

Molibdênio foliar e nitrogênio em feijoeiro cultivado no sistema plantio direto

Fabiana Aparecida Fernandes¹, Orivaldo Arf^{1*}, Flávio Ferreira da Silva Binotti¹, Airtton Romanini Junior¹, Marco Eustáquio de Sá¹, Salatier Buzetti² e Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues²

¹Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Universidade Estadual Paulista, Av. Brasil, 56, C.P. 31, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Fitosanidade, Engenharia Rural e Solos, Universidade Estadual Paulista, Av. Brasil, 56, C.P. 31, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: arf@agr.feis.unesp.br

RESUMO. O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro e seu metabolismo pode ser seriamente prejudicado em condições de deficiência de molibdênio. O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta do feijoeiro de inverno, cultivado no sistema plantio direto à aplicação de molibdênio (0, 40, 80 e 120 g/ha) via foliar e adubação nitrogenada na semeadura (0 e 20 kg/ha) e em cobertura (0 e 70 kg/ha). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. O solo do local é um latossolo vermelho Distrófico típico. Analisaram-se: população de plantas, teor de nitrogênio, matéria seca da planta, número de vagens e grãos por planta, número de grãos/vagem, massa de 100 grãos e rendimento de grãos. Conclui-se que a aplicação de molibdênio foliar, de nitrogênio na semeadura ou em cobertura propicia incrementos no rendimento de grãos do cultivar Pérola. O cultivar IAC Carioca - Eté não responde à adubação molibdica e nitrogenada.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., molibdênio, fixação biológica, nitrogênio na semeadura, nitrogênio em cobertura, plantio direto.

ABSTRACT. Molybdenum and nitrogen fertilization on bean crop in no tillage sistem. Nitrogen is the most uptaken nutrient by common bean and its metabolism depends on molybdenum supply. The objective this work was to evaluate the common bean cropped in winter, in no tillage system and submitted to leaf molybdenum application (0, 40, 80 and 120g/ha), and nitrogen fertilization at sowing (0 and 20kg/ha) and at side dressing (0 and 70kg/ha). The experimental design utilized was a randomized complete blocks, in a factorial scheme 4x2x2 (molybdenum on leaf x nitrogen at sowing x nitrogen at side dressing), with four replications. The soil of experimental area was a typic acrustox. The parameters analyzed were: stand, nitrogen content in plants, plant dry matter, numbers of pods and grains per plant, grains per pods, hundred grains weight and grain yield. It was concluded that molybdenum application on leaf, nitrogen at sowing or at side dressing increase grain yield in common bean Perola cultivar. In the IAC Carioca - Eté cultivar there is no effect of molybdenum or nitrogen applicated.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., molybdenum, biological fixation, nitrogen at sowing, nitrogen at side dressing, no tillage.

Introdução

O feijão é uma leguminosa de grande importância na economia brasileira tanto por questões sociais, relacionadas com seu papel na alimentação humana, por ser uma alternativa de exploração econômica para propriedades rurais, inclusive as pequenas e por ser uma alternativa que ocupa mão-de-obra menos qualificada (Ferreira e Barros, 2002).

Na cultura do feijão, o nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade, sendo requerido em quantidades superiores a 100 kg/ha para garantir altas produtividades. Quando o nitrogênio é deficiente

(<2%), as plantas são atrofiadas, com caule e ramos delgados e folhas apresentando coloração entre verde-pálido e amarelo. A formação de ramos é reduzida e poucas flores se desenvolvem. As vagens contêm poucas sementes, as quais são pequenas, resultando em baixa produtividade de grãos (Oliveira *et al.*, 1996). Devido à mobilidade do nitrogênio no solo, esse nutriente tem sido pesquisado tanto no sistema convencional como no plantio direto, pois apesar do feijoeiro apresentar respostas a doses de nitrogênio, quando utilizado em sistema convencional, o acúmulo de matéria orgânica comum no sistema

plântio direto influencia diretamente a disponibilidade do nutriente, mudando, dessa forma, sua dinâmica no solo. Portanto, espera-se que no plântio direto a cultura apresente resultados diferenciados, de acordo com a dose e as plantas de cobertura utilizadas (Sato *et al.*, 2002).

No Brasil, o feijão é cultivado, na maioria das vezes, em condições de solos ácidos, situação em que a fixação biológica de nitrogênio é deficiente. Nessas condições, a deficiência de molibdênio pode contribuir para redução do fornecimento de nitrogênio para as plantas, uma vez que esse micronutriente é essencial para o crescimento vegetal, participando como co-fator de enzimas envolvidas em reações bioquímicas importantes no metabolismo do nitrogênio. Segundo Dechen *et al.* (1991), a grande importância do molibdênio para as leguminosas está na sua relação direta com o processo biológico de fixação do nitrogênio (a nitrogenase catalisa a redução do N₂ atmosférico até NH₃, feita pelo *Rhizobium*) e na incorporação do nitrogênio em moléculas orgânicas (a redutase do nitrato que catalisa a redução do NO₃ a NO₂).

Visando avaliar 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 de N na semeadura mais 79 g/ha de Mo via foliar. O teor de nitrogênio total nas folhas também 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.

De acordo com Pires *et al.* (2002), as respostas das plantas à aplicação de molibdênio têm se mostrado variáveis entre as espécies e mesmo entre as cultivares da mesma espécie. Tal comportamento é consequência das variações na capacidade de absorção, translocação, acúmulo no tecido 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.

O trabalho teve por objetivo estudar o efeito de diferentes doses de molibdênio aplicado via foliar (0, 40, 80 e 120 g/ha) e sua interação com adubação nitrogenada no sulco de semeadura (0 e 20 kg/ha) e em cobertura (0 e 70 kg/ha) no desenvolvimento e na produção do feijoeiro de inverno cultivado no sistema plântio direto, em dois anos de cultivo.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Unesp, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul. O solo do local é da classe Latossolo Vermelho distrófico típico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 1999). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo para realização de análise química do solo de acordo com metodologia descrita por Raij e Quaggio (1983), sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo na camada de 0 - 0,20m, para o cultivo de 2002 e 2003.

Ano de Cultivo	P _{resm} mg/dm ³	M.O. g/dm ³	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	SB	Al	V%
mmol/dm ³											
2002	26	25	5,2	1,9	30	29	31	91,5	60,5	0	66
2003	43	29	4,8	2,5	31	13	39	85,0	47,0	3	55

Fonte: Laboratório de Fertilidade do solo da Unesp - Campus de Ilha Solteira.

O experimento foi instalado em área anteriormente ocupada pela cultura do milho, que foi manejada com desintegrador mecânico do tipo triton com objetivo de reduzir o tamanho dos resíduos da cultura anterior e distribuir de forma uniforme a vegetação na área de cultivo. A dessecação (pré-plântio) foi realizada com glyphosate (1.560 e 1.920 g do i.a./ha para o primeiro e segundo ano de cultivo, respectivamente).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições e 16 tratamentos dispostos em esquema fatorial (4x2x2), constituídos por doses crescentes de molibdênio foliar (0, 40, 80 e 120 g/ha) e sua interação com a adubação nitrogenada (uréia) no sulco de semeadura (0 e 20 kg/ha) e em cobertura (0 e 70 kg/ha). As parcelas foram constituídas de 6 linhas de 6 m de comprimento, sendo considerada como área útil as quatro linhas centrais, desprezando-se também 0,5 m das extremidades de cada linha.

O feijão foi semeado, mecanicamente, no dia 16 de abril de 2002 utilizando o cultivar IAC Carioca Eté com 16-17 sementes viáveis/m, e no dia 30 de abril de 2003 utilizando o cultivar Pérola com sementes necessárias para obtenção 12-13 plantas/m, ambos com espaçamento de 0,50 m entrelinhas. As sementes receberam tratamento com thiram + carboxin (200 + 200 g do i.a./100 kg de sementes) no primeiro ano de cultivo e benomyl (200 g do i.a./100 kg de sementes) no segundo ano, visando à prevenção de doenças.

A adubação química básica nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e as recomendações de Ambrosano *et al.* (1997) e foi constituída de 70

kg/ha de P₂O₅ (superfosfato simples), 30 kg/ha de K₂O (cloreto de potássio) e zero ou 20 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, dependendo do tratamento. Após a semeadura, a área foi irrigada para promover a germinação das sementes. A emergência ocorreu aos 5 e 6 dias após a semeadura, respectivamente, nos anos de 2002 e 2003. Os tratamentos com adubação de cobertura foram realizadas aos 21 e 16 dias após a emergência das plântulas, respectivamente, para os anos de 2002 e 2003, seguindo as recomendações de Ambrosano *et al.* (1997).

O controle das pragas e doenças no cultivo de 2002 foi feito através de pulverizações, que se iniciaram no dia 30/04/2002, 14 dias após a emergência das plântulas, com a utilização do inseticida methamidophos (300 g/ha do i. a.), e posteriormente aos 31 e 58 dias da emergência das plântulas realizou-se nova pulverização com methamidophos + benomyl + mancozeb (300 + 250 + 1600 g/ha do i. a.). No cultivo de 2003, o controle fitossanitário foi realizado com pulverizações de methamidophos (300 g/ha do i. a.), methamidophos + benomyl + mancozeb (300 + 250 + 1.200 g/ha do i. a.) e methamidophos + mancozeb (300 + 1200 g/ha do i. a.), realizadas aos 26, 30 e 57 dias após a emergência das plântulas, respectivamente.

Visando ao controle de plantas daninhas, realizou-se, aos 23 e 26 dias após a emergência das plântulas, aplicação em pós-emergência do herbicida fluazifop - p - butil + fomosefan (200 + 250 g/ha do i. a. e 160 + 200 g/ha do i. a.), respectivamente para os anos de 2002 e 2003.

O florescimento pleno ocorreu cerca de 38 e 40 dias após a emergência das plântulas e a colheita foi realizada de forma manual no dia 10 e 30 de julho (em 2 linhas de 5 metros de comprimento), com um ciclo de 80 e 90 dias para os anos de 2002 e 2003, respectivamente.

Durante o período de cultivo, nos dois anos de experimentação, foram realizadas as seguintes avaliações: população de plantas inicial e final; matéria seca da planta; teor de nitrogênio total na planta; número de vagens por planta; número grãos por planta; número de grãos por vagem; massa de 100 grãos e rendimento de grãos.

Todos os dados foram avaliados através da análise

de variância pelo teste F. Quando o valor de F foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey, para comparação das médias, avaliando a aplicação de nitrogênio e utilizou-se regressão polinomial para doses de molibdênio. Foi utilizado o programa SANEST, Sistema de análise Estatística para microcomputadores (Zonta e Machado, 1986).

Resultados e discussão

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados referentes à população de plantas, nos quais não foram encontrados resultados significativos para os tratamentos testados no primeiro ano de cultivo, tanto para a população inicial como final. Dados esses concordantes com os obtidos por Diniz *et al.* (1996a) que não observaram efeito de doses de N na semeadura e da aplicação de Mo na população final de plantas. Também Andrade *et al.* (1996) não encontraram efeito da aplicação de N e molibdênio sobre a população final de plantas da cultura. No entanto, no cultivo de 2003, a população inicial de plantas apresentou interação significativa entre doses de molibdênio e nitrogênio em cobertura, estando os desdobramentos apresentados na Tabela 3. Deve-se ressaltar que no período da avaliação da população inicial de plantas, o nitrogênio em cobertura e o molibdênio foliar ainda não haviam sido aplicados e, com certeza, as diferenças encontradas não ocorreram em função dos tratamentos utilizados.

Quanto à produção de matéria seca (Tabela 2), houve influência positiva da aplicação de nitrogênio, tanto na semeadura quanto em cobertura, em relação à testemunha para os dois anos de cultivo. A aplicação do adubo nitrogenado aumenta a disponibilidade de N no solo e, conseqüentemente, incrementa a absorção desse macronutriente pelas raízes, aumentando assim a produção de matéria seca, uma vez que o nitrogênio tem influência direta na fotossíntese e crescimento da planta, sendo parte integrante da molécula de clorofila. Os resultados encontram respaldo nos obtidos por Chidi (1999), que observou incremento na matéria seca da planta com a aplicação de N via solo e Oliveira (2001), que verificou resposta linear da produção de matéria seca com aumento de doses de nitrogênio em cobertura.

Tabela 2. População de plantas e matéria seca da planta do feijoeiro de inverno em função da aplicação de nitrogênio e molibdênio. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2002 e 2003.

Tratamentos	População de plantas (plantas/ha)				Matéria Seca (g/planta)	
	Inicial		Final		2002	2003
	2002	2003	2002	2003		
				Molibdênio foliar		
0 g/ha	314.000	248.812	303.250	232.375	6,11	5,34 ⁽¹⁾
40 g/ha	316.125	248.750	296.250	230.000	5,81	6,68
80 g/ha	316.375	250.375	300.125	233.250	6,06	6,33
120 g/ha	328.125	247.917	309.625	229.750	6,14	7,10
				Nitrogênio na semeadura		
0 kg/ha	322.312	248.396	307.187	227.750	5,20 b	5,88 b

	20 kg/ha	315.000	249.188	297.437	234.937	6,86 a	6,85 a
	0 kg/ha	321.000	249.083	309.687	231.563	5,39 b	5,41 b
	70 kg/ha	316.312	248.500	294.937	231.125	6,67 a	7,31 a
F	Molibdênio	1,01 ^{n.s.}	0,08 ^{n.s.}	0,40 ^{n.s.}	0,22 ^{n.s.}	0,28 ^{n.s.}	4,51 ^{**}
	N sementeira (Ns)	1,32 ^{n.s.}	0,04 ^{n.s.}	1,19 ^{n.s.}	3,72 ^{n.s.}	33,95 ^{**}	7,53 ^{**}
	N cobertura (Nc)	0,54 ^{n.s.}	0,02 ^{n.s.}	2,72 ^{n.s.}	0,01 ^{n.s.}	20,26 ^{**}	28,83 ^{**}
	Mo x Ns	0,72 ^{n.s.}	1,77 ^{n.s.}	1,03 ^{n.s.}	1,24 ^{n.s.}	0,96 ^{n.s.}	0,07 ^{n.s.}
	Mo x Nc	0,58 ^{n.s.}	4,13 [*]	0,31 ^{n.s.}	0,17 ^{n.s.}	1,86 ^{n.s.}	0,34 ^{n.s.}
	Ns x Nc	0,02 ^{n.s.}	0,002 ^{n.s.}	0,24 ^{n.s.}	0,01 ^{n.s.}	1,81 ^{n.s.}	0,79 ^{n.s.}
	Mo x Ns x Nc	2,08 ^{n.s.}	0,45 ^{n.s.}	0,71 ^{n.s.}	0,1 ^{n.s.}	2,19 ^{n.s.}	2,34 ^{n.s.}
DMS	N sementeira	-	-	-	-	0,57	0,71
	N cobertura	-	-	-	-	0,57	0,71
Doses de Mo	R.L.	-	-	-	-	-	9,75 ^{**}
	R.Q.	-	-	-	-	-	0,67 ^{n.s.}
	CV%	7,98	6,39	11,83	6,44	18,89	22,27

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ^{n.s.} não significativo; ^{**} significativo a 1% de probabilidade; ^{*} significativo a 5% de probabilidade; R.L.: regressão linear; R.Q.: regressão quadrática; ⁽¹⁾Y = 5,6211 + 0,01237x, R² = 0,7214.

Quanto à resposta da produção de matéria seca com aplicação de doses de molibdênio, estas foram significativas para o segundo ano de cultivo, sendo que os dados se ajustaram a uma equação linear crescente, pois o molibdênio tem uma participação positiva no metabolismo do nitrogênio, conseqüentemente influenciando a produção da matéria seca da planta.

No que se refere ao teor de nitrogênio na parte aérea (Tabela 4), verifica-se que, no segundo ano de cultivo, houve interação significativa de doses de molibdênio e nitrogênio na sementeira e doses de molibdênio e nitrogênio em cobertura, estando os desdobramentos apresentados nas Tabelas 5 e 6.

Pode-se observar (Tabela 5) que os maiores teores de nitrogênio foram obtidos na ausência de nitrogênio na sementeira, verificando uma resposta negativa em relação à aplicação de nitrogênio, que pode ser justificada pelo fato das plantas adubadas com nitrogênio apresentarem maior quantidade de matéria seca em relação àquelas que não o receberam, apresentando assim um menor teor de nitrogênio orgânico explicado pelo efeito da diluição (Adell *et al.*, 1999), com exceção da dose de 80 g/ha de Mo, na qual não deve ter ocorrido o efeito da diluição.

Na presença de 20 kg/ha de nitrogênio na sementeira, as doses de molibdênio se ajustaram a uma equação quadrática, ou seja, apresentam crescimento até 74 g/ha e depois uma queda nos

valores. No caso da interação entre doses de molibdênio e nitrogênio em cobertura (Tabela 6), verificou-se que, apenas dentro da dose de 80 g/ha de molibdênio a aplicação de N em cobertura proporcionou redução no teor de nitrogênio, que pode ser justificada pela discussão anterior. Na ausência da adubação nitrogenada em cobertura, a aplicação de doses de molibdênio se ajustaram a uma função quadrática, sendo o maior teor de nitrogênio obtido com a aplicação de até 67 g/ha de molibdênio, tendo queda nos valores em doses maiores a essa, pois de acordo com Ambrosano *et al.* (1996), diferenças positivas nos teores de nitrogênio na folha foram observadas quando se aplicou molibdênio, tanto via solo como via foliar, evidenciando sua participação no metabolismo do nitrogênio.

Tabela 3. Desdobramento das interações significativas referentes à população inicial. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Tratamentos	N em cobertura	
	0kg/ha	70kg/ha
Doses de Mo		
0 g/ha	241.250 ⁽¹⁾ a	255.000 a
40 g/ha	260.500 a	237.000 b
80 g/ha	250.000 a	250.450 a
120 g/ha	244.584 a	251.250 a
DMS	N em cobertura	16.056
F	R.L.	0,0004 ^{n.s.}
	R.Q.	4,80 [*]

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; ^{n.s.} não significativo; ^{*} significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾Y = 242.991,6687 + 461,2495x - 3,8542x², R² = 0,7149.

Tabela 4. Nitrogênio total na planta, número de vagens/planta e número de grãos/planta em função da aplicação de nitrogênio e molibdênio. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2002 e 2003.

Tratamentos	Teor de N (g/kg)		Vagens/planta		Grãos/planta	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
			Molibdênio foliar			
0 g/ha	32,4	35,5	6,4	9,09	30,4	39,67
40 g/ha	29,2	36,9	7,1	9,64	33,6	40,02
80 g/ha	27,2	37,7	7,4	9,84	34,8	41,13
120 g/ha	30,0	36,0	6,9	10,08	32,3	43,11
			Nitrogênio na sementeira			
0 kg/ha	30,7	37,9	6,5 b	9,64	30,6	41,08
20 kg/ha	28,7	35,2	7,4 a	9,68	35,0	40,88
			Nitrogênio em cobertura			
0 kg/ha	30,1	37,5	6,7	9,51	31,6	40,00
70 kg/ha	29,3	35,5	7,1	9,82	33,9	41,97
			Molibdênio			
	2,66 ^{n.s.}	3,07 [†]	1,05 ^{n.s.}	0,79 ^{n.s.}	0,69 ^{n.s.}	0,43 ^{n.s.}
N sementeira (Ns)	2,26 ^{n.s.}	25,20 ^{**}	5,07 [†]	0,006 ^{n.s.}	3,64 ^{n.s.}	0,007 ^{n.s.}
N cobertura (Nc)	0,39 ^{n.s.}	13,70 ^{**}	0,99 ^{n.s.}	0,44 ^{n.s.}	1,04 ^{n.s.}	0,69 ^{n.s.}
F	Mo x Ns	0,47 ^{n.s.}	10,28 ^{**}	1,30 ^{n.s.}	1,57 ^{n.s.}	1,02 ^{n.s.}

	Mo x Nc	0,56 ^{ns}	8,09**	0,61 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,56 ^{ns}
	Ns x Nc	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,007 ^{ns}
	Mo x Ns x Nc	0,91 ^{ns}	2,72 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,23 ^{ns}	1,89 ^{ns}	0,32 ^{ns}
DMS	N semeadura	-	1,10	0,83	-	-	-
	N cobertura	-	1,10	-	-	-	-
Doses de Mo	R.L.	-	0,94 ^{ns}	-	-	-	-
	R.Q.	-	7,72**	-	-	-	-
	CV%	17,81	5,95	23,94	19,49	27,77	12,07

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ^{ns}não significativo; **significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; R.L.: regressão linear; R.Q.: regressão quadrática.

É interessante ressaltar que o nível crítico de nitrogênio foliar necessário à cultura é de 30 g/kg (Ambrosano *et al.*, 1997), porém os dados apresentados no presente experimento são referentes à parte aérea da planta que normalmente apresenta valores um pouco inferiores aos teores foliares. Portanto, acredita-se que as exigências mínimas das plantas em nitrogênio foram supridas em todos os tratamentos.

Quanto ao número médio de vagens por planta, não houve efeito da aplicação de Mo via foliar para os dois anos de cultivo, como os dados obtidos por Vieira *et al.* (1996). Por outro lado, Andrade *et al.* (1996) e Rodrigues *et al.* (1996) observaram resposta às doses de molibdênio, sobre esse componente da produção. O número de vagens por planta foi influenciado pela aplicação de nitrogênio na semeadura no primeiro ano de cultivo, dados que concordam com os obtidos por Alves Júnior *et al.* (2003).

Tabela 5. Desdobramento das interações significativas referentes ao teor de N (g/kg). Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Tratamentos	N na semeadura	
	0kg/ha	20kg/ha
Doses de Mo		
0 g/ha	38,95 a	32,05 ⁽¹⁾ b
40 g/ha	38,35 a	35,48 b
80 g/ha	36,84 a	38,48 a
120 g/ha	37,43 a	34,65 b
DMS	N na semeadura	2,19
F	R.L.	3,13 ^{ns}
	R.Q.	9,86**
		0,60 ^{ns}
		22,24**

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; ^{ns}não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade; ⁽¹⁾Y = 31,729 + 0,163x - 0,0011x², R² = 0,9028.

Tabela 6. Desdobramento das interações significativas referentes ao teor de N (g/planta). Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Tratamentos	N em cobertura	
	0kg/ha	70kg/ha
Doses de Mo		
0 g/ha	35,43 ⁽¹⁾ a	35,57 a
40 g/ha	37,23 a	36,60 a
80 g/ha	40,96 a	34,36 b
120 g/ha	36,51 a	35,56 a
DMS	N em cobertura	2,19
F	R.L.	4,12*
	R.Q.	16,45**
		0,44 ^{ns}
		0,013 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; ^{ns}não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade; ⁽¹⁾Y = 34,9266 + 0,1345 - 0,001x², R² = 0,704.

Ainda na Tabela 4, pode-se verificar que os tratamentos testados não influenciaram os valores

obtidos para o número de grãos por planta, nos dois anos de cultivo. Os dados obtidos vão ao encontro dos de Soratto (1999) no que se refere à influência das doses de Mo via foliar.

Quanto aos resultados obtidos na avaliação do número de grãos por vagem, observa-se (Tabela 7) que não houve efeito para os tratamentos utilizados, provavelmente por ser uma característica mais relacionada com o cultivar utilizado, sofrendo pouca influência das práticas culturais utilizadas na cultura. Carvalho (1994) e Soratto (1999) não encontraram resposta para a utilização de molibdênio e nitrogênio.

Os resultados referentes à massa de 100 grãos mostraram efeito negativo do N, tanto aplicado na semeadura como em cobertura (Tabela 7), no cultivo de 2002. Esse efeito talvez possa ser explicado pelo maior número de vagens/planta nesses tratamentos, influenciando negativamente na massa de grãos (Tabela 4). Já aplicação de molibdênio não influenciou essa análise em 2002, dados que concordam com os resultados obtidos por Nascimento e Arf (2003), que não observaram resposta a doses e épocas de aplicação de molibdênio. Porém, no segundo ano de cultivo, verificou-se interação significativa entre N na semeadura e N em cobertura, estando os dados apresentados na Tabela 8.

Tabela 7. Valores médios do número de grãos/vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos do feijoeiro de inverno em função da aplicação de nitrogênio e molibdênio. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2002 e 2003.

Tratamentos	Grãos/vagem		Massa de 100 grãos (g)		Produtividade de grãos (kg/ha)	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
	Molibdênio foliar					
0 g/ha	4,74	4,37	22,4	28,12	2,064	2,104 ⁽¹⁾
40 g/ha	4,67	4,15	23,0	28,76	2,191	2,358
80 g/ha	4,67	4,19	22,5	28,32	2,107	2,405
120 g/ha	4,63	4,24	22,8	28,55	2,207	2,496
	Nitrogênio na semeadura					
0 kg/ha	4,70	4,24	23,0 a	28,20	2,104	2,257 b
20 kg/ha	4,66	4,23	22,3 b	28,67	2,180	2,424 a
	Nitrogênio em cobertura					
0 kg/ha	4,66	4,19	22,9 ab	28,78	2,118	2,232 b
70 kg/ha	4,71	4,28	22,4 b	28,09	2,166	2,449 a
	F					
	Molibdênio	0,24 ^{ns}	0,58 ^{ns}	1,55 ^{ns}	1,23 ^{ns}	1,41 ^{ns}
	N semeadura (Ns)	0,20 ^{ns}	0,01 ^{ns}	10,14**	3,44 ^{ns}	1,75 ^{ns}
	N cobertura (Nc)	0,27 ^{ns}	0,24 ^{ns}	6,67*	7,52**	0,71 ^{ns}
	Mo x Ns	0,48 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,57 ^{ns}
	Mo x Nc	1,93 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,85 ^{ns}
	Ns x Nc	0,06 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,64 ^{ns}	5,42*	0,33 ^{ns}
	Mo x Ns x Nc	1,07 ^{ns}	0,75 ^{ns}	1,34 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,81 ^{ns}
DMS	N semeadura	-	-	0,43	-	118,49
	N cobertura	-	-	0,43	0,50	118,49
Doses de	R.L.	-	-	-	-	21,40**

Mo	R.Q.	-	-	-	-	-
CV%	7,72	12,07	3,80	3,50	10,71	10,04

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade; RL: regressão linear; RQ: regressão quadrática; ¹⁾Y = 2.157,3 + 3,0575x, R² = 0,8842.

Tabela 8. Desdobramento das interações significativas referentes à massa de 100 grãos. Selvíria, MS, 2003.

Tratamentos	N na semeadura	
	0kg/ha	20kg/ha
N em cobertura		
0kg/ha	28,26 aB	29,30 aA
70kg/ha	28,15 aA	28,04 bA
DMS	N na semeadura	0,71
	N em cobertura	0,71

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Observa-se que quando não se aplicou N em cobertura, a aplicação de nitrogênio na semeadura (20 kg/ha) proporcionou maior massa de 100 grãos. Entretanto, quando se aplicou N em cobertura (70 kg/ha), a aplicação de N na semeadura não influenciou a massa de 100 grãos. Já quando se aplicou nitrogênio na semeadura (20 kg/ha), a aplicação de nitrogênio em cobertura proporcionou redução da massa de 100 grãos. Esse efeito talvez possa ser explicado pelo maior número de vagens e grãos/planta nos tratamentos com aplicação de nitrogênio em cobertura (mesmo não sendo estatisticamente significativo existe tendência de aumento), influenciando negativamente a massa de grãos.

Em relação à produtividade do feijoeiro, verificaram-se resultados significativos para a utilização de doses de molibdênio no segundo ano de cultivo e os dados se ajustaram a uma função linear crescente, ou seja, houve aumento da produtividade em função das doses de molibdênio fornecidas. Também Diniz *et al.* (1996a, b), Rodrigues *et al.* (1996), Andrade *et al.* (1996), Coelho *et al.* (1998) e Araújo *et al.* (1999) verificaram aumento de produtividade quando forneceram Mo via foliar. Resultados semelhantes foram apresentados por Amane *et al.* (1996), que ainda observaram que a dose necessária para obtenção de rendimento máximo variou em função da adubação nitrogenada em cobertura; quanto mais nitrogênio, menor a dose de Mo. Resultados semelhantes foram obtidos por Ferreira *et al.* (2002) e Coelho *et al.* (2001), que observaram aumento da produtividade com a aplicação de Mo, porém esses resultados não se aproximam dos ganhos de até 200% verificados por Vieira *et al.* (1992).

No caso do presente estudo, o ganho em produtividade foi de 18,6%, com a dose de 120 g/ha de Mo via foliar em relação à testemunha sem molibdênio, pois segundo Vieira *et al.* (1998), a aplicação do molibdênio propicia uma maior atividade das enzimas nitrogenase e redutase do

nitrato, responsáveis pela catálise da fixação do nitrogênio atmosférico e da redução do nitrato. Fullin *et al.* (1999) observaram que a aplicação de molibdênio via foliar se mostra mais eficiente do que através da peletização das sementes. No que se refere à aplicação de N na semeadura, através dos resultados obtidos em 2003, pode-se verificar resposta positiva na produtividade da cultura.

Amane *et al.* (1996) e Soratto (1999) também obtiveram incremento de produtividade com a aplicação de N. Nos dados obtidos em 2003, verificou-se ainda aumento na produtividade de grãos na presença de nitrogênio em cobertura, concordando com os resultados obtidos por Almeida *et al.* (1999), Alvarez (2001), Oliveira (2001) e Binotti *et al.* (2004a), que observaram resposta positiva da aplicação de N em cobertura e com Binotti *et al.* (2004b), que verificaram que aplicação de N na semeadura e/ou em cobertura aumenta a produtividade de grãos do feijoeiro de inverno.

Os resultados não significativos encontrados no primeiro ano de cultivo talvez possam ser explicados pela liberação em quantidades adequadas desse nutriente, através da mineralização microbiana da matéria orgânica, fato este também observado por Carvalho (1994). Outro fator que pode ter contribuído para aumentar a disponibilidade de molibdênio no solo, no primeiro ano de cultivo, diminuindo os efeitos dos tratamentos para a aplicação desse micronutriente, é o fato do pH estar acima de 5, apresentando maior disponibilidade do molibdênio para as plantas (Vieira *et al.*, 1999) ou ainda as sementes utilizadas possuíam quantidade de molibdênio suficiente para atender à necessidade das plantas, visto que a faixa de 1,64 a 3,57 µg de Mo/semente é considerada suficiente para o suprimento da geração subsequente (Brodrick *et al.*, 1992 citados por Leite *et al.*, 2003).

Os dados obtidos vão ao encontro dos de Soratto (1999) e Bassan (1999), que não obtiveram efeito significativo com a aplicação de Mo foliar. Os resultados obtidos referentes à adubação nitrogenada, no primeiro ano de cultivo, embora tenham sido positivos para algumas análises (massa de matéria seca e número de vagens por planta), refletiram em um menor teor de N na parte aérea (diluição) e em uma redução na massa de 100 grãos, ocorrendo assim, efeito da compensação, não influenciando, portanto, a produtividade da cultura. Entretanto, os diferentes resultados obtidos nos dois anos de cultivo podem ter ocorrido em função das respostas das plantas à aplicação de molibdênio terem se mostrado variáveis entre as espécies e mesmo entre os cultivares da mesma espécie.

Tal comportamento é consequência das variações na capacidade de absorção, translocação, acúmulo no tecido e utilização do nutriente pela planta, uma vez

que as pequenas mudanças nas características químicas do solo não justificariam tal comportamento. A resposta à adubação nitrogenada pode ter ocorrido pelo fato de que deficiências do nutriente são observadas em solos com baixa disponibilidade de matéria orgânica sob condições favoráveis a altas taxas de mineralização (Jasmim *et al.*, 2002). Em termos gerais, o feijoeiro responde positivamente à aplicação de molibdênio e adubação nitrogenada, proporcionando incrementos na produtividade em resposta à aplicação do micronutriente e macronutriente.

Conclusão

A aplicação de Mo foliar aumenta o rendimento de grãos do cultivar Pérola.

O cultivar IAC Carioca - Eté não responde à adubação molibídica.

O fornecimento de 20 kg/ha de nitrogênio na semeadura ou 70 kg/ha de N em cobertura propicia incrementos no rendimento de grãos do cultivar Pérola.

A aplicação de N na semeadura ou em cobertura não interfere na produtividade de grãos do cultivar IAC Carioca - Eté.

Referências

- ADELL, J. J. C. *et al.* Alterações nos teores foliares de nitrogênio ao longo do desenvolvimento do feijoeiro submetido à deficiência de nitrogênio. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa - CNPAF, 1999. p. 741-744.
- ALMEIDA, C. *et al.* Adubação nitrogenada em cobertura e via foliar em feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa - CNPAF, 1999. p. 737-740.
- ALVAREZ, A. C. C. *Resposta do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) à aplicação de doses e fontes de nitrogênio em cobertura, no sistema de plantio direto.* 2001. Monografia (Trabalho de graduação) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2001.
- ALVES JÚNIOR, J. *et al.* Adubação nitrogenada em dose única no plantio do feijoeiro na safra de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. *Solo: alicerce dos sistemas de produção: Agromídia, Viçosa, 2003.* (CD-ROM).
- 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 - CNPAF, 1996. v. 1, p. 91-92.
- AMBROSANO, E.J. *et al.* Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van *et al.* (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.* 2.ed. Campinas: IAC, 1997, p. 187-203 (Boletim Técnico,100).
- AMBROSANO, E.J. *et al.* Resposta da aplicação de micronutrientes no cultivo de feijão irrigado no inverno. *Sci. Agric.*, Jaboticabal, v.53, n. 2-3, p.273-279, 1996.
- ANDRADE, M. J. B. *et al.* Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenadas e molibídicas e à inoculação com *Rhizobium leguminosarum* bv. *Phaseolus*. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, 1996, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa - CNPAF, 1996. p. 79-81.
- ARAÚJO, P. R. A. *et al.* Eficácia da aplicação de molibdênio em mistura no tanque com herbicidas pós-emergentes sobre o feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa - CNPAF, 1999. p. 480-483.
- ARAÚJO, P. R. A. *et al.* Combinações de doses de nitrogênio e molibdênio na adubação da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, Viçosa. *Resumos expandidos...* Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 785-788.
- BASSAN, D. A. Z. *Efeito da inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão (Phaseolus vulgaris L.) no período "de inverno".* 1999. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 1999.
- BINOTTI, F. F. S. *et al.* Época de aplicação e fontes de nitrogênio em cobertura, na cultura do feijão em sistema plantio direto. In: *FERTBIO 2004*, 2004, Lages. Monferrer, Lages, 2004a. (CD-ROM).
- BINOTTI, F.F.S. *et al.* Manejo do solo e da adubação nitrogenada no feijoeiro de inverno irrigado In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15, 2004, Santa Maria, 2004b. (CD-ROM).
- CARVALHO, E. G. *Efeito do nitrogênio, molibdênio e inoculação das sementes em feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) na região de Selviria - MS.* 1994. Monografia (Trabalho de graduação) - Faculdade de Engenharia, Unesp, Campus Ilha Solteira, Ilha Solteira, 1994.
- CHIDI, S. N. *Resposta do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura e diferentes concentrações de uréia via foliar.* 1999. Monografia (Trabalho de graduação) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus Ilha Solteira, Ilha Solteira, 1999.
- COELHO, F. C. *et al.* Efeitos sobre a cultura do feijão das adubações com nitrogênio e molibdênio e do manejo de plantas daninhas. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 48, n. 278, p. 455-467, 2001.
- COELHO, F. C. *et al.* Nitrogênio e molibdênio nas culturas do milho e do feijão, em monocultura e em consórcio: efeitos sobre o feijão. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 45, n. 260, p. 393-407, 1998.
- DECHEN, A.R. *et al.* Função dos micronutrientes nas plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES, Jaboticabal, 1988. *Anais.* Piracicaba: POTAFOS/CNPq, p.65-78, 1991.
- DINIZ, A. R. *et al.* Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio em cobertura e de molibdênio foliar. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, 1996, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa - CNPAF, 1996b. p.

71-73.

DINIZ, A. R. *et al.* Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio (cobertura e semeadura) e de molibdênio foliar. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, 1996, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa - CNPAF, 1996a. p. 73-76.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSo, 1999. p.208.

FERREIRA, A. C. B. *et al.* Resposta do feijoeiro ao conteúdo de molibdênio na semente e a adubação molibídica via foliar. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, Viçosa. *Resumos expandidos...* Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 671-674.

FERREIRA, C. M.; BARROS, G. S. C. Perfil econômico do feijão na década de 90. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 23-34, 2002.

FULLIN, E. A. *et al.* Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.34, n.7, p. 1145-1149, 1999.

JASMIM, J. M. *et al.* Efeito da omissão de N, Ni, Mo, Co e S sobre os teores de N e S em feijoeiro. *Rev. Bras. Cienc. Solo*. Viçosa, v. 26, p. 967-975, 2002.

LEITE, U. T. *et al.* Doses crescentes de molibdênio na produção de sementes de feijão enriquecidas com o micronutriente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. *Solo: alicerce dos sistemas de produção: Agromídia*, Viçosa, 2003. (CD-ROM).

NASCIMENTO, M. S.; ARF, O. Resposta do feijoeiro á aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. *Solo: alicerce dos sistemas de produção: Agromídia*, Viçosa, 2003. (CD-ROM).

OLIVEIRA, G. N. D. *Adubação nitrogenada em cobertura e lâminas de água no desenvolvimento do feijoeiro*. 2001. Monografia (Trabalho de graduação) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2001.

OLIVEIRA, I.P. *et al.* Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S. *et al.* (Coord.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafôs, 1996. p.182-184.

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, Viçosa. *Resumos expandidos...* Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 681-684.

RAIJ, B.V.; QUAGGIO, J. A. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).

RODRIGUES, J. R. M. *et al.* Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à doses de molibdênio aplicadas via foliar. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, 1996, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa - CNPAF, 1996. p. 76-78.

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, Viçosa. *Resumos expandidos...* Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 804-806.

SORATTO, R. P. *Resposta do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar*. 1999. Monografia (Trabalho de graduação) - Faculdade de Engenharia, Unesp, Campus Ilha Solteira, Ilha Solteira, 1999.

VIEIRA, C. *et al.* Adubação nitrogenada e molibídica na cultura do feijão. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 27, n. 2, p. 117-124. 1992.

VIEIRA, R. F. *et al.* Foliar application of molybdenum in common beans. I. nitrogenase and reductase activities in a soil of high fertility. *Plant Nutr.*, New York, v.21, p. 169-198, 1998.

VIEIRA, S. M. *et al.* Efeitos isolados ou associados de nitrogênio, molibdênio e inoculante sobre o rendimento de seus componentes da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22, 1996, Manaus. *Resumos expandidos...* Manaus: Ed. da Universidade do Amazonas, 1996. p. 78-79.

VIEIRA, S. M. *et al.* Nitrogênio, molibdênio e inoculante, isolados e associados para duas variedades de feijoeiro - comum. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa - CNPAF, 1999. p. 835-838.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. *Sistema de Análise Estatística para microcomputadores- SANEST*. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e matemática, 1986. 150p.

Received on July 19, 2004.

Accepted on February 02, 2005.