar e nitrogênio em feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 1, p 7-15, 2005.
- GUERRA, A. F.; SILVA, D. B.; RODRIGUES, G. C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1229-1236, 2000.
- NASCIMENTO, M. S.; ARF, O.; SILVA, M. G. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 2, p. 153-159, 2004.
- PIRES, A. A. et al. Acúmulo de Mo e de N pelo feijoeiro, cv. Manteigão Fosco 11, em resposta a doses crescentes de Mo. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos expandidos... Viçosa: UFV, 2002. p. 681-684.**
- RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade.** Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31 p. (Boletim Técnico, 81).
- 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.
- SATO, R. H. et al. Doses de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no sistema convencional e plantio direto In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos Expandidos... Viçosa: UFV, 2002. p. 804-806.**
- SILVA, M. G. et al. Nitrogen fertilization and soil management of winter common bean crop. **Scientia Agrícola**, v. 61, n. 3, p. 307-312, 2004.
- SILVA, M. V. et al. Fontes e doses de molibdênio via foliar em duas cultivares de feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 126-133, 2003a.
- SILVA, T. R. B.; ARF, O.; SORATTO, R. P. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 1, p. 81-87, 2003b.
- VIEIRA, S. M. et al. Nitrogênio, molibdênio e inoculante para a cultura do feijoeiro. **Scientia Agraria**, v. 1, n. 1-2, p. 63-66, 2000.
- VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A. O.; ARAÚJO, C. A. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura do feijão. **Revista de Agricultura**, v. 27, n. 2, p. 177-184, 1992.

Recebido em 26/03/2008

Aceito em 16/06/2009