

## ADUBAÇÃO MOLÍBDICA NA CULTURA DO FEIJÃO NOS SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL<sup>1</sup>

PAULO ROBERTO RIBEIRO ROCHA<sup>2\*</sup>, GERALDO ANTÔNIO DE ANDRADE ARAÚJO<sup>2</sup>, JOSÉ EUSTÁQUIO DE SOUZA CARNEIRO<sup>2</sup>, PAULO ROBERTO CECON<sup>3</sup>, TRICIA COSTA LIMA<sup>2</sup>

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de molibdênio na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional. Foram conduzidos dois experimentos em campo: um no período de inverno-primavera (época de inverno), com semeadura em julho de 2006; e o outro no período de verão-outono (época da seca), sendo a semeadura realizada em março de 2007. O estudo foi conduzido na Estação Experimental da Universidade Federal de Viçosa, no município de Coimbra, MG. Os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, no esquema de parcela subdivididas. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de manejo (plantio direto e preparo convencional) e as subparcelas pelas doses de Mo (0, 40, 80, 160, 320 g ha<sup>-1</sup>). Avaliou-se o número de grãos por vagem, o número de vagens por m<sup>2</sup>, a massa de 100 grãos, a produtividade de grãos, o estande final e os teores foliares de N e Mo. O número de vagens por m<sup>2</sup> e a produtividade dos grãos aumentou em resposta a aplicação foliar de Mo. A produtividade de grãos no sistema de plantio direto foi maior que no preparo convencional. Os teores de Mo nas folhas do feijoeiro aumentaram em resposta à sua aplicação. Os teores de foliares de N do feijoeiro aumentaram em resposta à aplicação foliar de Mo, em ambos os sistemas de plantio.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L. . Molibdênio. Nutrição mineral. Preparo de solo.

### MOLYBDENUM FERTILIZATION ON BEAN CROP IN NO-TILLAGE AND CONVENTIONAL SYSTEMS

**ABSTRACT** - The objective of this paper was to study the effects of molybdenum doses, applied on bean crop under the conventional and no-tillage systems. Two experiments were carried out in the field: one during winter-spring (winter season), sowed in July 2006, and the other one during summer-fall (dry season), sowed in March 2007. They were conducted in Experimental Station of Coimbra, MG, Universidade Federal de Viçosa. The experiments were carried out in randomized block design with four repetitions and subdivided plots. The plots were represented by the soil management system (conventional or no-tillage), and the subplots were represented by the molybdenum doses (0, 40, 80, 160 and 320 g ha<sup>-1</sup>). The number of grain per pods, the number of pods per square meter, the weight of 100 grains, grain productivity, number of plants per plot, and nutrient rates in the leaves and grains were evaluated. The number of pods per square meter and grain productivity were increased by Mo doses. The grain productivity in no-tillage system was higher than in the conventional. Productivity and production components in the winter season were higher than in the dry season. Mo rates in the bean leaves increased in response to its application. Mo leaf fertilization increased N (total and organic) rates in bean crops under both plantation systems.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L. Molybdenum. Mineral nutrition. Tillage systems.

\* Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 02/10/2010; aceito em 08/12/2010.

Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa – MG; paulo.rocha@ufv.br; garaujo@ufv.br; jesc@ufv.br; limatricia@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Departamento de Informática, Universidade Federal de Viçosa (UFV), av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa – MG; ceccon@dpi.ufv.br

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado em aproximadamente 4,17 milhões de hectares, com produção anual em torno de 3,5 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2010). Apesar da cultura ser explorada numa diversidade de sistemas de produção obtendo produtividades acima de 3.000 kg ha<sup>-1</sup>, a média nacional está em torno de 820 kg ha<sup>-1</sup>. Esta baixa produtividade no país é devida a métodos culturais inadequados, variações climáticas, problemas fitossanitários e esgotamento progressivo do solo.

A baixa fertilidade dos solos tem sido considerada fator preponderante para esse baixo rendimento, principalmente no que se refere ao nitrogênio (N), que é o macronutriente mais absorvido pelo feijoeiro (SILVA et al., 2000). Um adequado suprimento deste nutriente está associado a uma alta atividade fotossintética e a um vigoroso crescimento vegetativo. Por sua vez, o molibdênio (Mo) tem função metabólica diretamente relacionada ao metabolismo do nitrogênio através das enzimas nitrato redutase, sendo esta enzima responsável pela assimilação do N na planta (TAIZ; ZEIGER, 2006). Este micronutriente também participa como co-fator da nitrogenase, responsável pela fixação biológica do N. A aplicação foliar de Mo na cultura do feijão tem se mostrado eficiente, como relatado por diversos trabalhos na literatura (SILVA et al., 2003; LEITE et al., 2007; ASCOLI et al., 2008), embora são escassos os trabalhos com este micronutriente comparando as épocas de plantio do feijoeiro.

Nos últimos anos, vem crescendo a adoção do sistema de plantio direto no Brasil. Este sistema de cultivo caracteriza-se pela pouca movimentação do solo e pela grande quantidade de resíduos deixados em sua superfície, o que diminui significativamente as perdas de solo por erosão, e promove a melhoria das condições físicas e químicas do mesmo, pois há um aumento no teor de matéria orgânica do solo, conseqüentemente a uma melhoria na fertilidade do solo, principalmente nas camadas superficiais (MACHADO; SILVA, 2001; SILVA et al., 2009).

A menor movimentação do solo no sistema de plantio direto proporciona a formação de agregados, conseqüentemente melhora sua estrutura (SILVA et al., 2002). Este sistema também altera a dinâmica dos nutrientes possibilitando que sejam acumulados na superfície deste solo (PERREIRA et al., 2009). Entretanto, o sistema de plantio convencional que consiste em revolvimento do solo através da aração e gradagem, proporciona a incorporação de restos culturais, melhorando a distribuição dos nutrientes na camada arável do solo. Portanto, os sistemas de manejo do solo afetam suas características físicas e químicas, interferindo assim no desenvolvimento e na produtividade das culturas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o

efeito de doses de Mo na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional, sobre a produtividade de grãos, os componentes de produção e os teores foliares de N e Mo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos na Estação Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Coimbra, Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são 20°50'30" de latitude sul e 42°48'30" longitude oeste, com altitude de 715 metros. Os experimentos foram instalados em um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico. Na Tabela 1 são apresentados os resultados das análises do solo amostrado na camada de 0-20 cm, para os diferentes experimentos e sistemas de cultivo, as análises foram feitas de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (1997).

O primeiro experimento foi conduzido no período de inverno-primavera (época de inverno), com semeadura em julho de 2006, e o segundo no período de verão-outono (época da seca), sendo a semeadura realizada em março de 2007.

A área de plantio direto do primeiro experimento estava sob este manejo a mais de dez anos, sendo no verão cultivado com a cultura do milho e no inverno o feijão. No experimento da seca, a área de plantio direto foi cultivada neste sistema, pelo menos, por quatro anos, com sucessões de milho-feijão.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, no esquema de parcela subdivididas. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de manejo (plantio direto e preparo convencional) e as subparcelas, pelas doses de Mo (0, 40, 80, 160, 320 g ha<sup>-1</sup>).

As subparcelas foram formadas por cinco linhas de 5m de comprimento, espaçadas 0,5m entre si. A área útil, com 6 m<sup>2</sup>, foi formada por três linhas centrais, excluindo-se 0,5m de cada extremidade. Foram distribuídas 15 sementes por metro de sulco. No sistema com preparo convencional do solo realizou-se uma aração e duas gradagens. Na área sob plantio direto, realizou-se a dessecação do material vegetal com aplicação do herbicida glyphosate (1,44 i.a. ha<sup>-1</sup>), dez dias antes da semeadura.

Na semeadura fez-se adubação com 350 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 8-28-16 no sulco de plantio, essa foi baseada nas características químicas do solo (Tabela 1) e nas recomendações técnicas para da cultura (CFSEMG, 1999). Não foi realizada adubação em cobertura com N. A cultivar utilizada foi a Ouro Vermelho, de crescimento indeterminado (planta do tipo II), porte semi-ereto e ciclo de 80 a 90 dias, grupo comercial vermelho. O Mo foi aplicado via foliar aos 25 dias após a emergência das plantas (estádio vegetativo V-4), como fonte de Mo utilizou-

se o molibdato de sódio.

Foram feitos os tratamentos fitossanitários necessários para manter a cultura livre de pragas e doenças durante todo o ciclo. Quando necessário foi realizada irrigação por aspersão nos experimentos.

Na ocasião da colheita determinou-se nos dois experimentos: estande final; o número de vagens por área, o número de grãos vagem<sup>-1</sup>, a massa de 100 grãos (g), e a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). A massa e a produtividade de grãos foi corrigida para 13% de umidade.

O conteúdo de clorofila na folha (índice SPAD) foi lido com o clorofilômetro SPAD-502. A leitura foi realizada em pleno florescimento da cultura, utilizando a terceira folha completamente desenvolvida, a partir do ápice. Foram realizadas três leituras por folíolo em dez folhas, tomadas aleatoriamente na subparcela útil. As folhas utilizadas para a leitura do índice SPAD foram destacadas e acondicionadas em sacos de papel e levadas a uma estufa de ventilação forçada a 72 °C, até atingir peso constante, sendo posteriormente moídas.

Para determinação teor de Mo, foi utilizado o método do iodeto de potássio de acordo com metodologia descrita por Fontes et al. (2000). O teor de N-orgânico foi determinado pelo método do reagente de Nessler (JACKSON, 1958). O de N total foi determinado pelo método de Kjeldahl (BREMNER et al., 1982).

Os dados referentes às características avaliadas foram submetidos à análise de variância conjunta dos experimentos, utilizando-se o programa estatístico SAEG (SAEG, 2007). As médias dos fatores qualitativos (épocas e sistemas de plantio) foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo (doses de Mo), procedeu à análise de regressão, sendo que os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes da regressão, utilizando-se o teste t, adotando-se o nível de 5% probabilidade, no coeficiente de determinação ( $R^2 = \text{S.Q. Regressão} / \text{S.Q. Tratamento}$ ) e no fenômeno biológico em estudo.

**Tabela 1.** Características químicas do solo na camada de 0-20 cm de profundidade, nos experimentos do inverno de 2006 e da seca de 2007, Coimbra, MG.

Épocas	pH em H <sub>2</sub> O	MO	P	K	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup> Al	SB	CTC efetiva	CTC total	P-rem	V (%)
		dag/kg	--mg/dm <sup>3</sup> --	-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----									
Inverno													
PD	5,0	2,2	11,8	54	0,3	1,5	0,5	3,6	2,1	2,4	5,8	31,2	37
PC	4,8	1,3	9,2	52	0,2	1,0	0,3	3,5	1,4	1,6	4,9	36,8	29
Seca													
PD	5,2	1,4	1,3	40	0,6	0,8	0,4	7,6	1,3	1,9	8,9	16,6	15
PC	4,9	1,2	0,9	22	1,0	0,2	0,2	6,9	0,5	1,5	7,4	14,8	6

PD – Plantio direto, PC – Plantio convencional

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância conjunta dos dados relativos aos componentes de produção, produtividades de grãos, estande final de plantas, teores foliares de Mo e N e índice SPAD, referentes às épocas de plantio do inverno de 2006 e da seca de 2007 em Coimbra é apresentado na Tabela 2. Observa-se pelos baixos coeficientes de variação (CV %) que os experimentos apresentaram boa precisão experimental, estes variaram de 2,7 a 17,0% nas parcelas e 3,1 a 9,5% nas subparcelas, exceto o teor de Mo que apresentou CV médio de 26,9%.

O número máximo de vagens por área foi influenciado pelas doses de Mo (Figura 1), sendo que o máximo de vagens (170 vagens por m<sup>2</sup>) foi obtida com a dose estimada de 181 g ha<sup>-1</sup> de Mo, a qual proporcionou um incremento de 17% em relação à testemunha. Este aumento no número de vagens promovido pela aplicação do Mo é relatado por alguns autores como Ferreira et al. (2003), Pires et al. (2004) e Leite et al. (2007).

Para os demais componentes de produção, mas-

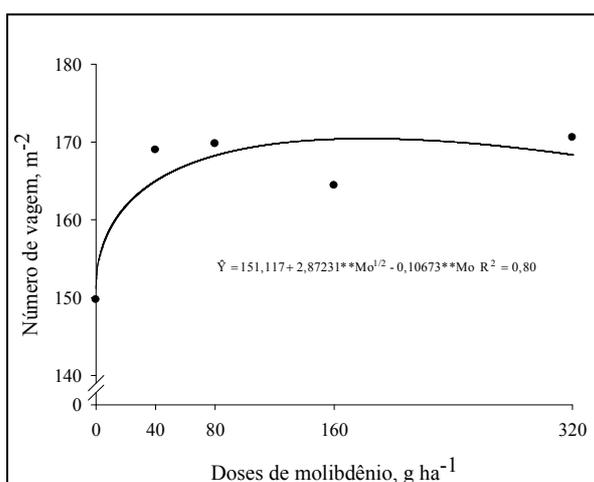
sa de 100 grãos e no número de grãos por vagem, não foi observado efeito de doses de Mo, embora haja relatos na literatura da influência positiva da adubação molíbdica sobre a massa de 100 grãos e o número de grãos por vagem. Pessoa et al. (2001) observou que os componentes de produção, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos apresentaram resposta quadrática à adubação com molibdênio, atingindo o máximo na dose estimada em 80 g ha<sup>-1</sup> de Mo, e o componente de produção que teve maior influência na produtividade foi o número de vagens por planta. Pires et al. (2004), aplicando 80 g ha<sup>-1</sup> de Mo, observaram um incremento de 9,15% na massa de 100 grãos.

O aumento no número de vagens, conseqüentemente, levou a um aumento na produtividade de grãos da cultura, que também foi influenciada pelas doses de Mo, sendo a produtividade máxima de 2.106 kg ha<sup>-1</sup>, obtida na dose estimada de 242 g ha<sup>-1</sup> de Mo, esta promoveu um incremento de 19,8% em relação à testemunha (Figura 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância conjunta dos dados de número de vagens por m<sup>2</sup> (NV), número de grãos por vagem (NG), massa de 100 grãos (MA), produtividade (PROD) e estande final (EST) de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), nos experimentos do inverno de 2006 e da seca de 2007, Coimbra, MG.

F.V.	G.L.	Quadrado médio								
		NV	NG	MA	PROD	EST	Mo	N total	N orgânico	SPAD
Rep/Época	6	120,1	0,10	1,03	68022,9	2383,8	0,12	1,25	4,95	5,51
Época	1	57566,5*	4,76**	4,61*	52511647**	243,9 <sup>ns</sup>	17,7**	53,90*	0,26 <sup>ns</sup>	219,8**
Sis.	1	1097,7 <sup>ns</sup>	1,21**	0,40 <sup>ns</sup>	606114,6*	192,2**	0,05 <sup>ns</sup>	116,40**	396,52**	28,63**
Época x Sist.	1	991,7 <sup>ns</sup>	0,53*	3,08*	47154,2 <sup>ns</sup>	1462,1*	3,60**	641,50**	34,09**	30,66**
Erro (A)	6	651,9	0,09	0,76	103732,5	154,7	0,03	3,92	3,52	1,35
Dose	4	1212,6**	0,08 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>	317537,4**	220,5 <sup>ns</sup>	18,3**	148,00**	80,04**	81,50**
Época x Dose	4	63,7 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	17265,5 <sup>ns</sup>	42,1 <sup>ns</sup>	1,70**	44,50**	18,30**	3,79 <sup>ns</sup>
Sist. x Dose	4	167,9 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	27023,8 <sup>ns</sup>	72,3 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	18,10*	11,27*	1,87 <sup>ns</sup>
Ép. x Sist. x Dose	4	74,4 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	14851,1 <sup>ns</sup>	296,7 <sup>ns</sup>	0,60**	16,90*	10,62 <sup>ns</sup>	4,87*
Resíduo	48	116,7	0,05	0,71	36443,94	126,85	0,09	5,99	4,43	1,67
CV (%) da parcela	-	15,6	5,6	3,9	16,0	8,8	17,0	5,7	7,1	2,7
CV (%) da subparcela	-	6,6	4,3	3,8	9,5	7,9	26,9	7,0	7,9	3,1

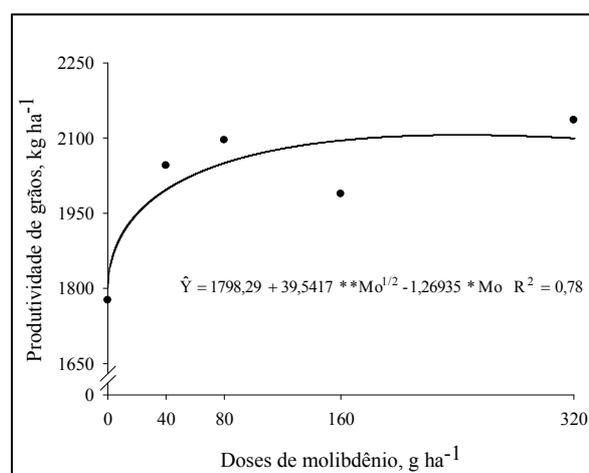
\* F significativo a 5%; \*\* F significativo a 1%; <sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade.



**Figura 1.** Número de vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) por m<sup>2</sup>, em função das doses de Mo.

Os incrementos obtidos nos componentes de produção em resposta à aplicação do Mo estão relacionados provavelmente ao seu efeito benéfico sobre a fixação do N<sub>2</sub> atmosférico e assimilação do N nítrico na planta, melhorando assim a nutrição nitrogenada da planta.

Quanto ao efeito dos sistemas de plantio sobre os componentes de produção, o número de grão por vagem no plantio direto apresentou média maior em relação ao plantio convencional na época da seca, consequentemente houve aumento significativo da produtividade neste sistema (Tabela 3). Entretanto,



**Figura 2.** Produtividade de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em kg ha<sup>-1</sup>, em função das doses de Mo.

não foi observado diferença na massa de 100 grãos entre os sistemas de cultivo (Tabela 4).

Esta maior produtividade de grão de feijão corrobora com as produtividades obtidas por Urchei et al. (2000) onde o rendimento de grãos foi superior no plantio direto, atribuindo isto ao fato de que neste sistema há uma melhoria da estrutura do solo, maior disponibilidade de água e nutrientes e menor infestação de plantas daninhas. Já Silva et al. (2004), não observaram diferença na produtividade de grãos do feijoeiro, entre os sistemas de plantio direto, preparo convencional e cultivo mínimo.

**Tabelas 3.** Médias da produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no plantio direto e no convencional, Coimbra - MG.

Sistemas de plantio	Produtividade, $\text{kg ha}^{-1}$
Convencional	1921,17 B
Direto	2095,26 A

Médias seguidas por diferentes letras diferem estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Médias do número de grãos por vagem (NG), massa de 100 grãos (MA) e estande final (EST) de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), nas épocas de plantio do inverno de 2006 e da seca de 2007, nos sistemas de plantio convencional (PC) e direto (PD), Coimbra - MG.

Épocas	NG		MA		EST	
	PC	PD	PC	PD	PC	PD
Inverno	5,62 A a	5,71 A a	23,07 A a	22,54 A a	150,15 A a	138,50 A b
Seca	4,97 B b	5,38 B a	22,20 B a	22,45 A a	140,60 A a	135,15 A a

Médias seguidas de uma mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.** Média do número de vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) por  $\text{m}^2$  (NV) e produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$  (PROD) nas épocas de plantio do inverno de 2006 e da seca de 2007, Coimbra - MG.

Épocas	NV	PRO
Inverno	191,50 A	2264,43 A
Seca	137,85 B	1752,00 B

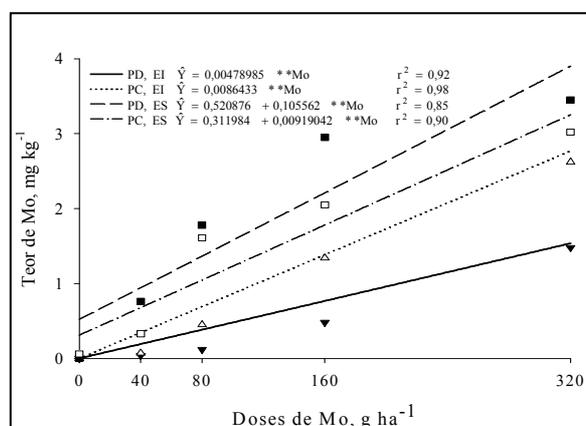
Médias seguidas por diferentes letras diferem estatisticamente pelo teste F a 1% de probabilidade.

No sistema de plantio convencional o estande final, na época de inverno foi maior que o plantio direto (Tabela 4). Este menor estande no plantio direto pode ser explicado pela presença da palhada neste sistema, que pode ter prejudicado o estabelecimento da cultura. Jakelaitis et al. (2005), avaliaram o desempenho do feijão cultivado sobre diferentes níveis e tipos de palha, e verificaram que a presença da palha de *Brachiaria brizantha* reduziu a população final da cultura, e que a redução no estande refletiu em menor produção do feijão. Stone e Moreira (2000) não observaram diferença entre o plantio direto e preparo convencional, no estande final do feijoeiro.

Na época de plantio de inverno apresentou maior número de vagem por  $\text{m}^2$  e produtividade de grão quanto comparado a época de plantio da seca, em ambos os sistemas de cultivo (Tabela 5). Esta maior produtividade no inverno pode ser explicada pelo fato de que nesta época apresentou temperaturas mais amenas, principalmente no início do desenvolvimento da cultura, havendo com isso um prolongamento do ciclo da cultura. A colheita na época da seca foi realizada aos 83 dias após o plantio, já no inverno, esta foi feita aos 95 dias após o plantio. Também no cultivo da seca, embora não tenha sido

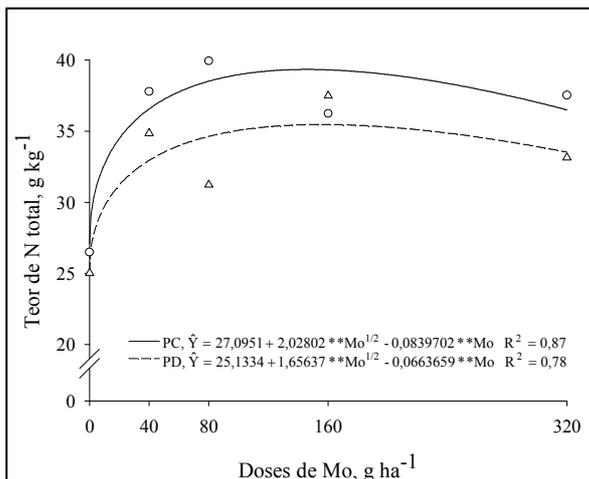
objetivo deste trabalho, observou que a severidade da mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) foi maior, contribuindo assim para esta menor produtividade nesta época de plano.

A adubação com Mo promoveu aumento linear nos teores foliares deste nutriente dentro do intervalo estudado (Figura 3).

**Figura 3.** Teor de Mo nas folhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em função de doses de Mo, nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC), nas épocas do inverno (EI) de 2006 e da seca (ES) de 2007, Coimbra - MG.

Na época de plantio de inverno as doses de Mo não influenciaram os teores de N total, sendo os valores médios observados de 31,57 e 39,65 g kg<sup>-1</sup>, para os sistemas de plantio convencional e direto, respectivamente. Já no experimento da seca, as doses de Mo promoveram o aumento dos teores foliares de N total, sendo os teores foliares máximos de N (39,34 e 35,46 g kg<sup>-1</sup>) foram obtidos nas doses estimadas 146 e 156 g ha<sup>-1</sup> de Mo, no plantio convencional e direto, respectivamente (Figura 4).

É interessante observar que, independentemente do sistema de cultivo, os teores foliares de N total na ausência da aplicação de Mo estavam em 25 e 27 g kg<sup>-1</sup> nos sistemas de plantio direto e convencional, respectivamente. Para época de plantio da seca, estes valores estão abaixo da faixa de suficiência para o bom desenvolvimento da cultura do feijão que é 30 a 35 g kg<sup>-1</sup> de N (MARTINEZ et al., 1999). Mesmo a menor dose estudada, 40 g ha<sup>-1</sup> de Mo, foi capaz de elevar os teores de N total para faixa de suficiência da cultura.

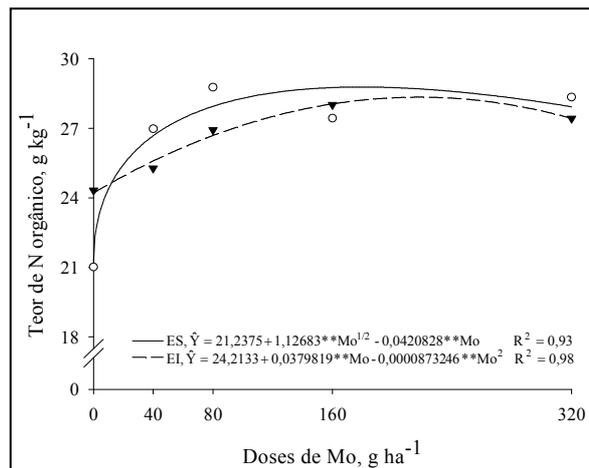


**Figura 4.** Teor de N total nas folhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em função de doses de Mo, nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC), na época de plantio da seca de 2007, Coimbra - MG.

Alguns autores afirmam que a adubação molibídica pode substituir a adubação em cobertura de N, como comprova o trabalho realizado por Vieira et al. (1992) que, aplicando 20 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio e 20 g ha<sup>-1</sup> de Mo aos 25 DAE, concluíram não haver necessidade de aplicar N em cobertura.

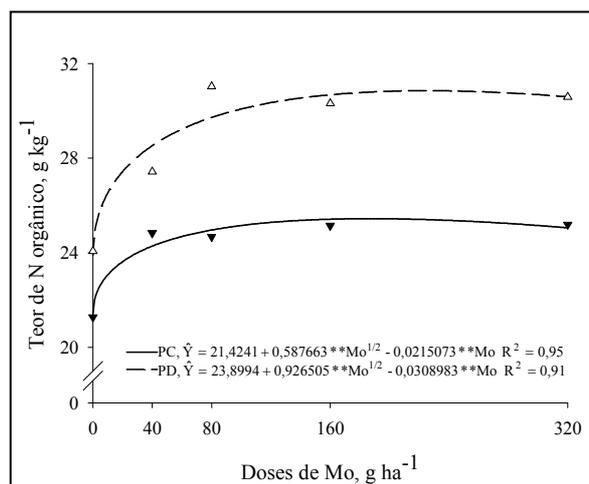
Os teores foliares de N orgânico foram influenciados positivamente com as doses de Mo, tanto para épocas quanto para sistemas de plantio. Para as épocas de plantio, os teores máximos de N orgânico (28,36 e 28,78 g kg<sup>-1</sup>) foram obtidos nas doses estimadas de 217 e 179 g ha<sup>-1</sup> de Mo, nas épocas de plantio do inverno e seca, respectivamente (Figura 5).

Entre os sistemas de manejo do solo, observou-se que o plantio direto apresentou teores de N orgânico, superiores ao convencional, sendo que os teores foliares máximos de N orgânico (25,44 e 30,84 g kg<sup>-1</sup>)



**Figura 5.** Teor de N orgânico nas folhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em função de doses de Mo, nos plantios do inverno (EI) de 2006 e da seca (ES) de 2007, Coimbra - MG.

1) foram obtidos nas doses estimadas de 186 e 225 g ha<sup>-1</sup> de Mo, no plantio convencional e direto, respectivamente (Figura 6).



**Figura 6.** Teor de N orgânico nas folhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em função de doses de Mo, nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC), Coimbra - MG.

O aumento dos teores foliares de N, tanto na forma orgânica quanto total, pode ser explicado pelo fato de o Mo estar diretamente relacionado com o metabolismo deste elemento, através das enzimas nitrogenase e nitrato redutase. Com o suprimento adequado de Mo, há melhoria da atividade destas enzimas, possibilitando assim o maior aproveitamento do N (ZIMMER; MENDEL, 1999; KUBOTA et al., 2008), contribuindo para o aumento da produtividade da cultura.

O índice SPAD apresentou variação na leitura entre as duas épocas de plantio. Observou-se também que no sistema de plantio direto as leituras foram superiores nas duas safras (Figura 7). As leituras foram realizadas aos 48 e 44 dias após a emergência (DAE), na época de plantio do inverno e seca, res-

pectivamente. Resultados na literatura corroboram esse efeito positivo da adubação molíbdica sobre o índice SPAD. Ferreira et al. (2002), em trabalho com a cultivar Meia Noite, observaram que a adubação molíbdica promoveu incremento de 37% no índice SPAD. Este autor observou também que o índice SPAD, apresenta uma variação das leituras de um ano para outro, utilizando o mesmo cultivar. Pires et al. (2004) relatam que tratamentos que receberam adubação molíbdica apresentaram índice SPAD cerca de 29% superior aos tratamentos que não receberam o micronutriente.

No sistema de plantio direto os teores de N (total e orgânico) foram superiores ao plantio convencional, com exceção do N total na época da seca (Tabela 7). Por ser uma área mais nova de implantação do sistema de plantio direto o segundo experimento (época da seca) apresenta um menor teor de matéria orgânica no solo (Tabela 1) em relação ao cultivo do inverno, este fato pode ter contribuído para o menor teor de N total no plantio direto na época da seca.

**Tabela 7.** Médias dos teores foliares de Mo ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), N total e N orgânico ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e do índice SPAD no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), nas épocas de inverno de 2006 e da seca de 2007, nos sistemas de plantio convencional (PC) e direto (PD), Coimbra - MG.

Sistemas Época	Mo		N total		N orgânico		SPAD	
	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD
Inverno	0,89 B a	0,42 B b	31,57 B b	39,65 A a	23,51 A b	29,27 A a	40,86 B a	40,81 B a
Seca	1,41 A b	1,78 A a	35,60 A a	32,34 B b	24,83 A b	28,08 A a	42,93 A b	45,37 A a

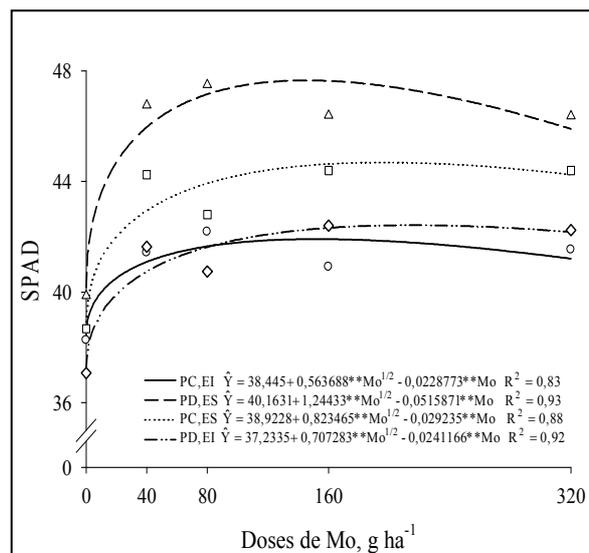
Médias seguidas de uma mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estes resultados corroboram com os de Vieira (2006) que, estudando a marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro em sistemas de plantio direto e convencional, observou que os teores foliares de N no plantio direto foram superiores ao convencional.

No sistema de plantio direto, apesar de haver, inicialmente, uma imobilização do N pela palhada, com o passar dos anos de implantação deste sistema os teores de matéria orgânica no solo tendem a aumentar. No plantio direto já consolidado, com mais de dez anos de implantação do sistema, a taxa de mineralização do N é maior que sua imobilização pela palhada, havendo elevada ciclagem dos nutrientes (ANGHINONI, 2007).

## CONCLUSÕES

O número de vagem por  $\text{m}^2$  e a produtividade dos grãos aumentam em resposta a aplicação foliar de molibdênio;



**Figura 7.** Índice SPAD no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em função de doses de Mo, nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC), nas épocas de inverno (EI) de 2006 e na seca (ES) de 2007, Coimbra - MG.

A produtividade de grãos no sistema de plantio direto é maior que no plantio convencional;

Os teores de Mo foliares aumentam em resposta à aplicação deste nutriente;

Os teores de foliares de N (total e orgânico) do feijoeiro aumentam em resposta à aplicação de Mo, em ambos os sistemas de plantio.

## REFERÊNCIAS

ANAUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA – AGRICULTURAL. **Feijão**. São Paulo: FNP, 2010. p. 318-323.

ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo no sistema de plantio direto. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v. 1, p. 873-928.

ASCOLI, A. A. et al. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de

- feijoeiro irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 377-384, 2008.
- BREMNER, J. M., MULVANEY, C. A. Total nitrogen. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KENNEY, D. R. **Methods of soil analysis**, 2. ed. 1982. p. 595-624.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: 1997. 212 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 Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 65-72, 2003.
- FERREIRA, A. C. B. et al. Influência do molibdênio contido na semente e da sua aplicação foliar sobre a composição mineral de folhas e sementes do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 49, n. 284, p. 443-452, 2002.
- FONTES, R. L. F. et al. Determination of molybdenum in soil test extracts with potassium iodide plus hydrogen peroxide reaction. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 31, n. 15/16, p. 2671-2683, 2000.
- JACKSON, M. L. Nitrogen determinations for soil and plants tissue. In: JACKSON, M. L. (Ed.) **Soil chemical analyses**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1958. p. 183-204.
- JAKELAITIS, A. et al. Produtividade e plantas daninhas na cultura do feijão em sucessão ao milho consorciado com *Brachiaria brizantha*. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, n. 301, p. 602-612, 2005.
- KUBOTA, F. Y. et al. Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 1635-1641, 2008.
- LEITE, U. T. et al. Rendimento de grãos e componentes de rendimento do feijoeiro em função da aplicação foliar de doses crescentes de molibdênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1 p. 113-120, 2007.
- MACHADO, P. L. O. A.; SILVA, C. A. Soil management under no-tillage systems in the tropics with special reference to Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 61, n. 1-2, p. 119-130, 2001.
- MARTINEZ, H. E. P. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 143-168.
- PERREIRA, R. G. et al. Atributos químicos do solo influenciados por sistemas de manejo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 78-84, 2009.
- PESSOA, A. C. S. et al. Atividades de nitrogenase e redutase de nitrato e redutase de nitrato e produtividade do feijoeiro "Ouro Negro" em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 25, n.1, p. 217-224, 2001.
- PIRES, A. A. et al. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e Índice SPAD do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função de época de aplicação e do parcelamento da aplicação foliar de molibdênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1092-1098, 2004.
- SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas**, Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes – UFV, 2007.
- SILVA, A. A. et al. Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, n. 4, p. 496-506, 2009.
- SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. Influência de sistemas agrícolas em características químico-físicas do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 505-515, 2002.
- SILVA, M. G. et al. Nitrogen fertilization and soil management of winter common bean crop. **Scientia Agricola**, Piracicaba, 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**, Lavras. v. 27, n. 1, p. 126-133, 2003.
- SILVA, T. R. B. et al. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro de inverno. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 9, n. 1, p. 1-17, 2000.
- STONE, L. F., MOREIRA, J. A. A. Efeitos de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 835-841, 2000.

---

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer, 2006. 705 p.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.

VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A. O.; ARAÚJO, G. A. A. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura do feijão. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 67, n. 2, p. 117-124, 1992.

VIEIRA, N. M. B. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro cvs, BRS-MG Talismã e Ouro Negro, em plantio direto e convencional**. 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

ZIMMER, W.; MENDEL, R. Molybdenum metabolism in plants. **Plant Biology**, v. 1, n. 2, p. 160-168, 1999.