

**GESSIMAR NUNES CAMELO**

**APLICAÇÃO DO MOLIBDÊNIO EM MISTURA AO GLYPHOSATE NA  
BRAQUIÁRIA EM FEIJOEIRO NO PLANTIO DIRETO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2015

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da  
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

C181a  
2015 Camelô, Gessimar Nunes, 1972-  
Aplicação do molibdênio em mistura ao Glyphosate na braquiária em feijoeiro no plantio direto / Gessimar Nunes Camelo. - Viçosa, MG, 2015.

xi, 82f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Geraldo Antônio de Andrade Araújo.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Feijão - Cultivo. 2. Molibdênio. 3. *Phaseolus vulgaris*. 4. *Braquiária brizantha*. 5. Plantas - efeito do herbicida. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 635.652

**GESSIMAR NUNES CAMELO**

**APLICAÇÃO DO MOLIBDÊNIO EM MISTURA AO GLYPHOSATE NA  
BRAQUIÁRIA EM FEIJOEIRO NO PLANTIO DIRETO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

APROVADA: 23 de fevereiro de 2015.



Rogério Faria Vieira



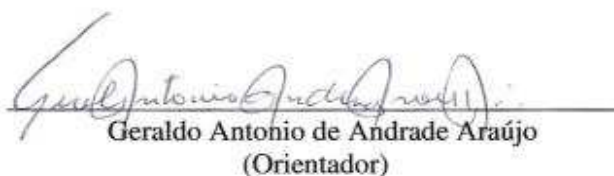
Jorge Jacob Neto



Renildes Lúcio Ferreira Fontes  
(Coorientador)



Paulo Roberto Cecon  
(Coorientador)



Geraldo Antonio de Andrade Araújo  
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais, Pedro e Conceição.

Aos meus irmãos e irmãs.

À minha esposa, Elizabeth.

À minha filha, Gabriela.

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me dar forças para superar os obstáculos.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em particular ao Departamento de Fitotecnia (DFT), pela oportunidade de realizar o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Geraldo Antônio de Andrade Araújo, pela orientação, confiança e respeito em mim depositados e pela atenção e orientação na realização deste trabalho.

Aos professores Renildes Lúcio Ferreira Fontes e Paulo Roberto Cecon, pelos conselhos e pelas sugestões, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Pesquisador Dr. Rogério Faria Vieira e ao professor Jorge Jacob Neto, pela participação na banca examinadora e pelas sugestões para a melhoria deste estudo.

Aos meus pais, Pedro Camelo e Conceição, pelo afeto e encorajamento.

À minha esposa, Elizabeth, e à minha filha, Gabriela, pelo amor sincero e pelo apoio na alegria e na tristeza.

Aos meus Irmãos: Carlos, José Adirson (in memóriam), José Airton, Gilmar, Edmar, Maria de Lurdes, Simone, Cesar, “Carlos Cesar e Jéssica” e à minha sobrinha Débora, pelo apoio e estímulo nessa jornada.

À professora dos anos iniciais Lúcia Barreto pelo carinho e admiração.

Aos meus tios Antônio Agripino e Maria Francisca pelo apoio e carinho.

Aos meus amigos Clóvis, Martinha Jorge e ao colega Edvânio pelo incentivo para que eu iniciasse a graduação.

Aos professores, da graduação em agronomia, Alexandre Sylvio, Elma Ataíde, José Barbosa, Paulo Roberto Costa, Lusinério e Marcelo Barreto que incentivaram e deram todo apoio para que eu pudesse almejar a Pós-graduação.

Aos bolsistas Jamir, Vinícius Carneiro e Michel Souza, pela colaboração.

Aos meus amigos e colegas Amilton Ferreira, André Ricardo, Alejandro Hipólito, Alejandro Furtado, Antônio Resende, Delineide, Francisco Charles, Fred Denilson, João Paulo Lemos, José Maria Neves, José Soares de Lacerda, Juan Camilo, Júnia Clemente, Leonardo Correia, Luís Panozzo, Manoel Delintro, Patrícia Monte Alegre, Paula Sano, Rafael Carlos, Raimundo Luiz, Renata Rolin, Róbson Pelúcio, Teresa Correia, Valéria Cavalcante, Wellington Souto e Wesly Jeune, pela colaboração, pela amizade, pelo convívio e pela troca de experiências.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Coimbra (Carlos, Sebastião, Pereira, Nilson, Fonseca, João, Jorge (Potoca)), do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas (Domingos e Itamar) do Departamento de Fitotecnia-UFV. Aos funcionários dos Laboratórios de Fertilidade do solo (Carlos Fonseca), Física do solo (Cláudio), Matéria Orgânica do Solo (Braz), Espectrometria Molecular e Atômica (Mário e Edmaldo) do Departamento de Solos- UFV, pela ajuda, presteza e ensinamentos.

À secretária da Pós-Graduação em Fitotecnia, Tatiane Gouveia pela presteza.

Àqueles que, embora não tenham sido citados, contribuíram para a realização desta tese, se não com ações, com exemplos e incentivo.

## **BIOGRAFIA**

GESSIMAR NUNES CAMELO, filho de Pedro Júlio Camelo e de Maria da Conceição Camelo, nasceu em 15 de outubro de 1972, em Coroaci, Minas Gerais, Brasil.

Cursou o ensino fundamental em Conceição de Tronqueiras, distrito de Coroaci, e o ensino médio no Centro Inter Escolar em Governador Valadares, Minas Gerais, onde obteve o diploma de Técnico em contabilidade, em 1992.

Em julho de 2008, graduou-se em Agronomia pela Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE), em Governador Valadares, Minas Gerais.

Em março de 2009, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, submetendo-se à defesa da dissertação em 16 de fevereiro de 2011.

Em março do mesmo ano, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de doutorado, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da tese em 23 de fevereiro de 2015.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>4</b>
<b>COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PALHA DA BRAQUIÁRIA DESSECADA COM MOLIBDÊNIO JUNTO AO GLYPHOSATE E MOLIBDÊNIO APLICADO VIA FOLIAR EM FEIJÃO .....</b>	<b>7</b>
RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	8
INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
CONCLUSÕES.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
<b>NUTRIENTES EM FOLHAS E GRÃOS DE FEJJOEIRO CULTIVADO SOBRE PALHA DE BRAQUIÁRIA DESSECADA COM GLYPHOSATE E MOLIBDÊNIO.....</b>	<b>23</b>
RESUMO .....	23
ABSTRACT .....	24
INTRODUÇÃO.....	25
MATERIAL E MÉTODOS.....	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
Teores de nutrientes nas folhas do feijoeiro .....	30
Teores de nutrientes nos grãos do feijoeiro .....	35
CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39

**EFEITO DO MOLIBDÊNIO APLICADO JUNTO AO GLYPHOSATE NA DESSECAÇÃO DE BRAQUIÁRIA SOBRE O FEJJOEIRO CULTIVADO EM SUCESSÃO..... 42**

RESUMO .....	42
ABSTRACT .....	43
INTRODUÇÃO.....	44
MATERIAL E MÉTODOS.....	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
CONCLUSÕES .....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53

**MOLIBDÊNIO E GLYPHOSATE NA DESSECAÇÃO DA BRAQUIÁRIA EM SEMEADURA DIRETA E VIA FOLIAR EM PLANTIO CONVENCIONAL DO FEIJÃO ..... 56**

RESUMO .....	56
ABSTRACT .....	57
INTRODUÇÃO.....	58
MATERIAL E MÉTODOS.....	59
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	64
CONCLUSÕES .....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
APÊNDICE .....	77

## RESUMO

CAMELO, Gessimar Nunes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2015. **Aplicação do molibdênio em mistura ao glyphosate na braquiária em feijoeiro no plantio direto.** Orientador: Geraldo Antonio de Andrade Araújo. Coorientadores: Renildes Lúcio Ferreira Fontes e Paulo Roberto Cecon.

Foi avaliado o efeito da aplicação do Mo junto ao glyphosate na dessecação de plantas braquiária (Mo+Gly.) e por via foliar do feijoeiro (MoF) em sistema de semeadura direta (SSD) ou por via foliar do feijoeiro (MoF) em sistema de plantio convencional (SPC), na produção de matéria seca e composição química da palha da braquiária, e na produtividade de grãos, e composição química em folhas e grãos do feijoeiro em SSD, após sucessivas aplicações. Os experimentos foram realizados no município de Coimbra, MG, em 2008, 2009, 2010 e 2011, utilizando-se a cv. Ouro Vermelho. Para a avaliação da produtividade de grãos, produção de braquiária e a composição química da palha da braquiária e das folhas e grãos do feijoeiro em SSD, instalaram-se experimentos em esquema de parcelas subdivididas, no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, em quatro anos. Nas parcelas, foram aplicadas doses de Mo (0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) junto ao herbicida glyphosate; nas subparcelas, duas doses de Mo (0 e 100 g ha<sup>-1</sup>) por via foliar; nas subsubparcelas, os anos. Para a comparação do efeito do Mo+Gly. e MoF, em SSD, com o efeito do MoF em SPC, adicionaram-se a esses mesmos tratamentos, parcelas testemunhas em SPC e na análise estatística considerou-os como experimento em DBC, com quatro repetições e repetido em três anos. Neste caso, os tratamentos consistiram das combinações de doses de Mo (0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas junto ao glyphosate na dessecação da braquiária (Mo+Gly.) e doses de Mo (0 ou 100 g ha<sup>-1</sup>) aplicadas via foliar do feijoeiro (MoF), em SSD, mais dois tratamentos testemunhas, sem ou com aplicação de MoF (100 g ha<sup>-1</sup>) (testemunha 1 - S/MoF; testemunha 2 - C/MoF), em SPC, totalizando doze tratamentos. A aplicação de Mo+Gly., com ou sem a aplicação do MoF, causa aumento linear no teor de Mo

na palha da braquiária (TMoP) e pode beneficiar o cultivo de leguminosas em sucessão. A aplicação de Mo+Gly., com ou sem a aplicação do MoF, não altera a produção de braquiária e os teores de C, N, K, Ca, Mg, P, S, Cu, Fe, Mn e Zn na palha. A reaplicação de doses Mo+Gly., superiores a 0,2 kg ha<sup>-1</sup> eleva os TMoP. O uso dessa prática em áreas cultivadas com o sistema de integração lavoura pecuária requer o monitoramento dos teores de Mo na palha. A aplicação de Mo+Gly., com ou sem aplicação do MoF, é eficiente para se obter maior teor de Mo no feijoeiro, porém não altera os teores de P, S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn. A aplicação de Mo+Gly., sem aplicação do MoF, melhora o efeito do N na nutrição do feijoeiro. A reaplicação de Mo, na mesma área, em cultivos subsequentes, resulta em acúmulo de Mo nos grãos do feijoeiro. A aplicação de Mo+Gly. pode beneficiar a produtividade de grãos do feijoeiro. A aplicação de MoF em SPC é mais eficiente para se obter maior produtividade de grãos e melhor nutrição nitrogenada do que a aplicação de Mo+Gly. em SSD. A aplicação de Mo+Gly. em SSD é mais eficiente para se obter maior teor de Mo no feijoeiro, em comparação com a aplicação de MoF em sistema de plantio convencional. A aplicação de Mo+Gly. em SSD proporcionou maiores teores de P em folhas e grãos do feijoeiro quando comparado à aplicação de MoF em SPC. A aplicação de Mo+Gly. em SSD não altera a composição química de S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn em folhas e grãos do feijoeiro, quando se compara com a aplicação do MoF no feijoeiro em SPC.

## ABSTRACT

CAMELO, Gessimar Nunes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2015. **Application of Molybdenum mixed with glyphosate in Brachiaria in no-tillage common bean** Advisor: Geraldo Antonio de Andrade Araújo. Co-advisors: Renildes Lúcio Ferreira Fontes and Paulo Roberto Cecon.

This work investigated the effect of the application of Mo mixed with glyphosate for the desiccation of Brachiaria plants (Mo+Gly.) and via bean leaf spray (MoF) under no tillage management (SSD) or via bean leaf spray (MoF) under a conventional tillage system (SPC), on dry matter production and chemical composition of Brachiaria straw, and on grain yield and chemical composition of bean leaves and grains in SSD, after successive applications. The experiments were carried out in the city of Coimbra, MG, in 2008, 2009, 2010 and 2011, using the cv. Ouro Vermelho. In order to evaluate grain yield, Brachiaria production and the chemical composition of Brachiaria straw and common bean leaves and grains in SSD, the experiments were arranged in split-split-plot scheme in a randomized block design with four replicates, in four years. In the plots, Mo doses were applied (0; 0,1; 0,2; 0,4 and 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) mixed with the herbicide glyphosate; in the subplots, two doses of Mo (0 and 100 g ha<sup>-1</sup>) were applied via leaf spray; in the subsubplots, the years. For the purpose of comparing the effect of Mo+Gly. and MoF in SSD and the effect of MoF in SPC, control plots in SPC were added to these treatments. The statistical analysis considered them as an experiment in DBC, with four replicates, repeated in three years. In this case, the treatments consisted of combinations of Mo doses (0; 0,1; 0,2; 0,4 and 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) applied mixed with glyphosate for the desiccation of Brachiaria (Mo+Gly.) and Mo doses (0 or 100 g ha<sup>-1</sup>) applied via leaf spray (MoF) in SSD, with two more control treatments, with or without MoF application (100 g ha<sup>-1</sup>) (control 1 - S/MoF; Control 2 - C/MoF) in SPC, totaling twelve treatments. The application of

Mo+Gly., with or without the application of MoF, leads to linear increase in Mo levels in Brachiaria straw (TMoP) and may improve legume successive cultivation. The application of Mo+Gly., with or without the application of MoF does not affect Brachiaria production and the levels of C, N, K, Ca, Mg, P, S, Cu, Fe, Mn and Zn in the straw. The reapplication of doses of Mo+Gly., higher than 0.2 kg ha<sup>-1</sup> increases TMoP. This procedure in areas cultivated under integrated crop-livestock system demands the monitoring of Mo content in straw. The application of Mo+Gly., with or without the application of MoF, is effective for obtaining higher levels of Mo in common bean plants, but does not affect the contents of P, S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn. The application of Mo+Gly., without the application of MoF, improves the effect of N on bean nutrition. The reapplication of Mo in the same area in successive crops results in Mo accumulation in common bean grains. The application of Mo+Gly. can benefit common bean grain yield. The application of MoF in SPC is more efficient in obtaining higher grain yield and better nitrogen nutrition than the application of Mo+Gly. in SSD. The application of Mo+Gly. in SSD is more efficient in obtaining higher Mo content in common bean plants, compared with the application of MoF under tillage system. The application of Mo+Gly. in SSD provided higher levels of P in common bean leaves and grains when compared to the application of MoF in SPC. The application of Mo+Gly. in SSD does not affect the chemical composition of S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn in common bean leaves and grains, when compared to the application of MoF in common bean plants in SPC.

## INTRODUÇÃO GERAL

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a mais importante fonte de proteína para as populações mais pobres da América Central e do Sul, com o Brasil sendo o maior produtor e consumidor mundial (RICHETTI et al., 2011).

Na safra de 2013/2014, o Brasil plantou 3,3 milhões de hectares de feijão e colheu 3,4 milhões de toneladas, o que representa uma produtividade média em torno de 1.030 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2014). Considerando que atualmente, já se constata comercialmente, patamares de produtividade entre 3500 a 4000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, e o potencial da cultura é ainda maior (FARINELLI & LEMOS, 2010), este valor é relativamente baixo.

O baixo rendimento médio brasileiro reflete a condição econômica da maioria dos produtores que não dispõem de recursos suficientes para investir em insumos e avanços tecnológicos e que, frequentemente, cultivam o feijoeiro em consórcio com outras culturas (KRUSDRA, 2003).

O nitrogênio (N) é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro, sendo requerido em quantidades superiores a 100 kg ha<sup>-1</sup>, para garantir altas produtividades (FERNANDES et al., 2005). A aplicação de Mo por via foliar é citada como eficiente para reduzir a quantidade de fertilizante nitrogenado a ser aplicado na cultura do feijão, uma vez que o Mo é essencial na utilização do N na

planta, por agir junto a enzimas ligadas ao metabolismo desse nutriente (ARAÚJO et al., 2008).

No metabolismo da planta, sua participação está ligada às trocas de valência e transferência de elétrons é restrita a algumas enzimas, como a redutase do nitrato, responsável pela redução do  $\text{NO}_3^-$  para ser assimilado pela planta e nitrogenase que está relacionada à fixação biológica de nitrogênio (FBN) por *Rhizobium*; aldeído oxidase, que catalisa o último passo na biossíntese dos fitohormônios ácido abscísico e ácido Indolacético; xantina desidrogenase, essencial para a degradação de purinas, biossíntese de ureídeos e envolvimento no transporte do  $\text{N}_2$  fixado por bactérias diazotróficas em leguminosas; e sulfito oxidase, importante para o metabolismo do enxofre (S) por desintoxicar o excesso de sulfito produzido durante a assimilação do S (MENDEL & KRUSE, 2012).

O sucesso do SSD depende da quantidade e qualidade cobertura morta e de sua permanência de em superfície, condições estas atendidas pelas plantas das espécies do gênero *Brachiaria* (SILVA et al., 2006). A braquiária possui excelente adaptação a solos de baixa fertilidade é de fácil estabelecimento e possibilita considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo, além de ser difundida e aceita pelos produtores rurais, o que facilita a sua eventual adoção em SSD (TIMOSSI et al., 2007). Além disso, as plantas das espécies do gênero *Brachiaria* destacam-se pelo crescimento radicular ativo e contínuo, pela alta capacidade de produção de biomassa, pela reciclagem de nutrientes e pela preservação do solo no que diz respeito à matéria orgânica, nutrientes, agregação, estrutura, permeabilidade, infiltração, entre outros (SALTON, 2001).

Apesar de as respostas ao Mo serem bastante variáveis em condições de campo, constata-se, na literatura, elevação na produtividade de grãos de feijão com o fornecimento de Mo, seja em aplicação no solo (BRAGA, 1972), por meio de sementes (VIEIRA et al., 1992; BERGER et al., 1995), ou em aplicação via foliar (BERGER et al., 1996; PESSOA et al., 2001; ASCOLI et al., 2008). Na Zona da Mata mineira é comum o aumento na produtividade do feijoeiro de até 200%, em resposta à aplicação de Mo (VIEIRA et al., 1992; AMANE et al., 1999; PESSOA et al., 2000).

A aplicação de Mo em mistura de caldas de defensivos agrícolas ainda é pouco estudada no Brasil. Entre os trabalhos encontrados na literatura citam-se os de Araújo

et al. (2008) e Silva et al. (2003) que aplicaram Mo junto a calda de inseticidas, fungicidas e/ou herbicidas, em pós-emergência do feijoeiro e os de Damato Neto (2010) e Camelo et al. (2014) que aplicaram o Mo junto ao glyphosate em operação de dessecação da palha de braquiária ou de milho, respectivamente, para o cultivo do feijão em sucessão.

Com o aumento das áreas com cultivo de feijoeiro em SSD, o que acarreta em maior necessidade da utilização de herbicidas na dessecação da palha em pré-  
semeadura, e a busca por sistemas produtivos mais eficientes quanto à utilização de implementos e insumos, vislumbraram-se estudos de novas formas de aplicação do Mo, para corrigir sua deficiência e, ao mesmo tempo, amortizar custos de produção.

Assim, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de sucessivas aplicações de Mo junto ao glyphosate na dessecação de plantas braquiária e por via foliar do feijoeiro em SSD, na produção e composição química da palha da braquiária; na produtividade e na composição nutricional das folhas e dos grãos do feijoeiro.

## LITERATURA CITADA

AMANE, M. I. V.; VIEIRA, C.; NOVAIS, R. F.; ARAÚJO, G. A. A.. Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão na Zona da Mata de Minas Gerais. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 23, n. 4, p. 643-650, 1999.

ARAÚJO, G. A. A.; SILVA, A.; THOMAS, A.; ROCHA, P. R. R. Misturas de herbicidas com adubo molíbdico na cultura do feijão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 237-247, 2008.

ASCOLI, A. A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 377-384, 2008.

BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. A.; CASSINI, S. T. A. Peletização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com carbonato de cálcio, rizóbio e molibdênio. **Rev. Ceres**, v. 42, p. 562-574, 1995.

BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. A. Efeitos de doses e épocas de aplicação do Molibdênio sobre a cultura do feijão. **Pesq. Agropec. Brás.**, v. 31, p. 473-480, 1996.

BISCARO, G. A.; GOULART JUNIOR, S. A. R.; SORATTO, R. P.; FREITAS Jr, N. A.; MOTOMIYA, V. A.; CALADO FILHO, G. C. Molibdênio via semente e nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em solo de cerrado. **Ciência e Agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1280-1287, 2009.

BRAGA, J. M. Resposta do feijoeiro “Rico 23” à aplicação de enxofre, boro e molibdênio. **Rev. Ceres**, v. 19, n. 103, p. 222-226, 1972.

CAMELO, G. N.; ARAÚJO, G. A. A. A.; FONTES, R. L. F.; DIAS, L. A. S.; CARNEIRO, J. E. S. Molybdenum mixed with glyphosate and alone via foliar spray in no-tillage common bean grown on corn stover. **Rev. Ceres**, v. 61, n.1, p. 62-69, 2014.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos - Décimo Segundo Levantamento**, v.1 - Safra 2013/14, n.12, Brasília, p. 1-127, set. 2014. Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. (MAPA), 2014. Disponível em:<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_09\\_10\\_14\\_35\\_09\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_setembro_2014.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2015.

DAMATO NETO, J. **Resposta do feijoeiro ao molibdênio em mistura com glyphosate no plantio direto**. 2010. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2010.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Características agronômicas de genótipos de feijoeiro cultivados nas épocas da seca e das águas. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 361-366, 2010.

FERNANDES, F. A.; ARF, O.; BINOTTI, F. F. S.; ROMANINI JUNIOR, A.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F. Molibdênio foliar e nitrogênio em feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. **Acta Sci., Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 7-15, 2005.

HESBERG, C.; HANSCH, R.; MENDEL, R. R.; BITTNER, F. Tandem orientation of duplicated xanthine dehydrogenase genes from *Arabidopsis thaliana*: differential gene expression and enzyme activities. **J Biol Chem.**, v. 279, p. 13547-13554, 2004.

LANG, C.; POPKO, J.; WIRTZ, M.; HELL, R.; HERSCHBACH, C.; KREUZWIESER, J.; RENNENBERG, H.; MENDEL, R. R.; HANSCH, R. Sulphite oxidase as key enzyme for protecting plants against sulphur dioxide. **Plant Cell Environ.**, v. 30, p. 447-455, 2007.

MENDEL, R. R.; KRUSE, T. Review: Cell biology of molybdenum in plants and humans. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1823, n. 9, p. 1568-1579, 2012.

KOSHIBA, T.; SAITO, E.; ONO, N.; YAMAMOTO, N.; SATO, M. Purification and properties of Flavin and Molybdenum-containing Aldehyde oxidase from coleoptiles of maize. **Plant Physiol.**, v. 110, p. 781-789, 1996.

KUSDRA, J. F. Nodulação do feijoeiro e fixação biológica do nitrogênio em resposta á microbiolização das sementes e á aplicação de micronutrientes. **Scientia Agraria**, v. 04, n. 01-02, p. 81-96, 2003.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro “Ouro Negro” em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 24, p.75-84, 2000.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Atividades de nitrogenase e redutase de nitrato e produtividade do feijoeiro “Ouro Negro” em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 25, p. 217-224, 2001.

RICHETTI, A.; MELO, C. L. P.; SOUSA, J. P. B. **Viabilidade Econômica da Cultura do Feijão Comum, Safra 2012, em Mato Grosso do Sul.** Dezembro, 2011, Dourados, MS. EMBRAPA/Agropecuária/Oeste. (Comunicado técnico). n. 173, 2011, 9 p.

SALTON, J. C. Raiz: a solução do problema. **Plantio Direto no Cerrado**, Brasília-DF, v. 19, p. 6-7, jan./fev. 2001.

SILVA, M. V.; ANDRADE, M. J. B.; RAMALHO, M. A. P.; ALVES, V. G. Aplicação foliar simultânea de molibdênio e alguns defensivos agrícolas na cultura do feijoeiro. **Ciênc. Agrotec.**, v. 27, p. 1160-1164, 2003.

SILVA, A. C.; FREITAS, F. C.; L. R.; FREITAS, R. S. Dessecação pré-colheita de soja e *Brachiaria brizantha* consorciadas com doses reduzidas de graminicida. **Pesq. Agropec. Bras.** v. 41, n.1, p.37-42, 2006.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

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

# COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PALHA DA BRAQUIÁRIA DESSECADA COM MOLIBDÊNIO JUNTO AO GLYPHOSATE E MOLIBDÊNIO APLICADO VIA FOLIAR EM FEIJÃO

## RESUMO

Foi avaliado o efeito da aplicação de molibdênio (Mo) junto ao glyphosate em na dessecação de plantas braquiária (Mo+Gly.), para formação de palha para cultivo de feijão em sistema de semeadura direta na palha, com e sem aplicação de Mo por via foliar do feijoeiro (MoF) sobre os teores de elementos minerais na palha da braquiária, após quatro anos de aplicação dos tratamentos e em três anos consecutivos de avaliação. O experimento foi realizado no município de Coimbra, MG, nos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011, utilizando-se a cultivar Ouro Vermelho. O experimento foi instalado em esquema de parcelas subsubdivididas, no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Nas parcelas, foram aplicadas doses de Mo (0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup>), junto ao herbicida glyphosate; nas subparcelas, duas doses de Mo (0 e 100 g ha<sup>-1</sup>) por via foliar do feijoeiro (MoF) no estágio V4; e nas subsubparcelas, os anos de cultivo. A aplicação de Mo+Gly., com ou sem a aplicação do MoF, causa aumento linear no teor de Mo na palha da braquiária e pode beneficiar o cultivo de leguminosas em sucessão. A aplicação de Mo+Gly., com ou sem a aplicação do MoF, não altera a produção de braquiária e os teores de C, N, K, Ca, Mg, P, S, Cu, Fe, Mn e Zn na palha. A reaplicação de doses Mo+Gly., superiores a 0,2 kg ha<sup>-1</sup> eleva os teores de Mo na palha da braquiária. O uso dessa prática em áreas cultivadas com o sistema de integração lavoura pecuária requer o monitoramento dos teores de Mo na palha.

**Palavras-chave:** Braquiária brizantha. Adubação molíbdica. Sistema de semeadura Direta na Palha.

**CHEMICAL COMPOSITION OF BRACHIARIA STRAW DESICCATED BY  
MOLYBDENUM MIXED WITH GLYPHOSATE AND MOLYBDENUM  
APPLIED VIA LEAF SPRAY IN COMMON BEAN**

**ABSTRACT**

This work investigated the effect of the application of molybdenum (Mo) mixed with glyphosate for the desiccation of Brachiaria plants (Mo+Gly.) to generate straw to be used in bean crops under no-tillage system on straw, with and without the application of Mo via common bean leaf spray (MoF), on the levels of mineral elements in Brachiaria straw, after four years of application of treatments and three consecutive years of assessment. The experiment was conducted in the city of Coimbra, MG, in 2008, 2009, 2010 and 2011, using the cultivar Ouro Vermelho. The experiment was installed in a split-split-plot scheme, in a randomized block design with four replicates. The plots received Mo doses (0; 0,1; 0,2; 0,4 and 0,8 kg ha<sup>-1</sup>), mixed with the herbicide glyphosate; the subplots received two doses of Mo (0 and 100 g ha<sup>-1</sup>) via bean leaf spray (MoF) at stage V4; and the subsubplots, the years of cultivation. The application of Mo+Gly., with or without the application of MoF, leads to linear increase in Mo levels in Brachiaria straw (TMoP) and may improve legume successive cultivation. The application of Mo+Gly., with or without the application of MoF does not affect Brachiaria production and the levels of C, N, K, Ca, Mg, P, S, Cu, Fe, Mn and Zn in the straw. The reapplication of doses of Mo+Gly., higher than 0.2 kg ha<sup>-1</sup> increases TMoP. This procedure in areas cultivated under integrated crop-livestock system demands the monitoring of Mo content in straw

**Keywords:** Braquiária brizantha. Molybdenum fertilization. No-till system.

## INTRODUÇÃO

A Braquiária brizantha, uma das espécies mais difundidas no país (ZIMER et al., 1995). Sua utilização para a formação de palha tem se tornado uma alternativa viável para a manutenção do sistema de semeadura direta na palha (SSD) na região central do Brasil (TIMOSSI et al., 2007). A braquiária possui excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo (TIMOSSI et al., 2007). Além disso, possui relação C:N elevada, o que retarda sua decomposição e aumenta a possibilidade de utilização em regiões mais quentes, onde a decomposição é acelerada (CALONEGO et al., 2012).

O molibdênio (Mo) tem importantes funções no sistema enzimático do metabolismo de quase todos os organismos vivos e em plantas superiores, apenas poucas enzimas contêm Mo como cofator, incluindo a nitrato redutase, xantina desidrogenase, aldeído oxidase e sulfito oxidase (MENDEL & KRUSE, 2012). Além disso, o Mo é cofator da enzima nitrogenase presente em bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>, que se associam simbioticamente com leguminosas (WICHARD et al., 2009).

A enzima nitrato redutase catalisa a redução do nitrato a nitrito durante sua assimilação pela célula vegetal. Sob deficiência de Mo a atividade da nitrato redutase em plantas não leguminosas é reduzida em cerca de 26%, e o conteúdo de óxido nítrico diminui cerca de 44% (XU & ZHAO, 2003). O óxido nítrico é uma molécula sinalizadora envolvida nos processos de regulação fisiológica e respostas de plantas às perturbações ambientais (GOULD et al., 2003). Assim a atividade da nitrato

reduz-se a influência do crescimento, desenvolvimento e a síntese protéica das plantas (SOLOMONSON & BARBER, 1990).

A palha na superfície do solo constitui reserva de nutrientes, com disponibilização rápida (ROSOLEM et al., 2003) ou lenta (PAULETTI, 1999), dependendo da espécie utilizada, do manejo da fitomassa, do clima, da atividade de macro e microorganismos, da composição química da palha e do tempo de permanência dos resíduos sobre o solo (OLIVEIRA et al., 1999).

Na literatura existem alguns trabalhos realizados com objetivo de avaliar os teores minerais de *B. brizantha* e quantificar a capacidade de disponibilização de nutrientes pelos resíduos da forrageira quando utilizada como planta de cobertura (MAGALHÃES et al., 2002; TORRES et al., 2008; TELES et al., 2011; CALONEGO et al., 2012). Porém, nesses, as amostras foram coletadas na fase de floração e há carência de trabalhos com metodologia de coleta das amostras após a dessecação da palha no campo.

Pesquisas indicam que o Mo pode ser absorvido pelas plantas de feijão quando aplicado junto ao glyphosate na dessecação da palha de milho (CAMELO et al., 2014), mostrando não haver necessidade da aplicação foliar do Mo, naquelas condições. Contudo, ainda não foram realizados estudos com o objetivo de avaliar o efeito desta técnica sobre a composição química da palha de braquiária, principalmente após aplicações sucessivas de Mo sobre a mesma área.

Uma vez que o Mo influencia o metabolismo do N, interferindo na atividade da nitrato redutase, espera-se que ao Mo aplicado junto ao glyphosate no momento da dessecação permaneça no resíduo vegetal e seja utilizado pelas plantas de braquiária e do feijoeiro nos anos seguintes e influencie positivamente a composição química da palha de braquiária. Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de sucessivas aplicações de Mo junto ao glyphosate em operação de dessecação de plantas de braquiária, para formação de palha para cultivo de feijão em sucessão, em SSD, na produção da palha de braquiária e na sua composição química.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizados quatro experimentos, em 2008, 2009, 2010 e 2011, no município de Coimbra, Minas Gerais, na estação experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. As coordenadas geográficas da área

são 20°50'30" (latitude sul) e 42°48'30" (longitude oeste), com altitude de aproximadamente 715 m, em um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, classe textural argilosa (EMBRAPA, 2006).

Para o cultivo do feijoeiro sobre palha da braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú), em área de SSD de primeiro, segundo, terceiro e quarto anos, implantou-se a cultura da braquiária em dezembro de 2007, utilizando-se plantadeira manual (tipo matraca) regulada na densidade de 5 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis, com 76% de valor cultural. As sementeiras, do feijoeiro, foram realizadas em 10 de maio de 2008, 26 de março de 2009, 14 de abril de 2010 e 15 de abril de 2011, utilizando-se semeadora-adubadora equipada com mecanismo de disco duplo defasado. Utilizou-se a cultivar (cv.) Ouro Vermelho (crescimento indeterminado, planta do tipo III) e 15 sementes m<sup>-1</sup>.

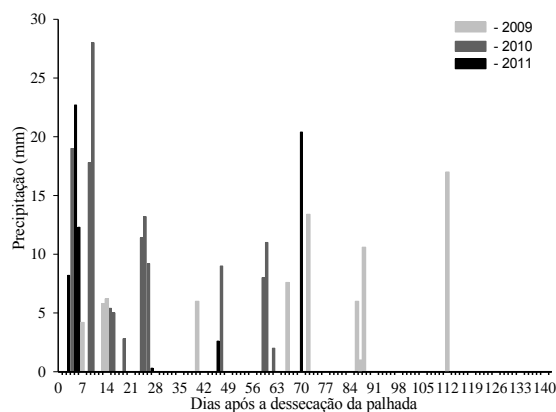
Anteriormente à aplicação dos tratamentos, no primeiro plantio do feijoeiro (2008) foram coletadas amostras de solo à profundidade de 0 a 20 cm para a caracterização química e textural do solo (Tabela 1). Nos três anos, a partir do momento da realização da dessecação da braquiária, foi registrada diariamente a precipitação na área experimental (Figura 1).

**Tabela 1** - Características químicas\*\* e texturais do solo\* na camada de 0 a 20 cm de profundidade na área dos experimentos antes da sua implantação - Coimbra, MG

pH	P	K <sup>+</sup>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	T	t	SB	V	M	P-rem	MOS	AG.	SIL.	AR.
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>		-----	-----	cmolc dm <sup>-3</sup> -----	-----	---	%---	mg L <sup>-1</sup>	dag kg <sup>-1</sup>	-----	g kg <sup>-1</sup> -----				
6,1	8,3	84	3,3	0,0	2,6	1,0	7,1	3,8	3,8	54	0,0	30	2,3	420	130	350

\*\*Potencial hidrogeniônico (pH); acidez potencial (H+Al); CTC<sub>total</sub> (T); CTC<sub>efetiva</sub> (t); soma de bases (SB); saturação por bases (V); saturação por alumínio (M); fósforo remanescente (P-rem); matéria orgânica do solo (MOS); P e K - Extrator: Mehlich<sup>-1</sup>; Ca, Mg e Al - Extrator: KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al - Extrator: Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0. \*Argila (AG.); Silte (SIL.); Areia (AR.).

Os experimentos foram instalados em esquema de parcelas subdivididas, no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Nas parcelas, aplicaram-se doses de Mo (0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) junto ao herbicida glyphosate (Sal de isopropilamina - 1,440 g e.a. ha<sup>-1</sup>) na dessecação; nas subparcelas aplicaram-se doses de Mo (0 e 100 g ha<sup>-1</sup>) via foliar do feijoeiro; e nas subsubparcelas, os anos.



**Figura 1** - Precipitação, durante a realização dos experimentos.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantas de feijão (10 m de comprimento cada) espaçadas em 0,5 m e divididas em subparcelas com 5 m de comprimento. A área útil da subparcela foi delimitada pelas duas linhas centrais (4 m<sup>2</sup>), eliminando-se 0,5 m de cada extremidade. Deve-se ressaltar que no presente trabalho, não foram avaliados os dados da palha da braquiária referentes ao ano de 2008, bem como, os dados referentes ao cultivo do feijoeiro e que em todos os anos, utilizou-se o mesmo local e sorteio dos tratamentos nas parcelas.

Em 2009, 45 dias antes da dessecação da palha da braquiária (DADP) foi realizada uma roçada para uniformização da área e facilitar a semeadura. Este procedimento não foi realizado em 2010, considerando que foi observado, no ano anterior, que a operação dificultava a manutenção da palha dentro da parcela. Porém, em 2011, a prática da roçada foi novamente empregada 30 DADP, por considerar que a mesma contribui para o melhor estabelecimento da cultura do feijoeiro.

Em todos os anos, treze dias antes da semeadura realizou-se a dessecação da palha da braquiária com o herbicida glyphosate em misturas com as doses de Mo (molibdato de sódio - Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> - com 39% de Mo), conforme os tratamentos citados anteriormente. A aplicação foi realizada com pulverizador costal, à pressão constante de CO<sub>2</sub> (2 bar), com barra de 2 m, pontas de jato plano tipo leque TT 11002, espaçadas de 50 cm, e volume de calda de 140 L ha<sup>-1</sup>. A adubação de plantio foi realizada em sulco, com 350 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 8-28-16 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O).

A adubação foliar (Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, com 39% de Mo) foi realizada com as plantas de feijão no estágio V4, utilizando-se pulverizador costal, à pressão constante de CO<sub>2</sub>, igualmente ao relatado anteriormente. A adubação nitrogenada de cobertura, no feijoeiro, foi realizada 28 dias após a emergência das plântulas. A aplicação foi realizada manualmente, próxima à linha de semeadura e na superfície do solo, com a

aplicação de 45 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia. Após a aplicação do N foi realizada a irrigação aplicando-se uma lâmina de água de 10 mm para minimizar as perdas de N por volatilização. A área foi mantida em repouso nos intervalos entre os cultivos do feijoeiro.

Imediatamente após a semeadura do feijão, foi efetuada a amostragem da palha da braquiária para quantificação da produção da braquiária. Para isso, efetuou-se a coleta da parte aérea das forrageiras e dos resíduos vegetais, utilizando moldura metálica de 0,10 m<sup>2</sup> de área, em uma amostragem por unidade experimental. O material coletado foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C, até atingir o peso constante sendo em seguida pesado para a determinação da produção de matéria seca.

Após moagem e homogeneização das amostras da palha da braquiária foi feita a digestão nitroperclórica e a determinação dos teores de Mo, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn). O Mo foi determinado por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (Perkin Elmer, Modelo Optima 3300 DV); o P foi determinado, colorimetricamente, pelo método do molibdato; o K foi dosado por espectrofotometria de emissão atômica; o Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica; o S, por turbidimetria do sulfato de bário. O teor de N na palha da braquiária foi determinado pelo método de Semi-Micro Kjeldahl. Estas determinações foram realizadas conforme metodologias descritas por Malavolta et al. (1997). O carbono orgânico (C) foi determinado pelo método Walkley-Black conforme descrição de Mendonça & Matos, (2005).

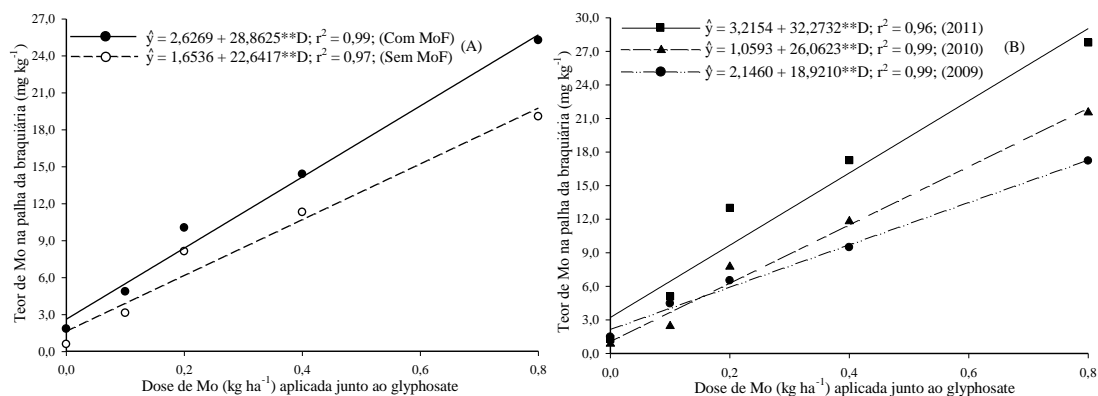
Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e regressão. As médias dos fatores qualitativos foram comparadas, utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t, em nível de 5% de probabilidade, e de determinação ( $R^2 = S. Q. \text{ Regressão} / S. Q. \text{ Tratamento}$ ) e levando-se em consideração as características inerentes ao fenômeno biológico em estudo. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas foi utilizada o programa computacional SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificado efeito das doses de Mo aplicada junto ao glyphosate em operação de dessecação da palha da braquiária (Mo+Gly.), da aplicação de doses de Mo por via foliar do feijoeiro (MoF), bem como, da interação Mo+Gly. x MoF sobre a massa da palha da braquiária seca (MPBS) ( $p > 0,05$ ). Contudo, na avaliação do efeito do ano, em 2009, a MPBS foi superior à apresentada em 2010 e esta foi maior do que a verificada em 2011 (Tabela 2). A média da MPBS dos dois primeiros anos ( $15,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) foi mais do que duas vezes superior à quantidade mínima necessária em SSD ( $7 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), conforme Lopes et al. (1987). Medeiro & Sousa (2005) realizaram experimento em casa de vegetação com o objetivo de avaliar a interação entre Mo e N no crescimento de *B. brizantha* cv. Marandu e não observaram efeito de dose em relação ao Mo.

Para o teor de Mo na palha da braquiária, verificou-se efeito das doses de Mo+Gly., do MoF e das interações Mo+Gly. x MoF e Mo+Gly. x ano. Independentemente de se aplicar ou não o Mo por via foliar (Figura 2A) e do ano de realização do experimento (Figura 2B), a aplicação do Mo junto ao glyphosate causou aumento linear no teor de Mo na palha da braquiária. O aumento foi maior quando aplicou-se o Mo por via foliar (Figura 2A) e acentuou-se, ainda mais, com a reaplicação das doses de Mo+Gly. nas mesmas parcelas, a cada ano, indicando haver efeito acumulativo no teor de Mo na palha, e que as plantas da braquiária absorveram parte do Mo aplicado junto ao glyphosate nos anos anteriores (Figura 2B), o que pode ser considerado benéfico para as leguminosas a serem cultivadas sobre a palha da braquiária.

Segundo Wichard et al. (2009), na serrapilheira o Mo é fortemente complexado, em uma ampla faixa de pH, com taninos derivados de plantas e em solos mais profundos o Mo se liga tanto aos óxidos de ferro quanto à matéria orgânica. Estes autores sugeriram ainda que o Mo ligado à matéria orgânica pode ser capturado por agentes complexantes liberados por bactérias fixadoras de  $\text{N}_2$  e que a ligação do Mo com a matéria orgânica contribui para a menor lixiviação do micronutriente.



**Figura 2** - Equações de regressões ajustadas e valores observados do teor de Mo na palha da braquiária em função das doses de Mo aplicadas junto ao glyphosate, com ou sem aplicação de Mo via foliar do feijoeiro (A) e em função das doses de Mo aplicadas junto ao glyphosate e respectivos anos (B) - Coimbra, MG. \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

O normal da concentração de Mo na dieta animal é menor que 5 mg kg<sup>-1</sup>. Teores de Mo em forragens acima de 10 mg kg<sup>-1</sup> podem ser tóxicos a ruminantes que podem desenvolver molibdenose, doença caracterizada principalmente pelo efeito depressivo de Mo sobre a disponibilidade fisiológica de cobre (SCHULTE, 2004). Kubota et al. (1967) indicaram faixa tóxica para forrageiras entre 10 - 20 mg kg<sup>-1</sup> de Mo. No presente trabalho, a aplicação de 0,2 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly. elevou o teor de Mo na palha da braquiária para 13,01 mg kg<sup>-1</sup>, no 4º ano de aplicação (Figura 2B). É necessário o monitoramento dos teores de Mo na palha da braquiária, quando ela for utilizada como forragem, em áreas submetidas a esse manejo, principalmente, em sistema de integração lavoura pecuária.

Os teores de carbono (Tabela 2) e de Fe na palha da braquiária (Tabela 3) não foram influenciados por nenhum dos fatores estudados ( $p > 0,05$ ). A aplicação das doses de Mo+Gly., combinadas ou não com as doses de MoF não influenciaram a relação carbono:nitrogênio (C:N) e os teores de N, K, Ca, Mg, P, S, Cu, Fe, Mn e Zn na palha da braquiária. Contudo, as médias dessas variáveis se diferenciaram entre os anos (Tabelas 2 e 3). Na literatura não foram encontrados resultados de pesquisa sobre os teores de minerais em palha de braquiária devido à aplicação de Mo, em condições semelhantes às do presente trabalho.

A média do teor de N na palha obtida em 2010 foi menor que a verificada em 2009 e esta foi inferior à verificada em 2011, que foi a maior entre os anos (Tabela 2). A menor média do teor de N em 2010 pode estar relacionada à ausência da roçada da braquiária naquele ano, o que resultou em amostras de plantas mais lignificadas,

ao contrário dos demais anos, onde havia maior proporção de plantas rebrotadas. A média geral do teor de N na palha no experimento ( $5,47 \text{ g kg}^{-1}$ ) é menor que a metade do limite inferior da faixa adequada ( $13 \text{ a } 20 \text{ g kg}^{-1}$ ) preconizada para os teores foliares de N na braquiária (Werner et al., 1996). É importante ressaltar que as médias do teor de N do presente experimento foram obtidas de amostras coletadas 13 dias após a dessecação da palha, incluindo a serrapilheira. Os teores adequados de N na braquiária podem variar com a idade da planta, como mostrado por Abreu & Monteiro (1999) que estudaram o nível crítico de N da *B. brizantha* em folhas recém-expandidas, e observaram valores de 36, 23 e  $13 \text{ g kg}^{-1}$ , aos 14, 28 e 42 dias de crescimento, respectivamente.

As médias da relação C:N da palha da braquiária obtidas em 2010 foram superiores às de 2009 e 2011, que não se diferenciaram entre si (Tabela 2). A relação C:N no experimento variou de 60,4 a 89,8. Esses valores foram elevados considerado-se o valor de referência (30) para caracterizar resíduos com elevada relação C:N, indicando que são resíduos vegetais com maior persistência no solo (TRINSOUTROT et al., 2000). Para Allison (1966), materiais com valores de C:N entre 25 e 30 apresentam equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização. Usando esses valores como base, pode-se inferir que neste experimento, a imobilização superou a mineralização, resultando em diminuição da disponibilidade de N no solo durante a decomposição dos resíduos culturais.

Para o teor de K na palha da braquiária, a média verificada em 2009 foi no mínimo três vezes menor que as apresentadas em 2010 e 2011, que também, diferenciaram entre si (Tabela 2). Calonego et al. (2005) avaliaram a lixiviação de K da palha de seis espécies vegetais, entre elas a braquiária, de acordo com a quantidade de chuva recebida após a dessecação química com glyphosate e verificaram que as quantidades de K lixiviado das palhas aumentaram à medida que o estado de senescência das plantas evoluiu após o manejo químico. É provável que houve maior lixiviação do K em 2009, uma vez que parte das amostras continham palha com alto grau de decomposição, e ocorreu precipitação acumulada de 64 mm no intervalo entre a dessecação da palha e a coleta das amostras (Figura 1). A remoção de nutrientes minerais das folhas pela água depende de fatores, tais como: cerosidade, molhamento e estado da cutícula (MALAVOLTA, 1980). O aumento na lixiviação de K dos tecidos vegetais, à medida que o estado de senescência das plantas evolui, se explica pela possível desorganização da cutícula que reveste a

epiderme das folhas, que constitui uma barreira à penetração de água (CALONEGO et al., 2005).

Em relação ao teor de Ca na palha da braquiária, sua média em 2010 foi superior à verificada em 2009 e esta diferiu da média de 2011, que apresentou o menor valor. A média geral do teor de Ca na palha ( $6,40 \text{ g kg}^{-1}$ ) foi maior que o limite superior da faixa adequada ( $3 \text{ a } 6 \text{ g kg}^{-1}$ ) preconizada para folhas da braquiária (Werner et al., 1996) e foi, no mínimo, duas vezes superior à média ( $2,34 \text{ g kg}^{-1}$ ), encontrada por Magalhães et al. (2002), em folhas de *B. brizantha*. Ressalta-se que no presente experimento a braquiária não foi pastoreada nos intervalos entre a colheita e ressemeadura do feijoeiro. Assim, o efeito da exportação do Ca só se aplica à colheita do feijoeiro, isso pode ter contribuído para a manutenção desses valores elevados.

O teor de Mg na palha da braquiária, verificado em 2009, foi menor que os apresentados em 2010 e 2011, que não diferiram entre si (Tabela 2). O menor teor de Mg em 2009 pode estar relacionado às condições da palha naquele ano, o que pode ter favorecido a ocorrência de lixiviação do Mg. Dickow et al. (2009) avaliaram a lixiviação de nutrientes da serapilheira recém-depositada em sucessão ecológica na floresta atlântica e verificaram que o Mg ocupou a segunda posição na ordem decrescente de liberação de nutrientes da serapilheira ( $\text{K} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{Ca}$ ). As médias anuais dos teores de Mg na palha estiveram dentro da faixa adequada ( $1,5 - 4 \text{ g kg}^{-1}$ ), preconizada para os teores foliares da braquiária por Werner et al. (1996).

**Tabela 2** - Médias da massa da palha da braquiária seca (MPBS), relação carbono/nitrogênio (C:N) e dos teores de carbono, nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio na palha da braquiária, em sistema semeadura direta, para os respectivos anos - Coimbra, MG

Ano	MPBS	C	N	C:N	K	Ca	Mg
	Mg ha <sup>-1</sup>	----- g kg <sup>-1</sup> -----	-----	Relação	-----	g kg <sup>-1</sup> -----	-----
2009	17,84 A	399,9 A	5,49 B	72,8 B	2,48 C	6,43 B	1,80 B
2010	13,70 B	401,9 A	4,75 C	84,6 A	9,85 A	7,37 A	3,02 A
2011	9,62 C	403,5 A	6,18 A	65,3 B	7,69 B	5,41 C	2,87 A
<b>Média Geral</b>	13,72	401,7	5,47	74,2	6,67	6,40	2,56
<b>C.V. (%)*</b>	20,9	4,8	16,8	22,9	17,2	11,7	13,2

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.  
\*Subsubparcela.

Os teores de P e S na palha da braquiária apresentaram comportamento semelhante, entre os anos. Observou-se teores intermediários de P e S na palha em 2010 e que as médias verificadas em 2011 foram superiores às de 2009 (Tabela 3). Esse comportamento pode ser atribuído à maior contribuição da MPBS em processo de degradação mais avançado nas amostras em 2009. A não realização da roçada da palha em 2010, apesar de provavelmente ter contribuído com material mais lignificado, favoreceu a coleta de amostras com menor volume de serapilheira em estágio mais avançado de decomposição. Enquanto que, em 2011, as amostras foram constituídas por maior proporção de material vegetal da rebrota em estágio juvenil da gramínea e conseqüentemente menos lignificado.

De acordo com Werner et al. (1996), a faixa adequada para os teores de P e S em folhas da braquiária se encontram entre 0,8 e 3,0 g kg<sup>-1</sup> e entre 0,8 e 2,5 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Apesar de a amostragem no presente trabalho ter sido realizada em plantas dessecadas e incluindo parte da serapilheira, o teor de P se manteve dentro da faixa adequada nos três anos (Tabela 3). Em relação ao teor de S, as médias apresentadas em 2011 estiveram dentro da referida faixa, ao contrário, em 2009 e 2010, as médias foram inferiores às preconizadas pela faixa adequada (Tabela 3).

O teor de Cu na palha da braquiária verificado em 2009 foi maior que os teores observados em 2010 e 2011 e esses não diferiram entre si (Tabela 3). É possível que a presença de material em elevado processo de decomposição nas amostras em 2009 possa ter provocado efeito de concentração do Cu, naquele ano.

As médias dos teores de Zn na palha da braquiária observadas em 2009 e 2010 não diferenciaram entre si e estiveram dentro da faixa adequada de 29 a 35 mg kg<sup>-1</sup> para folhas de braquiária, sugerida por Werner et al. (1996) e foram superiores às de 2011 (Tabela 3). Ao contrário, as médias observadas em 2011 foram inferiores à preconizada pela referida faixa. Ressalta-se que neste experimento os dados foram obtidas a partir de amostras de palha dessecadas em campo e coletadas após permanência na área por intervalo de 13 dias, o que permite a caracterizar a palha como relativamente rica em Zn.

A média do teor de Mn na palha da braquiária verificada em 2009 foi maior e diferiu da apresentada em 2011, enquanto que, a média de 2010 foi a menor dos três anos e diferiu das demais (Tabela 3). Nos três anos, as médias dos teores de Mn na palha da braquiária estiveram dentro da faixa adequada para folhas de braquiária (40 a 250 mg kg<sup>-1</sup>), proposta por Werner et al. (1996).

**Tabela 3** - Médias dos teores de fósforo, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco, na palha da braquiária, em sistema semeadura direta, para os respectivos anos - Coimbra, MG

Ano	P	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>		mg kg <sup>-1</sup>			
<b>2009</b>	1,01 C	0,52 C	12,21 A	285,6 A	225,7 A	33,1 A
<b>2010</b>	1,77 B	0,78 B	0,69 B	231,7 A	138,6 C	30,3 A
<b>2011</b>	2,33 A	0,92 A	2,31 B	250,9 A	168,1 B	21,7 B
<b>Média Geral</b>	1,70	0,74	5,07	256,1	177,5	28,4
<b>C.V. (%)*</b>	21,0	23,2	167,4	49,0	20,0	32,8

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.  
\*Subsubparcela.

A variação dos teores minerais, entre os anos, no presente experimento, era esperada como consequência da heterogeneidade das amostras em relação a características como o estágio de desenvolvimento e de decomposição dos tecidos vegetais. A ausência de trabalhos na literatura com avaliação dos teores de elementos minerais em palha dessecada e/ou em resíduos de braquiária em condições de campo dificulta a comparação dos resultados.

## CONCLUSÕES

- A aplicação de Mo junto ao glyphosate na dessecação da palha da braquiária, com ou sem a aplicação do Mo por via foliar no feijoeiro, causa aumento linear no teor de Mo na palha da braquiária e pode beneficiar o cultivo de leguminosas em sucessão.
- A aplicação de Mo junto ao glyphosate, com ou sem a aplicação do Mo por via foliar no feijoeiro não altera a produção de braquiária e os teores de C, N, K, Ca, Mg, P, S, Cu, Fe, Mn e Zn na palha.
- A reaplicação de doses de Mo acima de 0,2 kg ha<sup>-1</sup> junto ao glyphosate eleva os teores de Mo na palha da braquiária. O uso dessa prática em áreas cultivadas com o sistema de integração lavoura pecuária requer o monitoramento dos teores de Mo na palha.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. B. R.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição do capim-marandu em função de adubação nitrogenada e estádios de crescimento. **Bol. Ind. Anim.**, v. 56, n.2, p.137-146, 1999.

ALLISON, F.E. The fate of nitrogen applied to soils. **Adv. Agron.**, v.18, p. 219-258, 1966.

CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio da palha de plantas de cobertura em diferentes estádios de senescência após a dessecação química. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 29, n.1, p. 99-108, 2005.

CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. F.; SANTOS, E. A. persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Biosci. J.**, v. 28, n. 5, p. 770-781, 2012.

CAMELO, G. N.; ARAÚJO, G. A. A. A.; FONTES, R. L. F.; DIAS, L. A. S.; CARNEIRO, J. E. S. Molybdenum mixed with glyphosate and alone via foliar spray in no-tillage common bean grown on corn stover. **Rev. Ceres**, v. 61, n.1, p. 62-69, 2014.

DICKOW, K. M. C.; MARQUES, R.; PINTO, C. B. Lixiviação de nutrientes da serapilheira recém-depositada em sucessão ecológica na floresta atlântica, litoral do Paraná. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 145-156, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed. Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 2006. 412p.

GOULD, K. S.; KLINGUER, A.; PUGIN, A.; WENDEHENNE, D. Nitric oxide production in tobacco leaf cells: a generalized stress response? **Plant Cell Environ.**, v. 26, p. 1851-1862, 2003.

KUBOTA, J.; LAZAR, V. A.; SIMONSON, G. H. The relationship of soils to molybdenum toxicity in grazing animals in Oregon. **Soil Sci Soc Am Proc.**, v. 31, p. 667-671, 1967.

LOPES, P. R. C.; GOGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 11, n. 1, p. 71–75, 1987.

MAGALHÃES, R. T.; OLIVEIRA, I. P.; KLIEMANN, H. J. Relações da produção de massa seca e as quantidades de nutrientes exportados por *Brachiaria brizantha* em solos sob o manejo pelo sistema “barreirão”. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 32, n. 1, p. 13-20, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C & OLIVEIRA, S. A. (1997) - **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Potafos, Piracicaba, 319 pp.

MALAVOLTA, E. A. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.

MEDEIRO, D. Z.; SOUZA, G. M. Interação entre molibdênio e nitrogênio no crescimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Colloquium Agrariae**, v.1, n.2, 2005, p. 6-15.

MENDEL, R. R.; KRUSE, T. Review: Cell biology of molybdenum in plants and humans. **Biochim Biophys Acta**. v. 1823, n. 9, p. 1568-1579, 2012.

MENDONÇA, E. S.; MATOS E. S. (2005) **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análises**. UFV. Viçosa, Brasil. 107 pp.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; PENATTI, C. P.; PICCOLO, M. C. Decomposição de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 34, n. 12, p. 2359-2362, 1999.

PAULETTI, V. **A importância da palhada e da atividade biológica na fertilidade do solo**. In: Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo em plantio direto, 3., 1999, Cruz Alta. Palestras. Passo Fundo, 1999. p. 56-66.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 27, n. 2, p. 355-362, 2003.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 2007.

SOLOMONSON, L. P., BARBER, M. J. Assimilatory nitrate reductase: functional properties and regulation. **Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol.**, v. 41, p. 225-253, 1990.

SCHULTE, E. E. Soil and Applied Molybdenum, **Understanding Plants Nutrients**. A3555, 2004.

TELES, T. G. R. M.; CARNEIRO, M. S.; SOARES, I.; PEREIRA, E. S.; SOUZA, P. Z. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 sob efeito de adubação com NPK. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v. 33, n. 2, p. 137-143, 2011.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 43, p. 421-428, 2008.

TRINSOUTROT, I.; RECOUS, S.; BENTZ, B.; LINÈRES, M. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under non-limiting nitrogen conditions. **Soil Sci Am J.**, v. 64, n. 3, p. 918-926, 2000.

XU, Y. C.; ZHAO, B. L. The main origin of endogenous NO in higher non-leguminous plants. **Plant Physiol. Biochem.**, v. 41, p. 833-838, 2003.

ZIMER, A. H., EUCLIDES, V. P. B., MACEDO, M. C. M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.). **Plantas forrageiras de pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 101-143.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 263-273.

WICHARD, T.; MISHRA, B.; MYNENI, S. C.; BELLENGER, J. P.; KRAEPIEL, A. M. L. Storage and bioavailability of molybdenum in soils increased by organic matter complexation. **Nat Geosci**, v. 2, p. 625-629, 2009.

## **NUTRIENTES EM FOLHAS E GRÃOS DE FEIJOEIRO CULTIVADO SOBRE PALHA DE BRAQUIÁRIA DESSECADA COM GLYPHOSATE E MOLIBDÊNIO**

### **RESUMO**

Foi estudado o efeito da aplicação do molibdênio (Mo) junto ao glyphosate na dessecação da braquiária e Mo isolado por via foliar do feijoeiro, sobre a composição química do feijoeiro. O trabalho foi realizado no município de Coimbra, MG, nos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011, utilizando-se a cultivar Ouro Vermelho. O experimento foi instalado em esquema de parcelas subdivididas, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Nas parcelas, foram aplicadas doses de Mo (0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup>), junto ao herbicida glyphosate na dessecação da palha da braquiária (Mo+Gly.); nas subparcelas, duas doses de Mo (0 e 100 g ha<sup>-1</sup>) por via foliar do feijoeiro (MoF) no estágio V4; e nas subsubparcelas, os anos de cultivo. A aplicação de Mo+Gly., com ou sem aplicação do MoF, é eficiente para se obter maior teor de Mo no feijoeiro, porém não altera os teores de P, S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn. A aplicação de Mo+Gly., sem aplicação do MoF, melhora o efeito do N na nutrição do feijoeiro. A reaplicação de Mo, na mesma área, em cultivos subsequentes, resulta em acúmulo de Mo nos grãos do feijoeiro.

**Palavras-chave:** Phaseolus vulgaris L.. Brachiária brizantha. Sistema de Plantio Direto. Índice SPAD.

**NUTRIENTS IN LEAVES AND GRAINS OF COMMON BEAN GROWN ON  
BRACHIARIA STRAW DESICCATED WITH GLYPHOSATE AND  
MOLYBDENUM**

**ABSTRACT**

This work investigated the effect of the application of molybdenum (Mo) mixed with glyphosate for the desiccation of brachiaria and application of Mo alone via leaf spray in common bean, on chemical composition of common bean. The work was conducted in the city of Coimbra, MG, in 2008, 2009, 2010 and 2011, using the cultivar Ouro Vermelho. The experiment was installed in split-split-plot scheme in a randomized block design with four replicates. The plots received Mo doses (0; 0,1; 0,2; 0,4 and 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) mixed with the herbicide glyphosate for the desiccation of Brachiaria (Mo+Gly.); the subplots received two doses of Mo (0 and 100 g ha<sup>-1</sup>) via common bean leaf spray; the subsubplots, the years of cultivation. . The application of Mo+Gly., with or without the application of MOF, is effective for obtaining higher levels of Mo in common bean plants, but does not affect the contents of P, S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn. The application of Mo+Gly, without the application of MoF, improves the effect of N on bean nutrition. The reapplication of Mo in the same area in successive crops results in Mo accumulation in common bean grains.

**keywords:** Phaseolus vulgaris L.. Brachiária brizantha. No-till system. SPAD index.

## INTRODUÇÃO

O molibdênio (Mo) participa como elemento estrutural de cinco enzimas que exercem funções importantes para o metabolismo das plantas: 1) enzima nitrogenase, responsável pela fixação simbiótica de  $N_2$  atmosférico (FBN) com produção de  $NH_3$ , por *Rhizobium*; 2) nitrato redutase, responsável pela primeira etapa na incorporação do nitrogênio (N) em moléculas orgânicas; 3) aldeído oxidase, que catalisa o último passo na biossíntese dos fitohormônios ácido abscísico e ácido Indolacético; 4) xantina desidrogenase, essencial para a degradação de purinas, biossíntese de ureídeos e envolvimento no transporte do  $N_2$  fixado por bactérias diazotróficas em leguminosas e 5) sulfito oxidase, importante para o metabolismo do enxofre (S) por desintoxicar o excesso de sulfito produzido durante a assimilação do S (KAISER et al., 2005; MENDEL & KRUSE, 2012).

A disponibilidade do Mo para o crescimento das plantas é fortemente dependente do pH do solo, da concentração de óxidos adsorventes (por ex. óxido de ferro) e compostos orgânicos encontrados nos colóides (FONTES & COELHO, 2005). Em solos alcalinos, o Mo torna-se mais solúvel e é acessível às plantas principalmente na sua forma aniônica como  $MoO_4^{2-}$ , ao contrário, em solos ácidos ( $pH < 5,5$ ), sua disponibilidade diminui por aumento da adsorção aos óxidos do solo (KAISER et al., 2005). Em razão da deficiência natural de alguns solos, especialmente os ácidos e arenosos (OLIVEIRA et al., 1996), da exportação pelas sementes mediante elevadas produções e à não realização de adubação molíbdica tem aumentado a frequência com que o Mo pode limitar a capacidade produtiva das culturas (BISCARO et al., 2009).

O estado nutricional do feijoeiro reflete as condições do ambiente em que a cultura se encontra em desenvolvimento (OLIVEIRA et al., 1996). Além disso, ocorre variação da concentração dos nutrientes entre as diferentes partes da planta entre os diferentes cultivares, bem como entre os estádios de desenvolvimento (PESSOA et al., 2000; CVITANICH et al., 2010) tornando a comparação de níveis considerados adequados extremamente difícil (MALAVOLTA et al., 1997).

A produção vegetal depende não apenas dos teores dos nutrientes na planta, mas principalmente da relação entre eles. A constatação das interferências de um nutriente sobre outro, bem como do grau em que elas ocorrem, faz-se necessária para a melhoria do estado nutricional, e assim se tirar o máximo benefício na

produtividade do feijoeiro e, ao mesmo tempo, diminuir os custos de adubação (PESSOA et al., 2000).

A exigência nutricional das culturas, em geral, torna-se mais intensa com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica na época de formação das sementes, quando consideráveis quantidades de nutrientes são para elas translocadas (TEIXEIRA et al., 2005). Especialmente para o Mo, essa translocação é importante, pois sementes de feijoeiro com alto teor de Mo podem garantir o suprimento adequado desse nutriente para a cultura (JACOB NETO & FRANCO, 1986; KUBOTA et al., 2008; ALMEIDA et al., 2013).

O feijoeiro destaca-se entre as principais culturas anuais em adaptação ao sistema de semeadura direta na palha (SSD) e tem sido a mais importante em área cultivada, nos sistemas irrigados por aspersão no período de entressafra (KLUTHCOUSKI et al., 2003). Diante dessa observação e da necessidade de estudar novas formas de manejo da adubação molíbdica que propiciem redução de custos operacionais pela associação de técnicas de manejo, Camelo et al. (2014) avaliaram o efeito da aplicação de doses do Mo junto ao herbicida glyphosate, na dessecação da palha de milho, e verificaram que as plantas de feijão absorveram e acumularam Mo nos grãos.

Apesar de existir evidências de que o feijoeiro seja capaz de absorver o Mo aplicado junto ao glyphosate, via palha, ainda não há informações a respeito do efeito dessa técnica sobre a composição mineral em folhas e grãos do feijoeiro cultivado sobre palha de braquiária, principalmente após aplicações consecutivas na mesma área. Desta forma, em 2008, 2009, 2010 e 2011, realizaram-se experimentos, com o objetivo de estudar o efeito de doses de Mo aplicadas junto ao glyphosate na dessecação da palha da braquiária e Mo isolado por via foliar do feijoeiro, sobre a composição química do feijoeiro cultivado no SSD.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizados quatro experimentos, em 2008, 2009, 2010 e 2011, no município de Coimbra, Minas Gerais, na estação experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. As coordenadas geográficas da área são 20°50'30" (latitude sul) e 42°48'30" (longitude oeste), com altitude de

aproximadamente 715 m, em um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, classe textural argilosa (EMBRAPA, 2006).

Para o cultivo do feijoeiro sobre palha da braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú), em área de SSD de primeiro, segundo, terceiro e quarto anos, implantou-se a cultura da braquiária em dezembro de 2007. As sementeiras do feijoeiro foram realizadas em 10 de maio de 2008, 26 de março de 2009, 14 de abril de 2010 e 15 de abril de 2011, utilizando-se semeadora-adubadora equipada com mecanismo de disco duplo defasado. Utilizou-se a cultivar (cv.) Ouro Vermelho e 15 sementes m<sup>-1</sup>. Nos cultivos do feijoeiro, utilizou-se o mesmo local e sorteio dos tratamentos nas parcelas.

Anteriormente à aplicação dos tratamentos para o primeiro plantio do feijoeiro (2008) foram coletadas amostras de solo à profundidade de 0 a 20 cm, sendo feita a caracterização química e textural do solo (Tabela 1). Nos quatro anos, a partir do momento da realização da dessecação da palha da braquiária, diariamente, foi registrada a precipitação na área experimental, conforme apresentado na figura 1.

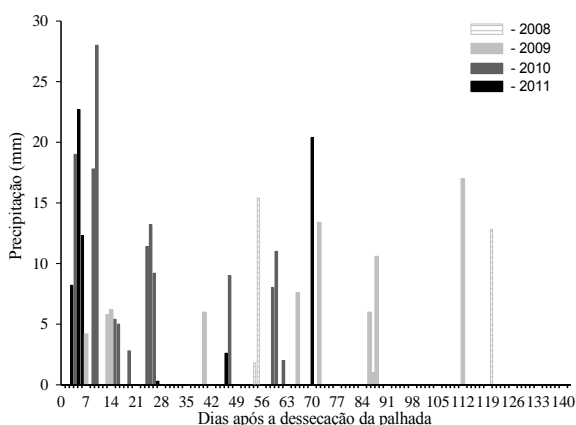
**Tabela 1** - Características químicas\*\* e de textura do solo\* na camada de 0 a 20 cm de profundidade na área dos experimentos antes da sua implantação - Coimbra, MG

pH	P	K <sup>+</sup>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	T	t	SB	V	M	P-rem	MOS	AG.	SIL.	AR.
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					---	%---	mg L <sup>-1</sup>	dag kg <sup>-1</sup>		g kg <sup>-1</sup>	
6,1	8,3	84	3,3	0,0	2,6	1,0	7,1	3,8	3,8	54	0,0	30	2,3	420	130	350

\*\*Potencial hidrogeniônico (pH); acidez potencial (H + Al); CTC<sub>total</sub> (T); CTC<sub>efetiva</sub> (t); soma de bases (SB); saturação por bases (V); saturação por alumínio (M); fósforo remanescente (P-rem); matéria orgânica do solo (MOS); P e K - Extrator: Mehlich<sup>-1</sup>; Ca, Mg e Al - Extrator: KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al - Extrator: Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0. \*Argila (AG.); Silte (SIL.); Areia (AR.).

Os experimentos foram instalados em esquema de parcelas subdivididas, no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Nas parcelas, aplicaram-se doses de Mo (0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) junto ao herbicida glyphosate (sal de isopropilamina - 1,440 g e.a. ha<sup>-1</sup>) em operação de dessecação; nas subparcelas aplicaram-se doses de Mo (0 e 100 g ha<sup>-1</sup>) via foliar do feijoeiro, quando este se encontrava no estágio V4; e nas subsubparcelas, os anos de cultivo.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantas de feijão (10 m de comprimento cada) espaçadas em 0,5 m e divididas em subparcelas com 5 m de comprimento. A área útil da subparcela foi delimitada pelas duas linhas centrais (4 m<sup>2</sup>), eliminando-se 0,5 m de cada extremidade.



**Figura 1** - Precipitação durante a realização dos experimentos.

Nos experimentos, treze dias antes da semeadura realizou-se a dessecação da palha da braquiária com o herbicida glyphosate junto às doses de Mo (molibdato de sódio -  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  - com 39% de Mo), conforme os tratamentos citados anteriormente. A aplicação foi realizada utilizando um pulverizador costal, à pressão constante de  $\text{CO}_2$  (2 bar), com barra de 2 m, pontas de jato plano tipo leque TT 11002, espaçados de 50 cm e volume de calda de  $140 \text{ L ha}^{-1}$ .

A adubação de plantio foi realizada em sulco, com  $350 \text{ kg ha}^{-1}$  do formulado 8-28-16 (N- $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{K}_2\text{O}$ ). A adubação foliar ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ ) foi realizada com as plantas de feijão no estádio V4, utilizando-se pulverizador costal, à pressão constante de  $\text{CO}_2$ , igualmente ao supracitado. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada 28 dias após a emergência das plântulas. A aplicação foi realizada manualmente, próxima à linha de semeadura e na superfície do solo, com a aplicação de  $45 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, na forma de ureia. Após a aplicação do N foi realizada a irrigação aplicando-se uma lâmina de água de 10 mm para minimizar as perdas de N por volatilização.

Para o controle das plantas daninhas na cultura do feijão, em todos os anos de cultivo, foi utilizada a mistura comercial dos herbicidas fluazifop-p-butil + fomesafen ( $200 + 250 \text{ g L}^{-1}$ , respectivamente), na dose comercial de  $0,8 \text{ L ha}^{-1}$ . Quando necessária, foi feita pulverização das plantas com o fungicida azoxistrobin ( $120 \text{ g ha}^{-1}$ ) para o controle da ferrugem (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger), da mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris) e com o fungicida Fluazinan para o controle do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary). O controle de insetos com deltametrina ( $80 \text{ ml ha}^{-1}$ ) foi feito sempre que a população de pragas era moderada. A cultura foi mantida sob regime de irrigação por aspersão convencional.

As determinações da leitura do índice SPAD (Soil Plant Analyses Development) foram realizadas nas terceiras folhas trifolioladas completamente desenvolvidas a partir do ápice da planta, em dez plantas selecionadas aleatoriamente na área útil da subparcela, quando estas estavam no estágio R5. Utilizou-se o clorofilômetro Minolta-502 que mede a tonalidade verde da folha, característica relacionada ao seu conteúdo de clorofila. A medição foi sempre realizada no período da manhã, entre as nove e as dez horas. A média das leituras realizadas na folha das plantas amostradas representou o valor da subparcela. Essas folhas foram utilizadas também para as análises dos teores dos nutrientes nas folhas do feijoeiro. Após o estágio de maturação fisiológica, as plantas da subparcela foram colhidas e deixadas em repouso ao sol para complementar a secagem. Também foram retiradas amostras de grãos de cada subparcela.

Após moagem e homogeneização das amostras das folhas e grãos do feijoeiro foi feita a digestão nitroperclórica e a determinação dos teores de Mo, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn). O Mo foi determinado por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (Perkin Elmer, Modelo Optima 3300 DV); o P foi determinado, colorimetricamente, pelo método do molibdato; o K foi dosado por espectrofotometria de emissão atômica; o Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica; o S, por turbidimetria do sulfato de bário. O teor de N nas folhas foi obtido somando-se os teores de N-orgânico, determinado (após digestão sulfúrica) por colorimetria com reagente de Nessler, aos teores de N-nitrato. O teor de N nos grãos do feijoeiro foi determinado pelo método de Semi-Micro Kjeldahl. Estas determinações foram realizadas conforme metodologias descritas por Malavolta et al. (1997).

Em 2008 e 2009, 45 dias antes da dessecação da palha (DADP) da braquiária foi realizada uma roçada para uniformização da área e facilitar a semeadura. Este procedimento não foi realizado em 2010, considerando que foi observado nos anos anteriores que a operação dificultava a manutenção da palha dentro da parcela. Porém, em 2011, a prática da roçada foi novamente empregada 30 DADP, por considerar que a mesma contribui para o melhor estabelecimento da cultura do feijoeiro.

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e regressão. As médias dos fatores qualitativos foram comparadas, utilizando-se o teste de Tukey, a

5% de probabilidade. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t, em nível de 5% de probabilidade, e de determinação ( $R^2 = S. Q. \text{ Regressão} / S. Q. \text{ Tratamento}$ ) e levando-se em consideração as características inerentes ao fenômeno biológico em estudo. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas foi utilizada o programa computacional SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Teores de nutrientes nas folhas do feijoeiro

O teor de Mo nas folhas do feijoeiro foi influenciado em função da aplicação das doses de Mo junto ao glyphosate na dessecação da palha da braquiária (Mo+Gly.), pela aplicação do Mo por via foliar do feijoeiro (MoF), pelo ano de cultivo (A) e houve efeito de interação entre os fatores MoF x A e Mo+Gly. x A.

Na avaliação da interação MoF x A, dentro de cada ano de cultivo, à exceção de 2008, as médias do teor de Mo nas folhas, sem aplicação de MoF, foram inferiores às verificadas naquelas com aplicação do MoF (Tabela 2). Na comparação entre os anos de cultivo, em 2011, nos tratamentos sem a aplicação do MoF, a média do teor de Mo nas folhas foi maior que as verificadas nos anos anteriores, que não diferiram entre si. Porém, quando foi aplicado o MoF, as médias de 2008 e 2009 foram estatisticamente iguais e menores que as verificadas em 2010 e 2011, que também não diferenciaram entre si (Tabela 2).

**Tabela 2** - Valores médios referentes ao teor de Mo nas folhas do feijoeiro (TMoF) cultivado sobre palha de braquiária, para os respectivos anos - Coimbra, MG

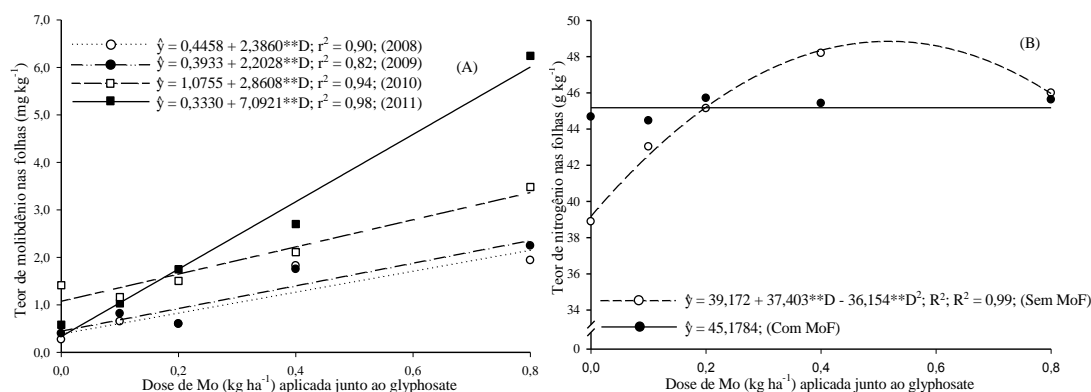
MoF	TMoF			
	2008	2009	2010	2011
<b>g ha<sup>-1</sup></b>	<b>mg kg<sup>-1</sup></b>			
<b>0</b>	0,939 Ba	0,624 Bb	0,680 Bb	2,144 Ab
<b>100</b>	1,384 Ba	1,485 Ba	3,188 Aa	2,778 Aa

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para a interação Mo+Gly. x A (Figura 2A), observou-se aumento linear do teor de Mo nas folhas em função das doses de Mo+Gly., em todos os anos de cultivo, sendo o aumento intensificado a cada cultivo. Independentemente do ano, com

aplicação da dose 0,1 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., os valores médios do teor de Mo nas folhas foram maiores que 0,55 mg kg<sup>-1</sup> que é o TMoF abaixo do qual Pessoa et al. (2000) observaram deficiência de Mo em feijoeiro cv. Ouro negro e dentro da faixa de suficiência para o teor de Mo foliar (0,40 a 1,40 mg kg<sup>-1</sup>) proposta para o feijoeiro por Oliveira et al. (1996). Assim, ficou evidenciado que as plantas de feijoeiro absorveram o Mo aplicado junto ao glyphosate. Ferreira et al. (2003) e Rocha et al. (2011) também verificaram efeito linear crescente no teor de Mo foliar em função da adubação molíbdica.

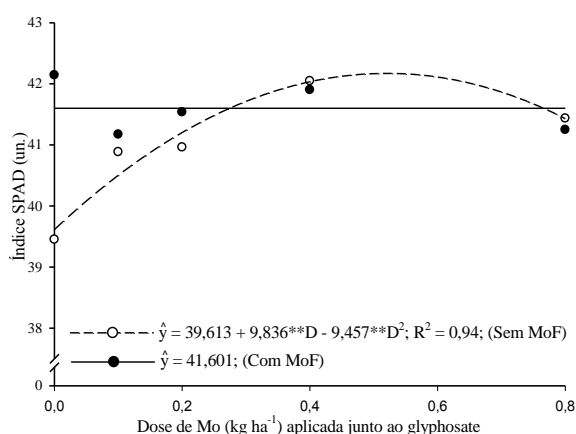
O teor de N nas folhas do feijoeiro se diferenciou em relação ao ano de cultivo e verificou-se efeito de interação entre os fatores doses de Mo+Gly. x MoF, (Figura 2B). Sem a aplicação do MoF, os dados se ajustaram a uma função quadrática em que a aplicação do Mo+Gly. elevou o teor de N nas folhas até o valor máximo de 48,8 g kg<sup>-1</sup>, obtido na dose estimada de 0,52 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly.. Quando aplicou-se o MoF (100 g ha<sup>-1</sup>), o teor de N nas folhas foi de 45,2 g kg<sup>-1</sup>, mantendo-se constante com o aumento das doses do Mo+Gly. (Figura 2B). Observa-se que mesmo o tratamento sem Mo+Gly. e sem MoF apresentou média do teor de N nas folhas (Figura 2B) superiores aos teores indicados por Martinez et al. (1999), como adequado à cultura do feijão (30 a 35 g kg<sup>-1</sup>). A aplicação de 45 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura provavelmente contribuiu para elevação dos teor de N nas folhas, a esses níveis satisfatórios. Além disso, a adubação foliar com Mo aumenta a atividade das enzimas nitrogenase e nitrato redutase, com conseqüente aumento na acumulação de N nas folhas pela planta de feijoeiro (KUBOTA et al., 2008; ROCHA et al., 2011).



**Figura 2** - Equações de regressão ajustadas e valores observados referentes ao teor de Mo nas folhas do feijoeiro em função das doses de Mo+Gly. para os respectivos anos (A) e do teor de N nas folhas em função das doses de Mo aplicadas junto ao glyphosate com ou sem aplicação de Mo via foliar do feijoeiro (B) - Coimbra, MG. \*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Para o efeito do ano de cultivo, as médias do teor de N nas folhas verificadas em 2008 e 2009 foram iguais entre si e inferiores à de 2011, que também se diferenciou da média verificada em 2010, que foi a maior entre os anos (Tabela 3).

A leitura do índice SPAD se diferenciou entre os anos de cultivo (Tabela 3) e houve interação entre os fatores doses de Mo+Gly. x MoF (Figura 3). Na avaliação do efeito da interação Mo+Gly. x MoF, nas parcelas sem aplicação do MoF os dados se ajustaram a uma função quadrática, em que a aplicação do Mo+Gly. elevou a leitura do índice SPAD da até o valor máximo de 42,2 un. obtido na dose estimada de 0,52 kg ha<sup>-1</sup> de Mo. Quando aplicou-se o Mo via foliar (100 g ha<sup>-1</sup>), o índice SPAD encontrado nas folhas foi de 41,6 un., mantendo-se constante com o aumento das doses de Mo+Gly. (Figura 3).



**Figura 3** - Equações de regressões ajustadas e valores observados da leitura do índice SPAD em função das doses de Mo aplicadas junto ao glyphosate, com ou sem aplicação de Mo via foliar do feijoeiro - Coimbra, MG. \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Pires et al. (2004) e Ferreira et al. (2002) avaliaram o efeito da adubação molíbdica sobre o índice SPAD em feijoeiro e verificaram incremento de 29% e 37%, respectivamente.

Na comparação entre os anos, a maior média da leitura do índice SPAD foi verificada em 2008 e esta não se diferenciou da apresentada em 2009. Por outro lado, 2010 apresentou a menor média do índice SPAD, porém igual à apresentada em 2011, que também não se diferenciou da apresentada em 2009 (Tabela 3). Segundo Ferreira et al. (2002) o índice SPAD possui variação das leituras de um ano para outro, utilizando a mesma cultivar.

Os teores de P, S, K, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn nas folhas do feijoeiro diferenciaram apenas para o efeito do ano de cultivo (Tabela 2 e 3). O teor de Fe nas

folhas do feijoeiro não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) por nenhum dos fatores estudados e apresentou média de  $136,9 \text{ mg kg}^{-1}$  e desvio padrão de  $79,87 \text{ mg kg}^{-1}$ .

A ausência de efeito em função da aplicação das doses de Mo+Gly., para esses elementos minerais, concorda com os resultados obtidos por Silva et al. (2012) que também não verificaram efeito da aplicação foliar de Mo em feijoeiro, cultivado em três tipos de solo, sobre os teores foliares de S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn. Ao contrário, Pessoa et al. (2000) com doses crescentes de Mo (0, 40, 80 e  $120 \text{ g ha}^{-1}$ ) verificaram resposta quadrática negativa para as concentrações foliares de K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn. Para estes autores, o incremento no crescimento vegetativo do feijoeiro devido ao Mo resultou em efeito de diluição para os nutrientes. Por outro lado, Pires et al. (2005) verificaram aumento nos teores foliares de K e Mg com a aplicação foliar de Mo ( $80 \text{ g ha}^{-1}$ ) em feijoeiro (cv. Meia Noite), em diferentes épocas, o que não ocorreu para o Cu, Fe, Zn e Mn.

Os resultados da avaliação do efeito do ano de cultivo sobre os teores foliares de P, S, K, Ca e Mg estão apresentados na tabela 2. As médias do teor de P nas folhas verificadas em 2009 e 2010 não diferiram entre si e foram maiores que a média de 2011, que por sua vez foi maior do que a média de 2008, a menor entre todas (Tabela 3). Em 2008, a média do teor de S nas folhas foi maior do que em 2010 e 2011, que não se diferenciaram entre si, porém, a média do teor de S nas folhas de 2011 não se diferenciou da apresentada em 2009, que foi a menor entre os anos de cultivo (Tabela 3). Para o teor de K nas folhas, a média em 2011 foi maior que as de 2009 e 2010 que foram iguais entre si e maiores do que a de 2008 (Tabela 3).

A média do teor de Ca nas folhas em 2008 foi maior e se diferenciou da apresentada em 2010, enquanto que, as verificadas em 2009 e 2011 não se diferenciaram entre si e foram significativamente inferiores às apresentadas em 2010 (Tabela 3). Para o teor de Mg nas folhas, a média em 2010 foi maior que as de 2009 e 2011, que não se diferenciaram entre si, porém, a média de 2011 não se diferenciou da apresentada em 2008, que foi a menor entre todas (Tabela 3).

Os teores foliares de P, S, K, Ca e Mg foram similares aos verificados por Pires et al. (2005) em cv. Meia Noite, em experimentos com adubação molíbdica.

**Tabela 3** - Valores médios dos teores de nitrogênio, fósforo, enxofre, potássio, cálcio e magnésio nas folhas do feijoeiro cultivado sobre palha de braquiária, para os respectivos anos - Coimbra, MG

Ano	Í. SPAD	N	P	S	K	Ca	Mg
	un	----- g kg <sup>-1</sup> -----					
2008	42,47 A	41,77 C	2,84 C	2,93 A	18,40 C	24,36 A	3,93 C
2009	41,68 AB	41,63 C	3,62 A	1,22 C	24,69 B	15,24 C	4,45 B
2010	40,39 C	51,41 A	3,69 A	1,57 B	23,27 B	17,15 B	6,51 A
2011	40,57 BC	44,03 B	3,37 B	1,51 BC	28,56 A	14,81 C	4,23 BC
<b>Média geral</b>	41,28	44,71	3,38	1,81	23,73	17,89	4,78
<b>C.V. (%)*</b>	4,82	8,8	10,7	31,5	10,8	10,0	13,2

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.  
\*Subsubparcela.

Na comparação entre os anos de cultivo, para os teores foliares de Cu, Mn e Zn (Tabela 4), Para os teores de Cu e Mn nas folhas do feijoeiro, as médias foram maiores no ano de 2010 e iguais entre si em 2009 e 2011, porém, estatisticamente superiores às apresentadas em 2008 (Tabela 4). Para o teor de Zn nas folhas, a média em 2010 foi maior do que as médias de 2008 e 2009, que foram iguais entre si, sendo o menor valor apresentado em 2011 (Tabela 4).

**Tabela 4** - Médias dos teores de cobre, manganês e zinco nas folhas do feijoeiro cultivado sobre palha de braquiária, para os respectivos anos - Coimbra, MG

Ano	Cu	Mn	Zn
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----		
2008	4,14 C	62,93 C	43,43 B
2009	11,05 B	122,76 B	43,86 B
2010	12,74 A	174,12 A	46,59 A
2011	10,48 B	108,73 B	39,62 C
<b>Média geral</b>	9,6	117,1	43,4
<b>C.V. (%) - Subsubparcela</b>	29,85	32,87	8,09

Letras iguais na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os teores foliares dos nutrientes N, P, S, K, Ca, Mg, Cu (exceto em 2008), Fe, Mn, Zn apresentam-se em níveis adequados para o bom crescimento do feijoeiro (MALAVOLTA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 1996). Contudo, os teores foliares de P, K, Ca, Fe, Mn e Zn apresentaram médias inferiores às verificadas por Silva et al. (2012) e aos valores de referência sugeridos como ideais para o feijão (MARTINEZ et al., 1999), enquanto os teores foliares de Mg, S e Cu, apresentaram médias semelhantes às verificadas por Silva et al. (2012), bem como, níveis satisfatórios de acordo com a referida faixa.

A ocorrência dos teores foliares de P, K, Ca, Fe, Mn, e Zn abaixo da faixa de suficiência para o feijoeiro, no presente trabalho, podem estar relacionadas à provável imobilização de parte destes nutrientes, pela palha da braquiária, que pode não ter disponibilizado-os em tempo hábil para aproveitamento pela cultura.

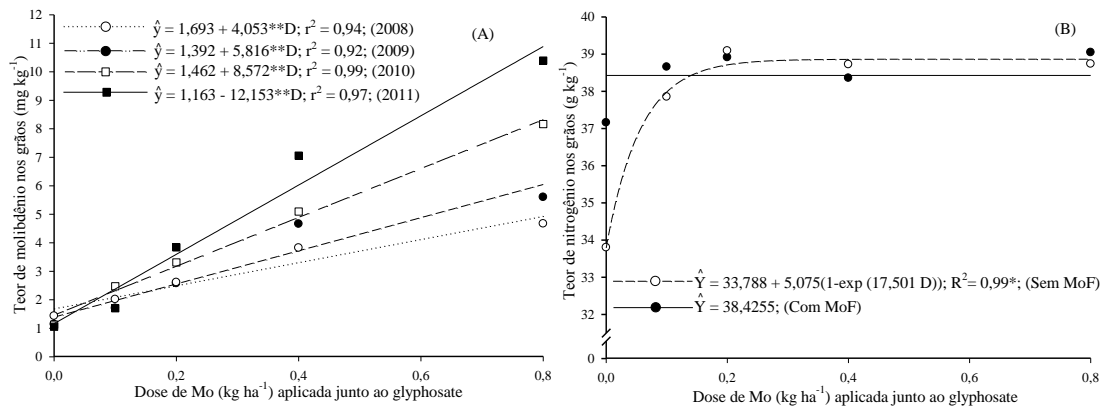
### **Teores de nutrientes nos grãos do feijoeiro**

O teor de Mo nos grãos do feijoeiro foi influenciado pela aplicação do MoF, pelo ano de cultivo (A) e em função da aplicação das doses Mo+Gly. e houve efeito de interação entre os fatores Mo+Gly. x A.

Para o efeito da aplicação do MoF, sobre o teor de Mo nos grãos, sem MoF, a média do teor de Mo nos grãos foi igual a 2,97 mg kg<sup>-1</sup>, sendo esta inferior à média obtida quando foi aplicado o MoF, que apresentou média de 4,47 mg kg<sup>-1</sup>.

Na avaliação do efeito da interação Mo+Gly. x A (Figura 2A), em todos os anos de cultivo, a elevação das doses de Mo+Gly. causou aumento linear no teor de Mo nos grãos e o aumento foi intensificado a cada cultivo. Com esses resultados, ficou evidenciada a capacidade das plantas do feijoeiro absorver e transportar Mo para os grãos, mesmo quando aplicado junto ao glyphosate e que a repetição dos tratamentos, nas mesmas subparcelas por quatro anos de cultivo, contribuiu ainda mais para o seu acúmulo nos grãos (Figura 2A). Essa capacidade de acúmulo de Mo nos grãos do feijoeiro é uma vantagem para produção de sementes, já que em alguns casos a reserva interna da semente é suficiente para que a planta, originada desta, cresça sem dependência do aporte externo de Mo (JACOB NETO & ROSSETO, 1998; ALMEIDA et al. 2013).

O teor de N nos grãos do feijoeiro foi influenciado pela aplicação do MoF, em função das doses do Mo+Gly. e houve efeito de interação entre os fatores Mo+Gly. x MoF. Na avaliação do efeito da interação entre as doses de Mo+Gly. x MoF, nota-se que, quando foi aplicado o MoF, o teor de N nos grãos manteve-se constante (Figura 2B), porém quando não se aplicou o MoF, verificou-se resposta exponencial nas médias do teor de N nos grãos e foi necessária a dose de 0,14 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., para que se equiparasse à média do teor de N nos grãos obtida com aplicação do MoF (Figura 2B).



**Figura 2** - Equações de regressão ajustadas e valores observados referentes ao teor de Mo nos grãos do feijoeiro em função das doses de Mo aplicadas junto ao glyphosate para respectivos anos (A) e do teor de N nos grãos em função das doses de Mo aplicadas junto ao glyphosate sem ou com aplicação de Mo via foliar do feijoeiro (B) - Coimbra, MG. \*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Evidenciou-se, com esses resultados, que o feijoeiro absorveu e translocou para os grãos o Mo, mesmo quando aplicado junto ao glyphosate, confirmando ser desnecessário aplicá-lo por via foliar, nessas condições. Esses resultados corroboram com os obtidos por Camelo et al. (2014), em experimento em condições semelhantes (média de dois anos de cultivo), porém com aplicação de Mo+Gly. na dessecação de palha de milho.

Os teores de P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, e Zn nos grãos do feijoeiro diferenciaram apenas para o efeito do ano de cultivo (Tabelas 4 e 5). Pessoa et al. (2000) não verificaram efeito da aplicação de Mo via foliar sobre os teores de K, Ca, Mg e Mn nos grãos do feijoeiro, porém, observaram resposta quadrática negativa na concentração dos nutrientes Fe, Zn e Cu nos grãos do feijoeiro e atribuíram ao incremento no crescimento vegetativo do feijoeiro que, possivelmente, exerceu efeito de diluição desses nutrientes absorvidos. Rocha (2008) não observou efeito da aplicação de doses de Mo por via foliar, sobre os teores de Ca, Mg, S e Mn nos grãos, também com a cv. Ouro vermelho, em duas épocas e dois sistemas de cultivo.

Os resultados da avaliação do efeito do ano de cultivo sobre os teores de P, S, K, Ca e Mg nos grãos estão apresentados na tabela 4. Os teores de P e Mg nos grãos apresentaram comportamento semelhante e que suas médias verificadas em 2009 foram inferiores às observadas nos demais anos, e estas foram iguais entre si (Tabela 4). Para o teor de S nos grãos, a média apresentada em 2009, foi maior comparada às verificadas em 2008, 2010 e 2011, que não se diferenciaram entre si (Tabela 4).

Quanto ao teor de K nos grãos, suas médias verificadas em 2008 e 2010 não se diferenciaram entre si e foram superiores à verificada em 2011, porém, esta se diferenciou da média apresentada em 2009, que foi a menor entre os anos de cultivo (Tabela 4). Para o teor de Ca nos grãos, suas médias diferenciaram entre si nos quatro anos de cultivo, sendo que, a maior média foi a verificada em 2008 e as demais ocuparam as seguintes posições em ordem decrescente (2010 > 2009 > 2011) (Tabela 4).

**Tabela 4** - Médias dos teores de fósforo, enxofre, potássio, cálcio e magnésio nos grãos do feijoeiro cultivado sobre palha de braquiária, para os respectivos anos - Coimbra, MG

Ano	P	S	K	Ca	Mg
	----- g kg <sup>-1</sup> -----				
<b>2008</b>	6,17 A	1,46 B	24,25 A	4,27 A	1,82 A
<b>2009</b>	4,58 B	1,99 A	22,02 C	2,19 C	1,13 B
<b>2010</b>	5,93 A	1,23 B	24,12 A	2,95 B	1,75 A
<b>2011</b>	6,11 A	1,40 B	23,07 B	1,44 D	1,87 A
<b>Média geral</b>	5,70	1,52	23,36	2,71	1,64
<b>C.V. (%) - Subsubparcela</b>	7,3	28,9	5,5	12,2	7,2

Letras iguais na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em relação ao efeito do ano de cultivo sobre os teores de Cu, Fe, Mn e Zn nos grãos do feijoeiro (Tabela 5), para o teor de Cu nos grãos, a média verificada em 2008 foi a maior entre as demais, e estas não diferenciaram entre si (Tabela 5). Para os teores de Fe e Mn nos grãos, suas médias diferenciaram significativamente entre si, nos quatro anos (Tabela 5), sendo que, a maior média do teor de Fe nos grãos foi verificada em 2008 e as demais ocuparam as seguintes posições em ordem decrescente (2011 > 2010 > 2009). Enquanto que, a menor média do teor de Mn nos grãos, foi verificada em 2009 e as demais ocuparam as seguintes posições em ordem crescente (2008 < 2010 < 2011) (Tabela 5). Quanto ao teor de Zn nos grãos, suas médias verificadas em 2010 e 2011 foram iguais entre si e superiores à de 2008, que também se diferenciou da média verificada em 2009, que foi a menor entre os anos (Tabela 5).

À exceção dos teores de K e Zn que apresentaram menores médias gerais, os teores dos nutrientes P, S, K, Ca, Mg, Cu, Fe e Zn nos grãos, do presente experimento, foram superiores aos teores de P (2,33 g kg<sup>-1</sup>), S (1,22 g kg<sup>-1</sup>), K (24,73 g kg<sup>-1</sup>), Ca (2,16 g kg<sup>-1</sup>), Mg (1,43 g kg<sup>-1</sup>), Cu (8,77 mg kg<sup>-1</sup>), Fe (53,56 mg kg<sup>-1</sup>) e

Zn (45,80 mg kg<sup>-1</sup>) em grãos de feijão da mesma cv (Ouro vermelho) encontrados por Rocha (2008), média de dois experimentos realizados com aplicação de MoF, em SPC e SSD, em condições edáficas semelhantes.

**Tabela 5** - Médias dos teores de cobre, ferro, manganês e zinco nos grãos do feijoeiro cultivado sobre palha de braquiária, para os respectivos anos - Coimbra, MG

Ano	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----			
<b>2008</b>	16,53 A	95,71 A	11,88 C	40,40 B
<b>2009</b>	11,77 B	46,23 D	10,91 D	34,70 C
<b>2010</b>	10,96 B	64,76 C	13,18 B	42,57 A
<b>2011</b>	11,33 B	75,49 B	15,69 A	43,66 A
<b>Média geral</b>	12,65	70,55	12,92	40,33
<b>C.V. (%) - Subsubparcela</b>	46,9	21,93	10,52	5,75

Letras iguais na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## CONCLUSÕES

- A aplicação de Mo junto ao glyphosate na dessecação da braquiária, com ou sem aplicação do MoF, é eficiente para se obter maior teor de Mo no feijoeiro, porém não altera os teores de P, S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn.
- A aplicação de Mo junto ao glyphosate na dessecação da braquiária, sem aplicação do MoF, melhora o efeito do N na nutrição do feijoeiro. A reaplicação de Mo, na mesma área, em cultivos subsequentes, resulta em acúmulo de Mo nos grãos do feijoeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. D.; ARAÚJO, A. P.; ALVES, R. B. J. Seeds with high molybdenum concentration improved growth and nitrogen acquisition of Rhizobium-inoculated and nitrogen-fertilized Common bean plants. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 37, p. 367-378, 2013.

BISCARO, G. A.; GOULART JR, S. A. R.; SORATTO, R. P.; FREITAS JR, N. A.; MOTOMIYA, A. V. A. Molibdênio via semente e nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em solo de cerrado. **Ciênc. Agrotec.**, v. 33, n. 5, p. 1280-1287, 2009.

CAMELO, G. N.; ARAÚJO, G. A. A.; FONTES, R. L. F.; DIAS, L. A. S.; CARNEIRO, J. E. S. Molybdenum mixed with glyphosate and alone via foliar spray in no-tillage common bean grown on corn stover. **Rev. Ceres**, v. 61, n.1, p. 62-69, 2014.

CVITANICH, C. PRZYBYŁOWICZ, W. J.; URBANSKI, D. F.; JURKIEWICZ, A. M.; MESJASZ-PRZYBYŁOWICZ, J. Iron and ferritin accumulates in separate cellular locations in Phaseolus seeds. **Plant Biology**, v. 10, n. 26, p. 1-14, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 2006. 412p.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R.; VIEIRA, C. Influência do molibdênio contido na semente e da sua aplicação foliar sobre a composição mineral de folhas e sementes do feijoeiro. **Rev. Ceres**, v. 49, p. 443-452, 2002.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R. Diagnose do estado nutricional molíbdico do feijoeiro em razão do molibdênio contido na semente e sua aplicação foliar. **Rev. Bras. Agrocienc.**, v. 9, p. 397-401, 2003.

FONTES, R. L. F.; COELHO, H. A. Molybdenum determination in mehlich-1 and mehlich-3 Soil Test Extracts and Molybdenum Adsorption in Brazilian Soils. **Commun Soil Sci. Plant. Anal.**, v. 36, p. 2367-2381. 2005.

JACOB-NETO, J.; FRANCO, A. A. **Adubação de molibdênio em feijoeiro**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1986. 4p. (Embrapa-CNPAB. Comunicado técnico, 1).

JACOB NETO, J.; ROSSETO, C. A. V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. **Floresta e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 171-183, 1998.

KAISER, K.N.; GRIDLEY, K. L.; BRADY, J. N.; PHILLIPS, T.; TYERMAN, S. D. The role of molybdenum in agricultural plant production. **Annals of Botany**, Oxford, v. 96, n. 5, p.745-754, 2005.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; COSTA, J. L. S.; PORTELA; C. **Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 28 p. (Documentos 157).

KUBOTA, F. Y.; ANDRADE NETO, A. C.; ARAÚJO, P. C.; TEIXEIRA, M. G. Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 32, n. 4, p. 1635-1641, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C; OLIVEIRA, S. A. (1997) - **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Potafos, Piracicaba, 319 pp.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivo e fertilizante em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. Viçosa-MG, 1999. p. 143-168.

MENDEL, R. R.; KRUSE, T. Review: Cell biology of molybdenum in plants and humans. **Biochim. Biophys. Acta**, v. 1823, n. 9, p. 1568-1579, 2012.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 169-221.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro "Ouro Negro" em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 24, p. 75-844, 2000.

PIRES, A. A.; ARAÚJO, G. A. A.; LEITE, U. T.; ZAMPIROLI, P. D.; RIBEIRO, J. M. O. Parcelamento e época de aplicação foliar do molibdênio na composição mineral das folhas do feijoeiro. **Acta Sci. Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 25-31, 2005.

PIRES, A. A.; ARAÚJO, G. A. A.; MIRANDA, G. V.; BERGER, P. G.; FERREIRA, A. C. B. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e Índice SPAD do feijoeiro em função de época de aplicação e do parcelamento da aplicação foliar de molibdênio. **Ciênc. Agrotec.**, v. 28, p. 1092-1098, 2004.

ROCHA, P. R. R. **Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional**. 2008. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.

ROCHA, P. R. R.; ARAÚJO, G. A. A.; CARNEIRO, J. E. S.; CECON, P. R.; LIMA, T. C. Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Rev. Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 9-17, 2011.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 2007.

SILVA, E. B.; SANTOS, S. R.; FONSECA, F. G.; TANURE, L. P. P.; FREITAS, J. P. X. Aplicação foliar de molibdênio em feijoeiro irrigado cultivado no norte de Minas Gerais. **Biosci. Journal**, v. 28, p. 64-71, 2012.

TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 83-88, 2005.

## **EFEITO DO MOLIBDÊNIO APLICADO JUNTO AO GLYPHOSATE NA DESSECAÇÃO DE BRAQUIÁRIA SOBRE O FEIJOEIRO CULTIVADO EM SUCESSÃO**

### **RESUMO**

Foi estudado o efeito da aplicação do molibdênio (Mo) junto ao glyphosate na dessecação das plantas da braquiária (Mo+Gly.) e aplicação isolada do Mo pela via foliar do feijoeiro (MoF) cultivado em sucessão, no sistema de semeadura direta na palha, sobre a produtividade de grãos do feijoeiro. O trabalho foi realizado no município de Coimbra, MG, nos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011, utilizando-se a cultivar Ouro Vermelho. O experimento foi instalado em esquema de parcelas subdivididas, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Nas parcelas, foram aplicadas doses de Mo (0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup>), junto ao herbicida glyphosate; nas subparcelas, duas doses de Mo (0 e 100 g ha<sup>-1</sup>) por via foliar; nas subsubparcelas, os anos de cultivo. A aplicação de Mo+Gly. pode beneficiar a produtividade de grãos do feijoeiro.

**Palavras-chave:** Phaseolus vulgaris L.. Herbicida. Adubação molíbdica.

**EFFECT OF MOLYBDENUM APPLICATION MIXED WITH  
GLYPHOSATE FOR BRACHIARIA DESICCATION ON COMMON BEAN  
GROWN IN SUCCESSION**

**ABSTRACT**

This work investigated the effect of the application of molybdenum (Mo) mixed with glyphosate for the desiccation of Brachiaria (Mo+Gly.) and application of Mo alone via leaf spray (MoF) in common bean grown in succession, under no-tillage system on straw, on bean grain yield. The work was conducted in the city of Coimbra, MG, in 2008, 2009, 2010 and 2011, using the cultivar Ouro Vermelho. The experiment was installed in split-split-plot scheme in a randomized block design with four replicates. The plots received Mo doses (0; 0,1; 0,2; 0,4 and 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) mixed with the herbicide glyphosate; the subplots received two doses of Mo (0 and 100 g ha<sup>-1</sup>) via leaf spray; the subsubplots, the years of cultivation. The application of Mo+Gly. can benefit common bean grain yield.

**Keywords:** Phaseolus vulgaris L.. Herbicide. Molybdenum fertilization.

## INTRODUÇÃO

No manejo do feijoeiro, a aplicação de molibdênio (Mo) é considerada indispensável para a obtenção de altas produtividades (ALBUQUERQUE et al., 2012). O Mo participa como elemento estrutural da enzima nitrogenase, responsável pela fixação simbiótica de  $N_2$  atmosférico (FBN) com produção de  $NH_3$ , por *Rhizobium*, e também da nitrato redutase, primeira etapa na incorporação do nitrogênio (N) em moléculas orgânicas (HILLE et al., 2011).

Além da nitrogenase e nitrato redutase, existem outras três Mo-enzimas importantes para o metabolismo das plantas, aldeído oxidase, que catalisa o último passo na biossíntese dos fitohormônios ácido abscísico e ácido Indolacético; xantina desidrogenase, essencial para a degradação de purinas, biossíntese de ureídeos e envolvimento no transporte do  $N_2$  fixado por bactérias diazotróficas em leguminosas; e sulfito oxidase, importante para o metabolismo do enxofre (S) por desintoxicar o excesso de sulfito produzido durante a assimilação do S (MENDEL & KRUSE, 2012). Recentemente uma nova Mo-enzima, componente proteico mitocondrial amidoxima, capaz de reduzir uma grande variedade de substratos de N-hidroxilados, foi descrita em plantas, porém, mais estudos serão necessários para o melhor entendimento da sua relevância fisiológica (HILLE et al., 2011).

A disponibilidade do Mo para o crescimento das plantas é fortemente dependente do pH do solo, da concentração de óxidos adsorventes (por ex. óxido de ferro) e compostos orgânicos encontrados nos coloides. Em solos alcalinos, o Mo torna-se mais solúvel e é acessível às plantas principalmente na sua forma aniônica como  $MoO_4^{2-}$ , ao contrário, em solos ácidos (pH < 5,5), sua disponibilidade diminui por aumento da adsorção aos óxidos do solo (FONTES & COELHO, 2005). Em razão da deficiência natural de alguns solos, especialmente os ácidos e arenosos à exportação pelas sementes mediante elevadas produções e à não realização de adubação molíbdica tem aumentado a frequência com que o Mo pode limitar a capacidade produtiva das culturas (BISCARO et al., 2009).

Como as quantidades de Mo requeridas pelos cultivos são relativamente pequenas, torna-se possível sua aplicação diretamente no solo (BRAGA, 1972), via sementes peletizadas (FULLIN et al., 1999), sobre sementes umedecidas (BISCARO et al., 2009; ALBUQUERQUE et al., 2012) ou em aplicação foliar (ARAÚJO et al., 2009; ASCOLI et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2009; ROCHA et al., 2011; SILVA et al. 2012;).

Atualmente a aplicação foliar tem sido a mais utilizada, pois em face à imobilização do Mo, a eficiência de sua aplicação diretamente no solo seria muito inferior, requerendo, para isso, maiores quantidades de Mo para equiparar eficiência com a de outros métodos, enquanto a peletização pode dificultar as trocas gasosas da semente, prejudicando sua germinação (KUBOTA et al., 2008).

A dose do Mo foliar que proporciona a maior produtividade de feijão está entre 70 e 100 g ha<sup>-1</sup> de Mo e a sua aplicação pode ser realizada de forma eficiente entre 14 e 28 dias após emergência (ARAÚJO et al., 2009). Além das formas de aplicação do Mo anteriormente citadas, estudos recentes comprovaram a viabilidade da aplicação foliar de fertilizantes em feijoeiro, principalmente o Mo, em mistura à calda de defensivos agrícolas, com o objetivo de reduzir custos e racionalizar o uso de equipamentos (ARAÚJO et al., 2008; SILVA et al., 2003). CAMELO et al. (2014) verificaram que o Mo pode ser absorvido pelas plantas de feijão quando aplicado junto ao glyphosate na dessecação da palha de milho mostrando não haver necessidade da aplicação foliar do Mo nas condições do estudo.

Diante da importância da cultura e da necessidade de estudar novas formas de manejo do Mo em SSD, foram realizados experimentos para avaliar o efeito da aplicação do Mo junto ao glyphosate na dessecação das plantas da braquiária e aplicação do Mo pela via foliar, em feijoeiro cultivado em sucessão, no SSD.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizados quatro experimentos, em 2008, 2009, 2010 e 2011, no município de Coimbra, Minas Gerais, na estação experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. As coordenadas geográficas da área são 20°50'30" (latitude sul) e 42°48'30" (longitude oeste), com altitude de

aproximadamente 715 m, em um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, classe textural argilosa (EMBRAPA, 2006).

Para o cultivo do feijoeiro sobre palha da braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú), em área de SSD de primeiro, segundo, terceiro e quarto anos, implantou-se a cultura da braquiária em dezembro de 2007, utilizando-se plantadeira manual (tipo matraca) regulada na densidade de 5 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis, com 76% de valor cultural. As semeaduras, do feijoeiro, foram realizadas em 10 de maio de 2008, 26 de março de 2009, 14 de abril de 2010 e 15 de abril de 2011, utilizando-se semeadora-adubadora equipada com mecanismo de disco duplo defasado. Utilizou-se a cultivar (cv.) Ouro Vermelho (crescimento indeterminado, planta do tipo III) e 15 sementes m<sup>-1</sup>.

Anteriormente à aplicação dos tratamentos, no primeiro plantio do feijoeiro (2008) foram coletadas amostras de solo à profundidade de 0 a 20 cm para a caracterização química e textural do solo (Tabela 1).

**Tabela 1** - Características químicas\*\* e de textura do solo\* na camada de 0 a 20 cm de profundidade na área dos experimentos antes da sua implantação - Coimbra, MG

pH	P	K <sup>+</sup>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	T	t	SB	V	M	P-rem	MOS	AG.	SIL.	AR.
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					-- %--		mg L <sup>-1</sup>	dag kg <sup>-1</sup>		g kg <sup>-1</sup>	
6,1	8,3	84	3,3	0,0	2,6	1,0	7,1	3,8	3,8	54	0,0	30	2,3	420	130	350

\*\*Potencial hidrogeniônico (pH); acidez potencial (H + Al); CTC<sub>total</sub> (T); CTC<sub>efetiva</sub> (t); soma de bases (SB); saturação por bases (V); saturação por alumínio (M); fósforo remanescente (P-rem); matéria orgânica do solo (MOS); P e K - Extrator: Mehlich<sup>-1</sup>; Ca, Mg e Al - Extrator: KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al - Extrator: Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0. \*Argila (AG.); Silte (SIL.); Areia (AR.).

Os experimentos foram instalados em esquema de parcelas subdivididas, no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Nas parcelas, aplicaram-se doses de Mo (0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) junto ao herbicida glyphosate (sal de isopropilamina - 1,440 g e.a. ha<sup>-1</sup>) em operação de dessecação da braquiária; nas subparcelas aplicaram-se doses de Mo (0 e 100 g ha<sup>-1</sup>) via foliar do feijoeiro, quando este se encontrava no estágio V4; e nas subsubparcelas, os anos de cultivo.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantas de feijão (10 m de comprimento cada) espaçadas em 0,5 m e divididas em subparcelas com 5 m de comprimento. A área útil da subparcela foi delimitada pelas duas linhas centrais (4 m<sup>2</sup>), eliminando-se 0,5 m de cada extremidade. Em todos os cultivos do feijoeiro, utilizou-se o mesmo local e sorteio dos tratamentos nas parcelas.

Nos experimentos, em todos os anos, treze dias antes da semeadura realizou-se a dessecação da palha da braquiária com o herbicida glyphosate junto às doses de Mo (molibdato de sódio -  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  - com 39% de Mo), conforme os tratamentos citados anteriormente. A aplicação foi realizada utilizando um pulverizador costal, à pressão constante de  $\text{CO}_2$  (2 bar), com barra de 2 m, pontas de jato plano tipo leque TT 11002, espaçados de 50 cm e volume de calda de  $140 \text{ L ha}^{-1}$ .

A adubação de plantio foi realizada em sulco, com  $350 \text{ kg ha}^{-1}$  do formulado 8-28-16 (N- $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{K}_2\text{O}$ ). A adubação foliar ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ ) foi realizada com as plantas de feijão no estádio V4, utilizando-se pulverizador costal, à pressão constante de  $\text{CO}_2$ , igualmente ao relatado anteriormente. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada 28 dias após a emergência das plântulas. A aplicação foi realizada manualmente, próxima à linha de semeadura e na superfície do solo, com a aplicação de  $45 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, na forma de ureia. Após a aplicação do N foi realizada a irrigação aplicando-se uma lâmina de água de 10 mm para minimizar as perdas de N por volatilização.

Para o controle das plantas daninhas na cultura do feijão, em todos os anos de cultivo, foi utilizada a mistura comercial dos herbicidas fluazifop-p-butil + fomesafen ( $200 + 250 \text{ g L}^{-1}$ , respectivamente), na dose comercial de  $0,8 \text{ L ha}^{-1}$ . Quando necessária, foi feita pulverização das plantas com o fungicida azoxistrobin ( $120 \text{ g ha}^{-1}$ ) para o controle da ferrugem (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger), da mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris) e com o fungicida Fluazinan para o controle do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary). O controle de insetos com deltametrina ( $80 \text{ ml ha}^{-1}$ ) foi feito sempre que a população de pragas era moderada. A cultura foi mantida sob regime de irrigação por aspersão convencional.

Após o estádio de maturação fisiológica, as plantas da subparcela foram colhidas e deixadas em repouso ao sol para complementar a secagem. Foram determinados o estande final ( $\text{plantas ha}^{-1}$ ), o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos. A produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi calculada utilizando os dados de produção da área útil de cada subparcela e padronizando o grau de umidade a 13% de base úmida.

Em 2008 e 2009, 45 dias antes da dessecação da palha (DADP) da braquiária foi realizada uma roçada para uniformização da área e facilitar a semeadura. Este procedimento não foi realizado em 2010, considerando que foi observado nos anos

anteriores que a operação dificultava a manutenção da palha dentro da parcela. Porém, em 2011, a prática da roçada foi novamente empregada 30 DADP, por considerar que a mesma contribui para o melhor estabelecimento da cultura do feijoeiro.

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e regressão. As médias dos fatores qualitativos foram comparadas, utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t, em nível de 5% de probabilidade, e de determinação ( $R^2 = S. Q. \text{ Regressão} / S. Q. \text{ Tratamento}$ ) e levando-se em consideração as características inerentes ao fenômeno biológico em estudo. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas foi utilizada o programa computacional SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2007).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

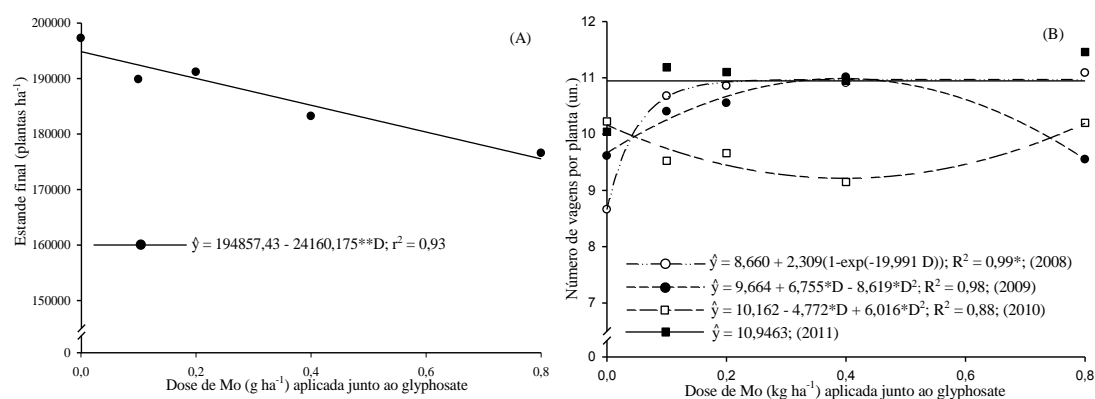
A aplicação das doses de Mo junto ao glyphosate na dessecação da palha da braquiária (Mo+Gly.) influenciou o estande final de plantas do feijoeiro e houve efeito do ano de cultivo (ano). Porém não se verificou efeito da aplicação do Mo por via foliar do feijoeiro (MoF) e de interação entre os fatores em estudo.

A aplicação das doses de Mo+Gly. causou resposta linear decrescente sobre o estande final do feijoeiro (Figura 1A). Não foi encontrado na literatura relato de efeito depressor do Mo sobre o estande final do feijoeiro, portanto acredita-se que esse resultado não possa ter sido causado pela aplicação das doses do Mo+Gly.. Leite et al. (2007) e Vieira et al. (2010) aplicaram doses entre zero e 2,56 kg ha<sup>-1</sup> de Mo e entre zero e 4,00 kg ha<sup>-1</sup> de Mo, respectivamente, via foliar no feijoeiro, e não observaram diminuição no estande final do feijoeiro, nem sintomas de toxidez nas plantas.

Para o efeito dos tratamentos nos anos, a maior média do estande final do feijoeiro foi verificada em 2008 e esta se diferenciou das apresentadas em 2009 e 2011, que foram iguais entre si, porém maiores que a média de 2010, que foi a menor entre os anos (Tabela 2). À exceção do ano de 2008, as médias do estande final do feijoeiro foram inferiores à faixa considerada ideal para a cultura do feijão (entre 200.000 e 300.000 plantas ha<sup>-1</sup>). As menores médias do estande final do feijoeiro, em

2010, podem ser explicadas pela ausência de roçada da palha naquele ano. Desta forma, no momento da semeadura a palha não estava completamente seca, o que contribuiu para que houvesse amassamento, não havendo o corte pelo disco da semeadora. Assim, algumas sementes permaneceram no interior da massa vegetal, não havendo o contato com o solo para iniciar o processo de germinação, prejudicando o estabelecimento da cultura, principalmente nas parcelas com aplicação das maiores doses do Mo. Gomes Júnior et al. (2008) também observaram redução no estande final do feijoeiro de feijão sobre resíduos de *B. brizantha*, em virtude das dificuldades encontradas pela semeadora em romper a palha superficial.

A aplicação das doses de Mo+Gly. influenciou o número de vagens por planta (NVP) e houve efeito do ano de cultivo (ano) e de interação Mo+Gly. x ano. Na avaliação da interação, em 2008, verificou-se resposta exponencial, com aumento no NVP até a dose de 0,193 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., correspondente à 10,95 vagens e posteriormente manteve-se constante (Figura 1B). Tanto em 2009 quanto em 2010, os dados ajustaram-se à equações quadráticas, contudo, em 2009 o incremento de Mo+Gly. resultou em aumento desta característica até o valor máximo estimado de 10,98 vagens, obtido com a dose de 0,39 kg ha<sup>-1</sup>. Ao contrário, em 2010, o incremento das doses de Mo+Gly. resultou em diminuição do NVP até o valor mínimo estimado de 9,22 vagens, obtido com a dose de 0,40 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1B). Em 2011, não houve efeito em função das doses de Mo+Gly., sobre o NVP (Figura 1B).



**Figura 1** - Equações de regressões ajustadas e valores observados do estande final do feijoeiro em função das doses de Mo aplicadas junto ao glyphosate (A) e número de vagens por planta em função das doses de Mo aplicadas junto ao glyphosate para os respectivos anos (B) - Coimbra, MG. \*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

A diminuição do NVP em 2010 (Figura 1B), provavelmente ocorreu devido ao comportamento do estande final do feijoeiro (Figura 1A) que diminuiu linearmente

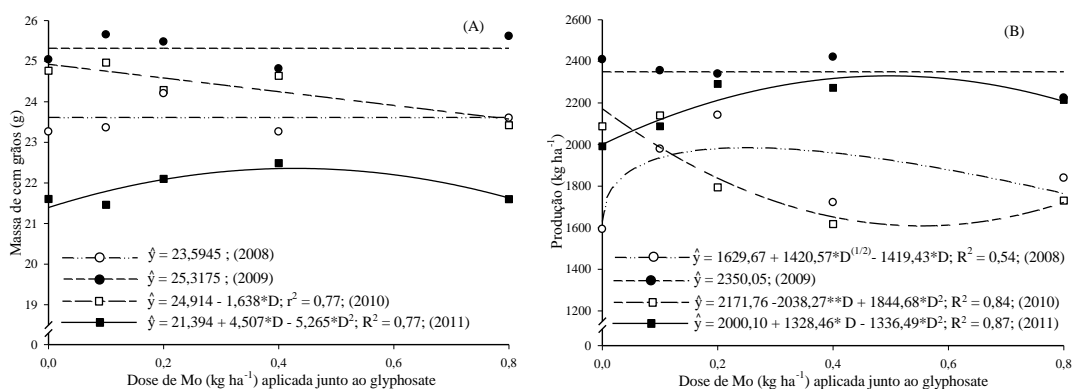
em resposta à aplicação das doses de Mo+Gly., influenciado provavelmente pelo comportamento do EF naquele ano. Segundo Casquero et al. (2006) os componentes da produção, por exemplo o NVP, dependem de fatores como a densidade de plantas e alguns podem aumentar e outros diminuir, contribuindo assim para a manutenção da estabilidade produtiva.

O número de grãos por vagem (NGV) foi influenciado apenas em relação ao ano de cultivo (Tabela 2). A maior média do NGV foi verificada em 2010 e as demais ocuparam as seguintes posições em ordem decrescente (2009 > 2011 > 2008). Nota-se que a média do NGV apresentada em 2008 foi no mínimo duas vezes menor que a de 2010 (Tabela 2). Este resultado está relacionado ao comportamento do estande final do feijoeiro (Tabela 2) que apresentou comportamento semelhante, porém, em ordem inversa naqueles anos e evidencia a capacidade de compensação dos componentes primários do rendimento do feijoeiro diante de diferentes condições ambientais, entre elas a população de plantas (PIANA et al. 2007).

Verificou-se efeito do ano de cultivo e da interação entre as doses de Mo+Gly. x ano, sobre a massa de cem grãos (M100G) (Figura 2A). Em 2008 e 2009, não houve ajuste das equações de regressão da M100G em função da aplicação das doses de Mo+Gly. (Figura 2A). Ao contrário, em 2010, a M100G apresentou comportamento linear decrescente em resposta à aplicação das doses de Mo+Gly. (Figura 2A) e em 2011, os dados se ajustaram a uma função quadrática, em que o incremento das doses de Mo+Gly. resultou em aumento desta característica até a dose de 0,43 kg ha<sup>-1</sup>, correspondente à M100G estimada em 22,36 g. (Figura 2A). O aumento na M100G em função da aplicação de Mo via foliar do feijoeiro são comuns na literatura (PIRES et al., 2004, LEITE et al., 2007; CALONEGO et al., 2010).

A produtividade de grãos do feijoeiro foi influenciada em relação ao ano e foi verificado efeito de interação entre as doses de Mo+Gly. x ano. Na avaliação do efeito da interação, em 2008, os dados ajustaram-se à função raiz quadrada, em que o aumento das doses de Mo+Gly. resultou em aumento da produtividade até o valor máximo de 1.985 kg ha<sup>-1</sup>, obtido com a dose estimada de 0,25 kg ha<sup>-1</sup>, esta promoveu um incremento de 24,6% em relação à testemunha (Figura 2B). Em 2009, não foi verificado efeito das doses de Mo+Gly. sobre a produtividade (Figura 2B). Em 2010 e 2011, os dados ajustaram-se às funções quadráticas, porém em 2010, a produtividade decresceu em resposta à aplicação das doses de Mo+Gly. até o valor mínimo estimado em 1.609 kg ha<sup>-1</sup>, obtido com a dose de 0,55 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 2B).

Por outro lado, em 2011, o incremento de Mo+Gly. resultou em aumento desta característica até a dose de 0,50 kg ha<sup>-1</sup>, correspondente à produtividade máxima estimada em 2.330 kg ha<sup>-1</sup> que representou um aumento de 16,99% em relação à testemunha (Figura 2B).



**Figura 2** - Equações de regressões ajustadas e valores observados da massa de cem grãos (A) e produtividade de grãos do feijoeiro (B) em função das doses de Mo aplicadas junto ao glyphosate para os respectivos anos - Coimbra, MG. \*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

O resultado observado em 2008 corrobora com o de Rocha et al. (2011) que também verificaram uma função raiz quadrada para a PG, em estudo com a aplicação de doses de Mo via foliar (0 a 320 g ha<sup>-1</sup>) também com a cv. Ouro vermelho, em duas épocas (inverno e seca) e dois sistemas de cultivo (SSD e SPC), porém a PG máxima de 2.106 kg ha<sup>-1</sup> foi obtida na dose estimada de 242 g ha<sup>-1</sup> de Mo. Por outro lado, a obtenção de função quadrática em resposta à aplicação de Mo, principalmente pela via foliar do feijoeiro, é normalmente relatada na literatura (SILVA et al., 2012; ASCOLI et al., 2008; ARAUJO et al., 2009). A aplicação do Mo propicia uma maior atividade das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato, responsáveis pela catálise da fixação do N<sub>2</sub> atmosférico e da redução do nitrato (MENDEL & KRUSE, 2012).

A resposta inesperada da PG em 2010, pode ser devido ao comportamento do estande final naquele ano (Tabela 2) que influenciou negativamente o estande final geral do experimento (Figura 1A) e as características NVP e M100G (Figuras 1B e 2A) e consequentemente a PG.

A ausência de efeito da aplicação do Mo+Gly. sobre a PG em 2009 (Figura 2B), corrobora com o resultado obtido por CAMELO et al. (2014) que também não observaram efeito sobre a PG com a aplicação de Mo junto ao glyphosate em operação da dessecação da palha de milho e talvez possa ser explicada pela liberação

em quantidades adequadas do Mo, através da mineralização microbiana da MOS, ou ainda, as sementes utilizadas possuíam quantidade de Mo suficiente para atender à necessidade das plantas, uma vez que, sementes enriquecidas com Mo podem estimular a atividade da nitrogenase e aumentar a acumulação de biomassa e N do feijoeiro (KUBOTA et al, 2008). Outra explicação para a ausência de diferença entre as médias da PG é a aplicação de 45 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura na forma de ureia terem suprido as plantas do feijoeiro. Além disso, em solos com pH relativamente elevado (> 6,0) normalmente não se espera resposta à aplicação de Mo, pois com o aumento do pH há maior disponibilidade do micronutriente (SILVA et al., 2012).

**Tabela 2** - Médias do estande final (EF), número de grãos por vagem (NGV) do feijoeiro cultivado em sistema semeadura direta sobre palha de braquiária para os respectivos anos - Coimbra, MG

ANO	EF	NGV
	Plantas ha <sup>-1</sup>	un
<b>2008</b>	267.125 A	2,85 D
<b>2009</b>	172.875 B	5,51 B
<b>2010</b>	130.750 C	5,98 A
<b>2011</b>	179.688 B	5,07 C
<b>Média geral</b>	187.609	4,85
<b>C.V. (%) - Subsubparcela</b>	14,07	9,39

Letras iguais na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## CONCLUSÕES

- A aplicação de Mo junto ao glyphosate na dessecação da palha da braquiária pode beneficiar a produtividade de grãos do feijoeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, H. C.; PEGORARO, R. F.; VIEIRA, N. M. B.; AMORIM, I. J. F. KONDO, M. K. Capacidade nodulatória e características agronômicas de feijoeiros comuns submetidos à adubação molíbdica parcelada e nitrogenada. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 43, n. 2, p. 214-221, 2012.

ARAÚJO, G. A. A.; SILVA, A. A.; THOMAS, A.; ROCHA, P. R. R. Misturas de herbicidas com adubo molíbdico na cultura do Feijão. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.237-247, 2008.

ARAÚJO, P. R. A.; ARAÚJO, G. A. A.; ROCHA, P. R. R.; CARNEIRO, J. E. S. Combinações de doses de molibdênio e nitrogênio na adubação da cultura do feijoeiro comum. **Acta sci. Agron.**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 227-234, 2009.

ASCOLI, A. A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 377-384, 2008.

BISCARO, G. A.; GOULART Jr, S. A. R.; SORATTO, R. P.; MOTOMIYA, A. V. A.; CALADO FILHO, G. C. Molibdênio via semente e nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em solo de cerrado. **Ciênc. Agrotec.**, v. 33, n. 5, p. 1280-1287, 2009.

BRAGA, J. M. Resposta do feijoeiro “Rico 23” à aplicação de enxofre, boro e molibdênio. **Rev. Ceres**, v. 19, n. 103, p. 222-226, 1972.

CALONEGO, J. C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARBOSA, R. D.; LEITE, G. H. P. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 41, n. 3, p. 334-340, 2010.

CAMELO, G. N.; ARAÚJO, G. A. A. A.; FONTES, R. L. F.; DIAS, L. A. S.; CARNEIRO, J. E. S. Molybdenum mixed with glyphosate and alone via foliar spray in no-tillage common bean grown on corn stover. **Rev. Ceres**, v. 61, n.1, p. 62-69, 2014.

CASQUERO, P. A.; LEMA, M.; SANTALLA, M.; RON, A. M. Performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from Spain in the Atlantic and Mediterranean environments. **Genet Resour Crop Ev.**, v. 53, n. 5, p.1021-1032, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 2006. 412p.

FERNANDES, F. A.; ARF, O.; BINOTTI, F. F. S.; ROMANINI JUNIOR, A.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F. Molibdênio foliar e nitrogênio em feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. **Acta Sci. Agron.**, v. 27, p. 7-15, 2005.

FONTES, R. L. F.; COELHO, H. A. Molybdenum determination in mehlich-1 and mehlich-3 Soil Test Extracts and Molybdenum Adsorption in Brazilian Soils. **Commun Soil Sci Plant Anal.**, v. 36, p. 2367-2381. 2005.

FULLIN, E. A.; ZANGRANDE, M. B.; LANI, J. A.; MENDONÇA, L. F.; DESSAUNE FILHO, N. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.34, n.7, p.1145-1149, 1999.

GOMES JÚNIOR, F. G.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V. Nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre gramíneas. **Acta Sci. Agron.**, v. 30, n. 3, p. 387-395, 2008.

HILLE, R.; NISHINO, T.; BITTNER, F.; Molybdenum enzymes in higher organisms. **Coord Chem Rev.**, v. 255, p. 1179-1205, 2011.

KUBOTA, F. Y.; ANDRADE NETO, A. C.; ARAÚJO, P. C.; TEIXEIRA, M. G. Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 32, n. 4, p. 1635-1641, 2008.

LEITE, U. T.; ARAÚJO, G. A. A.; MIRANDA, G. V.; VIEIRA, R. F.; CARNEIRO J. E. S.; Rendimento de grãos e componentes de rendimento do feijoeiro em função da aplicação foliar de doses crescentes de molibdênio. **Acta Sci. Agron.**, v. 29, n. 1, p. 113-120, 2007.

MENDEL, R. R.; KRUSE, T. Review: Cell biology of molybdenum in plants and humans. **Biochim. Biophys. Acta**. v. 1823, n. 9, p. 1568-1579, 2012.

NASCIMENTO, M. S.; ARF, O.; BARBOSA, G. F.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, R. S.; CASTRO, R. M. Nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar em feijoeiro de inverno no sistema plantio direto II - características agronômicas e produtividade. **Scientia Agrária**, v. 10, n. 5, p. 351-358, 2009.

PIANA, C. F. B.; SILVA, J. G. C.; ANTUNES, I. F. Ajuste do rendimento para variação do estande em experimentos de melhoramento genético do feijão. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 42, n. 12, p. 1687-1696, 2007.

PIRES, A. A.; ARAÚJO, G. A. A.; MIRANDA, G. V.; BERGER, P. G.; FERREIRA, A. C. B. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e Índice SPAD do feijoeiro em função de época de aplicação e do parcelamento da aplicação foliar de molibdênio. **Ciênc. Agrotec.**, v. 28, p. 1092-1098, 2004.

ROCHA, P. R. R.; ARAÚJO, G. A. A.; CARNEIRO, J. E. S.; CECON, P. R.; LIMA, T. C. Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Rev. Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 9-17, 2011.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 2007.

SILVA, E. B.; SANTOS, S. R.; FONSECA, F. G.; TANURE, L. P. P.; FREITAS, J. P. X. Aplicação foliar de molibdênio em feijoeiro irrigado cultivado no norte de Minas Gerais. **Biosci. J.**, v. 28, p. 64-71, 2012.

SILVA, M. V.; ANDRADE, M. J. B.; RAMALHO, M. A. P.; ALVES, V. G. Aplicação foliar simultânea de molibdênio e alguns defensivos agrícolas na cultura do feijoeiro. **Ciênc. Agrotec.**, v. 27, p. 1160-1164, 2003.

VIEIRA, R. F.; SALGADO, L. T.; PIRES, A. A.; ROCHA, G. S. Conteúdo de molibdênio das sementes de feijoeiro em resposta a doses do micronutriente pulverizado sobre as plantas. **Cienc. Rural**, v. 40, n. 3, p. 666-669, 2010.

# MOLIBDÊNIO E GLYPHOSATE NA DESSECAÇÃO DA BRAQUIÁRIA EM SEMEADURA DIRETA E VIA FOLIAR EM PLANTIO CONVENCIONAL DO FEIJÃO

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do molibdênio (Mo) aplicado junto ao herbicida glyphosate na dessecação da braquiária, com ou sem aplicação de Mo via foliar na cultura do feijoeiro, no sistema de semeadura direta na palha (SSD) e a aplicação do Mo via foliar, em sistema de plantio convencional (SPC), sobre produtividade de grãos e composição química das folhas e grãos do feijoeiro. O experimento foi disposto em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e repetido em três anos. Os tratamentos consistiram das combinações de doses de Mo (0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas junto ao glyphosate na dessecação da braquiária (Mo+Gly.) e doses de Mo (0 ou 100 g ha<sup>-1</sup>) aplicadas via foliar do feijoeiro (MoF), em SSD, mais dois tratamentos testemunhas, sem ou com aplicação de MoF (100 g ha<sup>-1</sup>) (testemunha 1 - S/MoF; testemunha 2 - C/MoF), em SPC, totalizando doze tratamentos. A aplicação de MoF em SPC é mais eficiente para se obter maior produtividade de grãos e melhor nutrição nitrogenada do que a aplicação de Mo+Gly. em SSD. A aplicação de Mo+Gly. em SSD é mais eficiente para se obter maior teor de Mo na nutrição do feijoeiro, em comparação com a aplicação de Mo por via foliar no feijoeiro em sistema de plantio convencional. A aplicação de Mo+Gly. em SSD proporcionou maiores teores de P em folhas e grãos do feijoeiro quando comparado à aplicação de Mo por via foliar em SPC. A aplicação de Mo+Gly. em SSD não altera a composição química de S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn em folhas e grãos do feijoeiro, quando se compara com a aplicação do MoF no feijoeiro em SPC.

**Palavras-chave:** Phaseolus vulgaris L.. Brachiaria brizantha. Nutrição molíbdica. Herbicida.

**MOLYBDENUM AND GLYPHOSATE IN THE DESICCATION OF  
BRACHIARIA UNDER NO-TILLAGE SYSTEM AND VIA LEAF SPRAY IN  
CONVENTIONAL TILLAGE COMMON BEAN**

**ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the effect of the application of molybdenum (Mo) mixed with the herbicide glyphosate for the desiccation of *Brachiaria*, with or without the application of Molybdenum via common bean leaf spray under no-till system on straw (SSD) and the application of Molybdenum via leaf spray under conventional tillage system (SPC) on grain yield and chemical composition of bean leaves and grains. The experiment was arranged in a randomized block design, with four replicates, repeated in three years. The treatments consisted of combinations of Mo doses (0; 0,1; 0,2; 0,4 and 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) (Mo+Gly.) applied mixed with glyphosate for the desiccation of *Brachiaria* (Mo+Gly.), and Mo doses (0 or 100 g ha<sup>-1</sup>) applied via common bean leaf spray (MoF) in SSD, together with two control treatments, with or without the application of MoF (100 g ha<sup>-1</sup>) (control 1 - S/MoF; control 2 - C/MoF) in SPC, totaling twelve treatments. The application of MoF in SPC is more efficient in obtaining higher grain yield and better nitrogen nutrition than the application of Mo+Gly. in SSD. The application of Mo+Gly. in SSD is more efficient in obtaining higher Mo content in common bean plants, compared with the application of MoF under tillage system. The application of Mo+Gly. in SSD provided higher levels of P in common bean leaves and grains when compared to the application of MoF in SPC. The application of Mo+Gly. in SSD does not affect the chemical composition of S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn in common bean leaves and grains, when compared to the application of MoF in common bean plants in SPC.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L.. *Brachiaria brizantha*. Molybdenum fertilization. Herbicide.

## INTRODUÇÃO

No manejo do feijoeiro, a aplicação de molibdênio (Mo) é considerada indispensável para a obtenção de altas produtividades (LEITE et al., 2007). A grande importância do Mo para as leguminosas está na sua participação como elemento estrutural da enzima nitrogenase, responsável pela fixação simbiótica de  $N_2$  atmosférico com produção de  $NH_3$ , por *Rhizobium*, e também da nitrato redutase, enzima indispensável no aproveitamento dos nitratos absorvidos pela planta, pois é responsável pela redução do nitrato a nitrito, primeira etapa na incorporação do nitrogênio (N) em moléculas orgânicas (MENDEL & KRUSE, 2012). Assim, a deficiência de Mo pode influenciar negativamente no metabolismo do N, e ser uma das causas da baixa produtividade observada na cultura do feijão (PESSOA et al., 2000).

O N é o elemento mais absorvido e extraído pelo feijoeiro, e o seu uso tem influência significativa na produtividade (BISCARO et al., 2011). Em virtude do alto custo dos fertilizantes nitrogenados, e das perdas desse nutriente no solo, que contribui para a poluição ambiental, torna-se de grande interesse a busca de técnicas que possam maximizar sua eficiência (SILVA et al., 2006).

A adubação mólbdica pode ser alternativa econômica para reduzir a adubação nitrogenada aplicada ao feijoeiro, uma vez que há a possibilidade de o Mo aumentar a fixação do  $N_2$ , bem como, de melhorar a utilização do N mineral por meio da melhoria da atividade da nitrato redutase. Além disso, sabe-se que mesmo quando suprida de N, a planta de feijão pode não atingir altas produtividades, se o fornecimento de Mo for insuficiente (PESSOA et al., 2000; BISCARO et al., 2011).

O sistema de semeadura direta na palha (SSD) é uma prática cultural que visa à recuperação e/ou manutenção dos atributos físicos, químicos e biológicos dos solos e, hoje representa o manejo conservacionista mais utilizado no Brasil (DENARDIN et al., 2008). A manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, o não-revolvimento do solo e a rotação de culturas no SSD proporcionam uma decomposição lenta e gradual do material vegetal depositado que, associado com a fração mineral do solo, favorece o acúmulo da matéria orgânica do solo (MOS) e de nutrientes na camada superficial do

solo (LOSS et al., 2011). A permanência da cobertura morta sobre a superfície do solo minimiza os riscos de erosão e preserva a umidade do solo (DENARDIN et al., 2008).

Por outro lado, o sistema de preparo convencional (SPC) é caracterizado pelo revolvimento do solo através da aração e gradagem, que proporciona a incorporação de restos culturais, melhorando a distribuição dos nutrientes na camada arável do solo (ROCHA et al., 2011).

Estudos comprovam a viabilidade da aplicação foliar de fertilizantes, em feijoeiro, no estágio V4, principalmente dos micronutrientes, junto a defensivos agrícolas, com o objetivo de reduzir custos e racionalizar o uso de equipamentos (ARAÚJO et al., 2008; SILVA et al., 2003; CAMELO et al., 2014).

Na literatura, diversos trabalhos evidenciaram a eficiência da aplicação foliar de Mo na cultura do feijão no SPC (JACOB NETO, 1985; SILVA et al., 2003; LEITE et al., 2007; ASCOLI et al., 2008; BISCARO et al., 2011; SILVA et al., 2012), contudo, em poucos estudos avaliaram sua aplicação em SSD e a maioria dos resultados demonstram ausência de efeito da sua aplicação (NASCIMENTO et al., 2004; NASCIMENTO et al., 2009; SILVA et al., 2006; BARBOSA et al., 2010). Até o momento, apenas no estudo realizado por Rocha et al. (2011) foi comparado o efeito da aplicação do Mo entre os sistemas de cultivo e não há relato desta comparação para o efeito da aplicação do Mo junto ao glyphosate na dessecação da palha da braquiária, no feijoeiro. Esses resultados reforçam a necessidade de mais estudos direcionados para esse tema, principalmente no que diz respeito à comparação entre os sistemas de cultivo.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito de doses de Mo aplicadas junto ao herbicida glyphosate na dessecação da braquiária e do Mo isolado por via foliar, na cultura do feijão no SSD e a aplicação foliar do Mo em SPC, sobre a produtividade de grãos e sobre a composição química nas folhas e grãos do feijoeiro.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizados quatro experimentos, em 2008, 2009, 2010 e 2011, no município de Coimbra, Minas Gerais, na estação experimental do Departamento de Fitotecnia da

Universidade Federal de Viçosa. As coordenadas geográficas da área são 20°50'30" (latitude sul) e 42°48'30" (longitude oeste), com altitude de aproximadamente 715 m, em um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, classe textural argilosa (EMBRAPA, 2006).

Para o cultivo do feijoeiro sobre palha da braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú), em área de SSD de primeiro, segundo, terceiro e quarto anos, implantou-se a cultura da braquiária em dezembro de 2007, utilizando-se plantadeira manual (tipo matraca) regulada na densidade de 5 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis, com 76% de valor cultural. As sementeiras, do feijoeiro, foram realizadas em 10 de maio de 2008, 26 de março de 2009, 14 de abril de 2010 e 15 de abril de 2011, utilizando-se semeadora-adubadora equipada com mecanismo de disco duplo defasado. Utilizou-se a cultivar (cv.) Ouro Vermelho (crescimento indeterminado, planta do tipo III) e 15 sementes m<sup>-1</sup>.

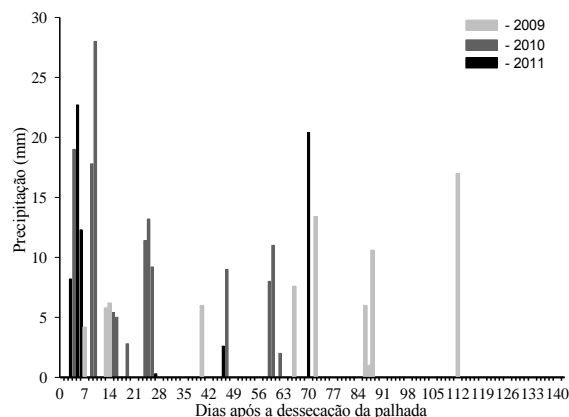
O primeiro ano de cultivo, na área em SSD, foi realizado com a sementeira do feijoeiro em maio de 2008, porém, os dados de 2008 não foram comparados porque naquele ano não foi feito cultivo em SPC. Nos cultivos seguintes, utilizou-se o mesmo local e sorteio dos tratamentos nas parcelas.

Anteriormente à aplicação dos tratamentos, no primeiro plantio do feijoeiro (2008) foram coletadas amostras de solo à profundidade de 0 a 20 cm para a caracterização química e textural do solo (Tabela 1). Nos três anos, a partir do momento da realização da dessecação da palha da braquiária, diariamente, foi registrada a precipitação na área experimental conforme apresentado na figura 1.

**Tabela 1** - Características químicas\*\* e texturais do solo\* na camada de 0 a 20 cm de profundidade na área dos experimentos antes da sua implantação - Coimbra, MG

pH	P	K <sup>+</sup>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	T	t	SB	V	M	P-rem	MO	AG.	SIL.	AR.
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>		-----	cmolc dm <sup>-3</sup> -----						--- %---	mg L <sup>-1</sup>	dag kg <sup>-1</sup>		----- g kg <sup>-1</sup> -----		
<b>Sistema de sementeira direta</b>																
6,1	8,3	84	3,3	0,0	2,6	1,0	7,1	3,8	3,8	54	0,0	30	2,3	420	130	350
<b>Sistema de preparo convencional</b>																
5,8	9,7	98	3,9	0,0	2,9	1,0	8,1	4,2	4,2	52	0,0	30	3,1	690	230	80

\*\*Potencial hidrogeniônico (pH); acidez potencial (H+Al); CTC<sub>total</sub> (T); CTC<sub>efetiva</sub> (t); soma de bases (SB); saturação por bases (V); saturação por alumínio (M); fósforo remanescente (P-rem); matéria orgânica do solo (MOS); P e K - Extrator: Mehlich<sup>-1</sup>; Ca, Mg e Al - Extrator: KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H+Al - Extrator: Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0. \*Argila (AG.); Silte (SIL.); Areia (AR.).



**Figura 1** - Precipitação na área experimental, durante a realização dos experimentos.

O experimento foi disposto em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e repetido em três anos. Os tratamentos consistiram das combinações de doses de Mo (0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas junto ao glyphosate na dessecação da braquiária (Mo+Gly.) e doses de Mo (0 ou 100 g ha<sup>-1</sup>) aplicadas via foliar do feijoeiro (MoF), em SSD, mais dois tratamentos testemunhas, sem ou com aplicação de MoF (100 g ha<sup>-1</sup>) (testemunha 1 - S/MoF; testemunha 2 - C/MoF) em SPC, totalizando doze tratamentos, conforme especificados na tabela 2.

**Tabela 1** - Relação dos tratamentos adotados em campo para avaliar o efeito da aplicação de Mo junto ao glyphosate (Mo+Gly.), sem ou com aplicação de Mo (100 g ha<sup>-1</sup>) por via foliar do feijoeiro, em sistema de semeadura direta (SSD), e Mo por via foliar do feijoeiro, em sistema de plantio convencional (SPC) - Coimbra, MG

Tratamentos	Especificações
<b>01</b>	0 kg ha <sup>-1</sup> de Mo + Gly., sem aplicação de Mo por via foliar do feijoeiro, em SSD
<b>02</b>	0 kg ha <sup>-1</sup> de Mo + Gly., com aplicação de Mo por via foliar do feijoeiro, em SSD
<b>03</b>	0,1 kg ha <sup>-1</sup> de Mo + Gly., sem aplicação de Mo por via foliar do feijoeiro, em SSD
<b>04</b>	0,1 kg ha <sup>-1</sup> de Mo + Gly., com aplicação de Mo por via foliar do feijoeiro, em SSD
<b>05</b>	0,2 kg ha <sup>-1</sup> de Mo + Gly., sem aplicação de Mo por via foliar do feijoeiro, em SSD
<b>06</b>	0,2 kg ha <sup>-1</sup> de Mo + Gly., com aplicação de Mo por via foliar do feijoeiro, em SSD
<b>07</b>	0,4 kg ha <sup>-1</sup> de Mo + Gly., sem aplicação de Mo por via foliar do feijoeiro, em SSD
<b>08</b>	0,4 kg ha <sup>-1</sup> de Mo + Gly., com aplicação de Mo por via foliar do feijoeiro, em SSD
<b>09</b>	0,8 kg ha <sup>-1</sup> de Mo + Gly., sem aplicação de Mo por via foliar do feijoeiro, em SSD
<b>10</b>	0,8 kg ha <sup>-1</sup> de Mo + Gly., com aplicação de Mo por via foliar do feijoeiro, em SSD
<b>Testemunha 1</b>	0 g ha <sup>-1</sup> de Mo por via foliar do feijoeiro, em SPC
<b>Testemunha 2</b>	100 g ha <sup>-1</sup> de Mo por via foliar do feijoeiro, em SPC

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantas de feijão (5 m de comprimento cada) espaçadas em 0,5 m. A área útil da parcela foi delimitada pelas duas linhas centrais (4 m<sup>2</sup>), eliminando-se 0,5 m de cada extremidade. Em todos os cultivos do feijoeiro, utilizou-se o mesmo local e sorteio dos tratamentos nas parcelas.

Nos três anos de cultivo, treze dias antes da semeadura realizou-se a dessecação da braquiária com o herbicida glyphosate (Sal de isopropilamina - 1,440 g e.a. ha<sup>-1</sup>), junto às doses de Mo (molibdato de sódio - Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> - com 39% de Mo), conforme os tratamentos citados anteriormente. A aplicação foi realizada utilizando um pulverizador costal, à pressão constante de CO<sub>2</sub> (2 bar), com barra de 2 m, pontas de jato plano tipo leque TT 11002, espaçados de 50 cm e volume de calda de 140 L ha<sup>-1</sup>.

Nos três experimentos, a adubação de plantio foi realizada em sulco, com 350 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 8-28-16 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). A adubação foliar (Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>) foi realizada com as plantas de feijão no estádio V4, utilizando-se pulverizador costal, à pressão constante de CO<sub>2</sub>, igualmente ao supracitado. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada 28 dias após a emergência das plântulas. A aplicação foi realizada manualmente, próxima à linha de semeadura e na superfície do solo, com a aplicação de 45 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia. Após a aplicação do N foi realizada a irrigação aplicando-se uma lâmina de água de 10 mm para minimizar as perdas de N por volatilização.

Para o controle das plantas daninhas na cultura do feijão, em todos os anos de cultivo, foi utilizada a mistura comercial dos herbicidas fluazifop-p-butil + fomesafen (200 + 250 g L<sup>-1</sup>, respectivamente), na dose comercial de 0,8 L ha<sup>-1</sup>. Quando necessária, foi feita pulverização das plantas com o fungicida azoxistrobin (120 g ha<sup>-1</sup>) para o controle da ferrugem (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger), da mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris) e com o fungicida fluazinan para o controle do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*. (Lib.) de Bary). O controle de insetos com deltametrina (80 ml ha<sup>-1</sup>) foi feito sempre que a população de pragas era moderada. A cultura foi mantida sob-regime de irrigação por aspersão convencional.

No florescimento pleno do feijoeiro foi realizada a amostragem de folhas para determinação dos teores dos nutrientes conforme recomendação de Malavolta et al. (1997). Essas folhas foram utilizadas para as análises dos teores de Mo, N, fósforo (P),

potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn).

Após o estágio de maturação fisiológica, as plantas da subparcela foram colhidas e deixadas em repouso ao sol para complementar a secagem. Foram determinados o estande final (plantas ha<sup>-1</sup>), o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos. A produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) foi calculada utilizando os dados de produção da área útil de cada subparcela e padronizando o grau de umidade a 13% de base úmida. Também foram retiradas amostras de grãos de cada parcela.

Após moagem e homogeneização das amostras das folhas e grãos do feijoeiro foi feita a digestão nitroperclórica e a determinação dos teores de Mo, P, S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn. O Mo foi determinado por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (Perkin Elmer, Modelo Optima 3300 DV); o P foi determinado, colorimetricamente, pelo método do molibdato; o K foi dosado por espectrofotometria de emissão atômica; o Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica; o S, por turbidimetria do sulfato de bário. O teor de N nas folhas foi obtido somando-se os teores de N-orgânico, determinado (após digestão sulfúrica) por colorimetria com reagente de Nessler, aos teores de N-nitrato. O teor de N nos grãos do feijoeiro foi determinado pelo método de Semi-Micro Kjeldahl. Estas determinações foram realizadas conforme metodologias descritas por Malavolta et al. (1997).

Em 2008 e 2009, 45 dias antes da dessecação da palha (DADP) da braquiária foi realizada uma roçada para uniformização da área e facilitar a semeadura. Este procedimento não foi realizado em 2010, considerando que foi observado nos anos anteriores que a operação dificultava a manutenção da palha dentro da parcela. Porém, em 2011, a prática da roçada foi novamente empregada 30 DADP, por considerar que a mesma contribui para o melhor estabelecimento da cultura do feijoeiro.

O experimento foi analisado em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e repetido em três anos. Os dados foram interpretados por meio de análise de variância. As médias dos fatores foram comparadas, utilizando-se o teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas foi utilizada o programa computacional SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada diferença ( $P > 0,05$ ) entre a aplicação das doses de Mo junto ao glyphosate na dessecação da palha da braquiária (Mo+Gly.) combinadas às doses de Mo aplicadas via foliar do feijoeiro (MoF) em SSD, e os tratamentos, sem (testemunha 1) ou com (testemunha 2) aplicação de MoF, em SPC, para o estande final de plantas (EF) (média = 161.016 pl. ha<sup>-1</sup> e desvio padrão = 31.119 pl. ha<sup>-1</sup>), o número de grãos por vagem (média = 5,57 un; desvio padrão = 0,6 un) e a massa de 100 grãos (média = 23,90 g; desvio padrão = 1,88 g) (Tabela 2).

As médias do estande final foram inferiores à faixa recomendada para a cultura (200.000 a 375.000 plantas ha<sup>-1</sup>). A provável causa pode estar relacionada às condições de alta umidade do solo devido à ocorrência de elevadas precipitações nas semanas que antecederam a semeadura, nos três anos de cultivo (Figura 1), o que ocasionou maior dificuldade de emergência das plantas em função da formação de camadas compactadas devido à movimentação de máquinas no SPC. Além disso, observou-se que a média da massa de matéria seca da palha da braquiária verificada nos três anos (13,7 Mg ha<sup>-1</sup>) foi quase duas vezes superior à quantidade mínima necessária em SSD (7 Mg ha<sup>-1</sup>), conforme Lopes et al. (1987). Gomes Junior et al. (2008) também verificaram baixo estande final em feijão semeado em SSD sobre palha de milho e braquiária.

Rocha et al. (2011) avaliaram o efeito de doses (0 a 320 g ha<sup>-1</sup> de Mo) na cultura do feijão, também com a cv. Ouro vermelho, em duas épocas (inverno e seca), em SSD e SPC e verificaram maior média do número de grãos por vagem em SSD em relação ao SPC na época da seca, porém não observaram diferença na massa de 100 grãos, entre os sistemas de cultivo. Ao contrário, Pires et al. (2004) verificaram efeito da aplicação foliar de Mo, em feijoeiro, sobre o número de grãos por vagem e a massa de 100 grãos que apresentaram acréscimos de 8,5% e 9,5%, respectivamente. CAMELO et al. (2014) não observaram diferença entre os componentes de rendimento e produtividade de grãos do feijoeiro após aplicação de Mo+Gly. em operação de dessecação da palha de milho.

O número de vagens por planta e a produtividade de grãos do feijoeiro se diferenciaram na comparação entre os tratamentos com aplicação das doses de Mo+Gly. combinadas às doses de MoF e a aplicação do MoF em SPC (Tabela 2).

Para o número de vagens por planta, não houve diferença entre as médias dos tratamentos com aplicação das doses de Mo+Gly. combinadas às doses de MoF em SSD e a média da testemunha 1 (S/MoF), porém, a testemunha 2 (C/MoF), proporcionou média do número de vagens por planta superior às apresentadas em todos os tratamentos em SSD (Tabela 2). Ascoli et al. (2008) avaliaram o efeito de doses e épocas de aplicação de Mo por via foliar e não encontraram diferença para o número de vagens por planta. Por outro lado, Pires et al. (2004) realizaram dois experimentos em SPC, objetivando determinar a influência da época de aplicação e do parcelamento da dose de MoF sobre os componentes de produção e verificaram menores médias do número de vagens por área na testemunha sem aplicação de Mo, quando comparadas aos tratamentos que receberam  $80 \text{ g ha}^{-1}$  de Mo.

Na avaliação da produtividade de grãos, verificou-se que a média apresentada na testemunha 1 (S/MoF) foi superior ao T10 (maior dose de Mo+Gly., C/MoF) e não se diferenciou dos demais tratamentos em SSD. Porém, a testemunha 2 (C/MoF) apresentou média superior às de todos os tratamentos com combinação entre as doses de Mo+Gly. e MoF e proporcionou aumento de 30,6% em relação à média geral dos tratamentos em SSD (Tabela 2). Nota-se que o componente de rendimento mais influenciou para a maior produtividade de grãos da testemunha 2 foi o número de vagens por planta. Pessoa et al. (2001) e Rocha et al. (2011) também verificaram maior influência do número de vagens por planta na produtividade de grãos, em experimentos com adubação molíbdica.

A menor produtividade de grãos nos tratamentos em SSD pode estar relacionada à elevada quantidade de palha nas parcelas, principalmente no ano de 2010, em que a mesma não foi roçada, que além de ter causado um EF muito abaixo que o dos demais anos ( $130.750 \text{ pl. ha}^{-1}$ ), as plantas apresentaram desenvolvimento inicial pouco vigoroso, e assim, contribuiu para as baixas médias gerais. Segundo Piana et al. (2007) algumas espécies, entre elas o feijão, manifestam efeitos compensatórios dos componentes primários do rendimento quando cultivadas com densidades menores que as

recomendadas, porém, neste experimento, essa capacidade compensatória não foi suficientemente capaz de mascarar o efeito depressor do menor EF naquele ano, provavelmente pelo crescimento inicial prejudicado. 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 *B. brizantha* reduziu o estande final da cultura, e que essa redução refletiu negativamente na produtividade de grãos. Igualmente, Rocha et al. (2011), verificaram menor estande final em SSD (palha de milho) em comparação ao SPC.

Os teores de Mo, N, P, Ca e Cu nas folhas do feijoeiro se diferenciaram na comparação entre os tratamentos com aplicação das doses de Mo+Gly. combinadas às doses de MoF, em SSD, e as testemunhas com ou sem MoF, em SPC (Tabela 3).

Quanto ao teor de Mo nas folhas, observou-se que a testemunha 1 (S/MoF) apresentou média do teor de Mo inferior aos tratamentos: T6, T8, T9 e T10 e não se diferenciou dos demais. Por outro lado, a testemunha 2 (C/MoF) apresentou média superior aos tratamentos: T1 e T3 (0 e 0,1 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., S/MoF) e inferior ao T10 (maior dose de Mo+Gly. e C/MoF) (Tabela 3). A faixa de suficiência para o teor de Mo nas folhas proposta para o feijoeiro por Oliveira et al. (1996) é de 0,40 a 1,40 mg kg<sup>-1</sup>. Nota-se que apenas os tratamentos sem Mo (T1 e testemunha 1) e o T3 (0,1 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., S/MoF) apresentaram médias inferiores à referida faixa. Assim, nos tratamentos com aplicação do Mo+Gly., de maneira geral, independentemente de se aplicar ou não o MoF., o Mo pode não ter sido limitante para o desenvolvimento da leguminosa.

Para o teor de N nas folhas, a testemunha 2 (C/MoF) apresentou média do teor de N igual às dos tratamentos T7 e T9 (0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., S/MoF) e superiores às dos demais, em SSD. Enquanto que, a testemunha 1 (S/MoF) apresentou comportamento inverso, ou seja, apresentou médias de teor de N nas folhas inferiores às apresentadas pelos tratamentos T7 e T9 e não se diferenciou dos demais. em SSD (Tabela 3).

Nota-se que mesmo nos tratamentos sem aplicação de Mo (T1 e testemunha 1), as médias do teor de N nas folhas foram superiores a 40 g kg<sup>-1</sup>, esse valor supera a faixa de suficiência para o bom desenvolvimento do feijoeiro, que é de 30 a 35 g kg<sup>-1</sup>

(MARTINEZ et al., 1999) e pode estar relacionado à adubação de N em cobertura com 45 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia. As maiores médias do teor de N nas folhas, principalmente nos tratamentos com aplicação de MoF, podem ser explicadas pelo fato de o Mo estar diretamente relacionado ao metabolismo do N, por atuar junto às enzimas nitrogenase e nitrato redutase. Com o suprimento adequado de Mo, há melhoria da atividade dessas enzimas, possibilitando assim o maior aproveitamento do N pelas plantas do feijoeiro (KUBOTA et al., 2008, ARAÚJO et al., 2009). As menores médias do teor de N nas folhas verificada na maioria dos tratamentos em SSD comparadas à testemunha 2 (C/MoF), podem estar relacionadas à maior exigência do N pelo feijoeiro quando cultivado em SSD do que no SPC, conforme Soratto et al. (2004).

Em relação ao teor de P nas folhas, suas médias verificadas nas duas testemunhas foram inferiores às apresentadas nos tratamentos: T5 a T10 (0,2; 0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., com ou sem MoF, respectivamente) e não se diferenciaram das apresentados nos demais tratamentos em SSD (Tabela 3). Observa-se que as médias do teor de P nas folhas, em todos os tratamentos, foram superiores à faixa proposta para o feijoeiro por Malavolta et al. (1997), que é de 2 a 3 g kg<sup>-1</sup>. A tendência de maiores teor de P nas folhas, em SSD, pode ser devido ao aumento de matéria orgânica nos horizontes superficiais, em decorrência da deposição de palha, decrescendo com a profundidade (CASTOLDI et al., 2012).

Por interagir com os óxidos de Al e Fe, a matéria orgânica é um dos principais fatores que influenciam a adsorção de P, resultando em redução dos sítios de fixação, pelo recobrimento da superfície desses óxidos por moléculas de ácidos húmicos, acético e málico, ou pela formação de compostos na solução do solo, ocorre, assim, uma tendência de menor fixação, uma vez que não há o revolvimento do solo e, portanto, maior aproveitamento, pela planta, do P oriundo da adubação fosfatada (CASTOLDI et al., 2012). Rocha (2008) verificou maior teor de P nas folhas de feijoeiro (cv. Ouro vermelho) no SSD em relação ao SPC, após aplicar Mo via foliar.

Na avaliação do teor de Ca nas folhas do feijoeiro, a testemunha 1 (S/MoF) apresentou média superior às verificadas nos tratamentos: T1 (sem Mo+Gly. e S/MoF), T8 e T10 (0,4 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., C/MoF) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Médias de três anos de cultivo do número de vagens por planta (NVP), produtividade de grãos (PG) e teores de molibdênio, nitrogênio, fósforo e cálcio nas folhas do feijoeiro cultivado com a aplicação de doses combinadas de Mo junto ao glyphosate na dessecação da palha da braquiária (Mo+Gly.), combinadas às doses de doses de Mo via foliar do feijoeiro (MoF) em sistema de semeadura direta (SSD) e em duas testemunhas com ou sem aplicação de Mo via foliar do feijoeiro em sistema de preparo convencional (SPC) - Coimbra, MG

TRAT.	SC	Mo+Gly.	MoF	NVP	PG	Mo	N	P	Ca
		kg ha <sup>-1</sup>	g ha <sup>-1</sup>	un.	kg ha <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	----- g kg <sup>-1</sup> -----		
T1	SSD	0	0	9,87* <sup>2</sup>	2.067* <sup>2</sup>	0,207* <sup>2</sup>	40,53* <sup>2</sup>	3,48	15,21* <sup>1</sup>
T2	SSD	0	100	10,04* <sup>2</sup>	2.259* <sup>2</sup>	1,299	44,25* <sup>2</sup>	3,47	15,90
T3	SSD	0,1	0	10,43* <sup>2</sup>	2.205* <sup>2</sup>	0,380* <sup>2</sup>	44,63* <sup>2</sup>	3,48	16,22
T4	SSD	0,1	100	10,31* <sup>2</sup>	2.184* <sup>2</sup>	1,515	45,69* <sup>2</sup>	3,48	15,70
T5	SSD	0,2	0	10,54* <sup>2</sup>	2.226* <sup>2</sup>	0,568	46,20* <sup>2</sup>	3,62* <sup>1-2</sup>	15,80
T6	SSD	0,2	100	10,34* <sup>2</sup>	2.057* <sup>2</sup>	1,995* <sup>1</sup>	46,59* <sup>2</sup>	3,59* <sup>1-2</sup>	16,32
T7	SSD	0,4	0	10,11* <sup>2</sup>	2.073* <sup>2</sup>	1,559	48,50* <sup>1</sup>	3,70* <sup>1-2</sup>	15,72
T8	SSD	0,4	100	10,63* <sup>2</sup>	2.134* <sup>2</sup>	2,863* <sup>1</sup>	46,85* <sup>2</sup>	3,60* <sup>1-2</sup>	15,33* <sup>1</sup>
T9	SSD	0,8	0	10,51* <sup>2</sup>	2.164* <sup>2</sup>	3,031* <sup>1</sup>	47,56* <sup>1</sup>	3,58* <sup>1-2</sup>	15,87
T10	SSD	0,8	100	10,29* <sup>2</sup>	1.948* <sup>1-2</sup>	4,743* <sup>1-2</sup>	46,12* <sup>2</sup>	3,60* <sup>1-2</sup>	15,27* <sup>1</sup>
Test. 1	SPC	0	0	11,29	2.454	0,285	43,08	3,13	17,17
Test. 2	SPC	0	100	12,68	2.785	1,752	51,31	3,12	16,32
<b>Média geral</b>				10,59	2213,0	1,68	45,94	3,49	15,90
<b>C.V. (%)</b>				13,18	18,27	69,74	7,41	9,97	9,42

Médias seguidas de: \*<sup>1</sup>, \*<sup>2</sup> e \*<sup>1-2</sup> diferem significativamente da testemunha 1, da testemunha 2 ou de ambas, respectivamente, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; SC - sistema de cultivo.

Para o teor de Cu nas folhas do feijoeiro, as duas testemunhas apresentaram médias inferiores às dos tratamentos T3 e T9 (0,1 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., S/MoF) em SSD (Tabela 3).

Os teores de S (média = 1,45 g kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 0,31 g kg<sup>-1</sup>), K (média = 25,66 g kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 3,77 g kg<sup>-1</sup>), Mg (média = 5,01 g kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 1,21 g kg<sup>-1</sup>), Fe (média = 136,96 mg kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 54,83 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (média = 135,67 mg kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 46,71 mg kg<sup>-1</sup>) e Zn (média = 42,68 mg kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 6,32 mg kg<sup>-1</sup>) nas folhas do feijoeiro não se diferenciaram (P > 0,05), na comparação entre os tratamentos com aplicação de Mo+Gly., em SSD, e as testemunhas, em SPC. Estes resultados concordam com os de Silva et al. (2012) que não verificaram efeito sobre os teores destes nutrientes nas folhas com o uso de MoF.

Com relação ao status nutricional do feijoeiro, os teores médios dos nutrientes supracitados são menores que os teores foliares de S (1,5 - 2,0 g kg<sup>-1</sup>), K (27 - 35 g kg<sup>-1</sup>), Ca (25 - 35 g kg<sup>-1</sup>), Fe (300 - 500 mg kg<sup>-1</sup>) e Mn (200 - 300 mg kg<sup>-1</sup>) e estão dentro da faixa de suficiência para os teores de Mg (3 - 6 g kg<sup>-1</sup>), Cu (8 - 10 mg kg<sup>-1</sup>) e Zn (45 - 55 mg kg<sup>-1</sup>) considerados satisfatórios para o desenvolvimento do feijoeiro por Martinez et al. (1999).

Ressalta-se, que os teores foliares de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn verificados neste experimento apresentaram médias semelhantes às de dois experimentos, com adubação molíbdica, realizados por Rocha (2008), também com a cv. Ouro vermelho, em duas épocas de semeadura e dois sistemas de cultivo.

Os teores de Mo, N, P e S nos grãos do feijoeiro se diferenciaram na comparação entre os tratamentos com aplicação das doses de Mo+Gly., em SSD, e as testemunhas em SPC (Tabela 3).

Quanto ao teor de Mo nos grãos, a média da testemunha 1 (S/MoF) foi igual à apresentada no T1 (ausência de Mo) e à de todos os tratamentos em que se aplicou Mo+Gly, independentemente de se aplicar ou não o MoF (Tabela 3). Por outro lado, os teor de Mo nos grãos nos tratamentos: T2, T4 (0 e 0,1 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., C/MoF) e T5 (0,2 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., S/MoF) foram iguais aos apresentados pela testemunha 2 (C/MoF). Verificou-se ainda, que a aplicação de doses superiores a 0,2 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., sem ou com MoF (T6 a T10) propiciou teor de Mo nos grãos superiores aos das duas testemunhas, em SPC (Tabela 3).

O aumento do teor de Mo nos grãos nos tratamentos que receberam doses mais elevadas de Mo+Gly., principalmente naqueles sem aplicação de MoF, evidencia a grande capacidade do feijoeiro absorver, translocar e armazenar o Mo nos grãos, mesmo quando aplicado junto ao glyphosate. Segundo Brown & Bassil (2011), isto se deve à alta mobilidade do Mo no floema, após a sua absorção pelas raízes, em plantas de soja, arroz e feijão. Essa capacidade de acúmulo de Mo nos grãos do feijoeiro é uma vantagem para produção de sementes, já que em alguns casos a reserva interna da semente é suficiente para que a planta originada desta cresça sem dependência do aporte externo de Mo (JACOB NETO & ROSSETO, 1998; KUBOTA et al., 2008). Sementes com alto teor de Mo estão associadas a uma maior atividade da nitrogenase, maior

acúmulo de biomassa e de N e melhor qualidade fisiológica com maior germinação e vigor das sementes (KUBOTA et al., 2008; LEITE et al., 2009).

Em relação ao teor de N nos grãos, a testemunha 2 (C/MoF) apresentou média igual às de todos os tratamentos em SSD, exceto o T1 (sem Mo+Gly. e S/MoF) que apresentou média inferior. Ao contrário, a testemunha 1 (S/MoF) apresentou média do teor de N nos grãos igual à do T1 e inferior às dos demais tratamentos em SSD (Tabela 3). Esses resultados evidenciaram que, independentemente do sistema de cultivo ou da forma de aplicação, as plantas de feijão foram beneficiadas com a aplicação do Mo+Gly.. Outra informação importante foi a ocorrência de maiores TNG, mesmo nos tratamentos com menores doses de Mo+Gly. e em aplicação de MoF, indicando que nessas condições não há necessidade de sua aplicação via foliar.

Na avaliação do efeito dos tratamentos sobre o teor de P nos grãos, a média do teor de P nos grãos da testemunha 1 (S/MoF) foi igual às verificadas em todos os tratamentos com aplicação do Mo+Gly. em SSD, enquanto que, a média do teor de P nos grãos na testemunha 2 (C/MoF) não se diferenciou das apresentadas nos tratamentos: T3 e T9 (0,1 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., S/MoF) e foi inferior às dos demais tratamentos (Tabela 3).

Para o teor de S nos grãos, as médias apresentadas nas testemunhas em SPC, foram inferiores as do T2 (0 kg ha<sup>-1</sup> de Mo+Gly., C/MoF) e não se diferenciaram das apresentadas pelos demais tratamentos com aplicação das doses de Mo+Gly. combinadas às doses de MoF, em SSD (Tabela 3). A tendência de menor TSG nas testemunhas em SPC, em relação aos tratamentos em SSD, principalmente da testemunha 2, podem ser explicadas pelo possível efeito de diluição dos nutrientes absorvidos, influenciados pela maior PG nesta testemunha (Tabela 2) em relação a todos os tratamentos em SSD.

Os teores de K (média = 23,11 g kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 1,69 g kg<sup>-1</sup>), Ca (média = 2,23 g kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 0,75 g kg<sup>-1</sup>), Mg (média = 1,58 g kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 0,33 g kg<sup>-1</sup>), Cu (média = 11,34 mg kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 2,00 mg kg<sup>-1</sup>), Fe (média = 61,97 mg kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 16,85 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (média = 13,45 mg kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 2,31 mg kg<sup>-1</sup>) e Zn (média = 40,19 mg kg<sup>-1</sup>; desvio padrão = 4,54 mg kg<sup>-1</sup>) nos grãos do feijoeiro não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela aplicação das doses de Mo+Gly.

combinadas às doses de MoF, em SSD, e aplicação MoF, em SPC, na comparação, entre as médias das testemunhas em SPC e as dos tratamentos em SSD.

Rocha (2008) avaliou o efeito da aplicação de Mo na cultura do feijão (cv. Ouro vermelho), em duas épocas (inverno e seca), em SSD e SPC e verificou maiores médias dos teores de Ca, Mg, Zn, Fe e Mn nos grãos do feijoeiro cultivado em SSD, independentemente da época de semeadura. Ressalta-se, que as médias dos teores desses minerais, nos grãos do feijoeiro, no presente experimento, são semelhantes às aquelas verificadas por Rocha (2008), para a mesma cultivar.

**Tabela 3** - Médias de três anos de cultivo dos teores cobre nas folhas e dos teores de molibdênio, nitrogênio, fósforo e enxofre nos grãos do feijoeiro cultivado com a aplicação de doses de Mo junto ao glyphosate (Mo+Gly.), combinadas às doses de Mo via foliar do feijoeiro (MoF) em sistema de semeadura direta (SSD) e em duas testemunhas com ou sem aplicação de Mo via foliar do feijoeiro, em sistema de preparo convencional (SPC) - Coimbra, MG

TRAT.	SC	Mo+Gly.	MoF	Cu	Mo	N	P	S
		kg ha <sup>-1</sup>	g ha <sup>-1</sup>	----- mg kg <sup>-1</sup> -----		----- g kg <sup>-1</sup> -----		
T1	SSD	0	0	11,72	0,367* <sup>2</sup>	31,83* <sup>2</sup>	5,53* <sup>2</sup>	1,61
T2	SSD	0	100	10,86	1,847* <sup>1</sup>	35,35* <sup>1</sup>	5,56* <sup>2</sup>	1,72* <sup>1-2</sup>
T3	SSD	0,1	0	12,04* <sup>1-2</sup>	1,289 * <sup>1</sup>	36,47* <sup>1</sup>	5,44	1,49
T4	SSD	0,1	100	11,66	2,629* <sup>1</sup>	37,00* <sup>1</sup>	5,63* <sup>2</sup>	1,49
T5	SSD	0,2	0	11,02	2,268* <sup>1</sup>	36,61* <sup>1</sup>	5,55* <sup>2</sup>	1,46
T6	SSD	0,2	100	11,74	4,215* <sup>1-2</sup>	37,33* <sup>1</sup>	5,53* <sup>2</sup>	1,54
T7	SSD	0,4	0	10,62	4,617* <sup>1-2</sup>	36,41* <sup>1</sup>	5,59* <sup>2</sup>	1,45
T8	SSD	0,4	100	11,41	6,594* <sup>1-2</sup>	36,83* <sup>1</sup>	5,63* <sup>2</sup>	1,59
T9	SSD	0,8	0	11,85* <sup>1-2</sup>	7,463* <sup>1-2</sup>	37,19* <sup>1</sup>	5,44	1,56
T10	SSD	0,8	100	11,31	8,642* <sup>1-2</sup>	36,94* <sup>1</sup>	5,50* <sup>2</sup>	1,51
Test.1	SPC	0	0	8,55	0,255	33,43	5,25	1,17
Test.2	SPC	0	100	8,54	1,697	36,42	5,01	1,13
<b>Média geral</b>				10,94	3,490	35,99	5,47	1,48
<b>C.V. (%)</b>				25,85	32,63	4,66	7,68	28,62

Médias seguidas de: \*<sup>1</sup>, \*<sup>2</sup> e \*<sup>1-2</sup> diferem significativamente da testemunha 1, da testemunha 2 ou de ambas, respectivamente, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; SC - sistema de cultivo.

## CONCLUSÕES

- A aplicação de Mo por via foliar no feijoeiro em sistema de plantio convencional é mais eficiente para se obter maior produtividade de grãos e melhor nutrição

nitrogenada do que a aplicação de Mo junto ao glyphosate na dessecação da braquiária em sistema de semeadura direta.

- A aplicação de Mo junto ao glyphosate na dessecação da braquiária em sistema de semeadura direta é mais eficiente para se obter melhor efeito do Mo na nutrição do feijoeiro, em comparação com a aplicação de Mo por via foliar no feijoeiro em sistema de plantio convencional.
- A aplicação de Mo junto ao glyphosate na dessecação da braquiária em sistema de semeadura direta proporcionou maiores teores de P em folhas e grãos do feijoeiro quando comparado à aplicação de Mo por via foliar em sistema de plantio convencional.
- A aplicação de Mo junto ao glyphosate na dessecação da braquiária em sistema de semeadura direta não altera a composição química de S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn em folhas e grãos do feijoeiro, quando se compara com a aplicação do Mo por via foliar no feijoeiro em sistema de plantio convencional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, G. A. A.; SILVA, A. A.; THOMAS, A.; ROCHA, P. R. R. Misturas de herbicidas com adubo molíbdico na cultura do Feijão. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.237-247, 2008.

ARAÚJO, P. R. A.; ARAÚJO, G. A. A.; ROCHA, P. R. R.; CARNEIRO, J. E. S. Combinações de doses de molibdênio e nitrogênio na adubação da cultura do feijoeiro comum. **Acta Sci. Agronomy**, v. 31, n. 2, p. 227-234, 2009.

ASCOLI, A. A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 377-384, 2008.

BARBOSA, G. F.; ARF, O.; NASCIMENTO, M. S.; BUZETTI, S.; FREDDI, O. S.; Nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar no feijoeiro de inverno. **Acta Sci. Agronomy**, v.32, p.117-123, 2010.

BISCARO, G. A.; FREITAS JÚNIOR, N. A.; SORATTO, R. P.; KIKUTI, H.; GOULART JÚNIOR, S. A. R. Nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar no feijoeiro irrigado cultivado em solo de cerrado. **Acta Sci. Agronomy**, v. 33, n. 4, p. 665-670, 2011.

BROWN, P. H.; BASSIL, E. **Overview of the acquisition and utilization of boron, chlorine, copper, manganese, molybdenum, and nickel by plants and prospects for improvement of micronutrient use efficiency**. In: The molecular and physiological basis of nutrient use efficiency in crops. HAWKESFORD, M. J.; BARRACLOUGH, P. B. editors. Wiley-Blackwell. p. 377-429, 2011.

CAMELO, G. N.; ARAÚJO, G. A. A. A.; FONTES, R. L. F.; DIAS, L. A. S.; CARNEIRO, J. E. S. Molybdenum mixed with glyphosate and alone via foliar spray in no-tillage common bean grown on corn stover. **Rev. Ceres**, v. 61, n.1, p. 62-69, 2014.

CASTOLDI, G.; FREIBERGER, M. B.; CASTOLDI, G.; COSTA, C. H. M. Manejo da adubação em sistema plantio direto. **Rev. Trópica**. v. 6, n.1, p. 62-74, 2012.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. FAGANELLO, A.; SATTLER, A. "Vertical mulching" como prática conservacionista para manejo de enxurrada em sistema plantio direto. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 32, p. 2847-2852, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed. Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 2006. 412p.

GOMES JUNIOR, F. G.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V. Nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre gramíneas. **Acta Sci. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 387-395, 2008.

JACOB NETO, J. **Variação estacional, concentração nas sementes e níveis crítico de Mo nos nódulos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1985. 141 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí-RJ, 1985.

JACOB NETO, J.; ROSSETO, C. A. V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. **Floresta e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 171-183, 1998.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; PEREIRA, J. L. Produtividade e plantas daninhas na cultura do feijão em sucessão ao milho consorciado com *Brachiaria brizantha*. **Rev. Ceres**, v. 52, n. 301, p. 602-612, 2005.

KUBOTA, F. Y.; ANDRADE NETO, A. C.; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 32, n. 4, p. 1635-1641, 2008.

LEITE, U. T.; ARAÚJO, G. A. A.; MIRANDA, G. V.; VIEIRA, R. F.; CARNEIRO, J. E. S.; PIRES, A. A. Rendimento de grãos e componentes de rendimento do feijoeiro em função da aplicação foliar de doses crescentes de molibdênio. **Acta Sci. Agronomy**, Maringá-PR, v. 29, n. 1, p. 113-120, 2007.

LOPES, P. R. C.; GOGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 11, n. 1, p. 71-75, 1987.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 46, n. 10, p. 1269-1276, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C & OLIVEIRA, S. A. (1997) - **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Potafos, Piracicaba, 319 pp.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. **Diagnose foliar**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. Recomendações para o uso de corretivo e fertilizante em Minas Gerais. 5a Aproximação. Viçosa-MG, 1999. p. 143-168.

MENDEL, R. R.; KRUSE, T. Review: Cell biology of molybdenum in plants and humans. **Biochimica et Biophysica Acta**. v. 1823, n. 9, p. 1568-1579, 2012.

NASCIMENTO, M. S.; ARF, O.; SILVA, M. G. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Acta Sci. Agronomy**, v. 26, n. 2, p. 153-159, 2004.

NASCIMENTO, M. S.; ARF, O.; BARBOSA, G. F.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, R. S.; CASTRO, R. M. Nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar em feijoeiro de inverno no sistema plantio direto II - características agronômicas e produtividade. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 5, p. 351-358, 2009.

OLIVEIRA, I. P.; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 171-221.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro "Ouro negro" em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 24, n. 1, p. 75-84, 2000.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Atividades de nitrogenase e redutase de nitrato e produtividade do feijoeiro "Ouro Negro" em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 25, p. 217-224, 2001.

PIANA, C. F. B.; SILVA, J. G. C.; ANTUNES, I. F. Ajuste do rendimento para variação do estande em experimentos de melhoramento genético do feijão. **Pesq. Agropec. bras.**, v. 42, n. 12, p. 1687-1696, 2007.

PIRES, A. A.; ARAUJO, G. A. A.; MIRANDA, G. V.; BERGER, P. G.; FERREIRA, A. C. B. 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. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1092-1098, 2004.

ROCHA, P. R. R. Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional. 2008. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.

ROCHA, P. R. R.; ARAÚJO, G. A. A.; CARNEIRO, J. E. S.; CECON, P. R.; LIMA, T. C. Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Rev. Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 9-17, 2011.

SILVA, E. B.; SANTOS, S. R.; FONSECA, F. G.; TANURE, L. P. P.; FREITAS, J. P. X. Aplicação foliar de molibdênio em feijoeiro irrigado cultivado no norte de Minas Gerais. **Biosci. Journal**, v. 28, p. 64-71, 2012.

SILVA, M. V.; ANDRADE, M. J. B.; RAMALHO, M. A. P.; ALVES, V. G. Aplicação foliar simultânea de molibdênio e alguns defensivos agrícolas na cultura do feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 1160-1164, 2003.

SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B.; TAVARES, C. A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 41, n.5, p.739-745, 2006.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 2007.

## APÊNDICE

**Tabela 1A** - Resumo das análises de variância conjunta dos teores de molibdênio (TMoP), nitrogênio (TNP), da relação C:N (C/N-P) e dos teores de potássio (TKP), cálcio (TCaP) magnésio (TMgP), fósforo (TPP), enxofre (TSP), cobre (TCuP), ferro (TFeP), manganês (TMnP) e zinco (TZnP), na palha na área do feijoeiro cultivado em sistema de semeadura direta sobre palha de braquiária em 2009, 2010 e 2011 - Coimbra, MG

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADO MÉDIO											
		TMoP	TNP	C:N-P	TKP	TCaP	TMgP	TPP	TSP	TCuP	TFeP	TMnP	TZnP
<b>Bloco</b>	3	43,11	0,428	81,45	15,25	0,381	1,614	0,1507	0,052	2,771	3884,2	1785,1	36,914
<b>Mo+Gly.</b>	4	1622**	1,216	150,6	2,869	0,425	0,389	0,0589	0,013	0,730	2883,3	484,32	16,069
<b>Erro a</b>	12	26,502	1,192	118,8	10,22	0,590	0,292	0,1090	0,017	3,887	7308,1	852,19	38,740
<b>Mo Foliar (MoF)</b>	1	241,9**	0,148	203,6	2,298	0,122	0,275	0,0043	0,0009	3,743	932,98	23,897	16,847
<b>Mo+Gly. x MoF</b>	4	23,801	0,239	125,5	11,85	0,163	0,237	0,0703	0,064	1,549	17890	1796,6	7,8194
<b>Erro b</b>	15	8,7059	0,917	110,5	6,376	0,533	0,436	0,0758	0,019	3,876	15629	1470,2	51,659
<b>Ano (A)</b>	2	286,8**	20,52**	2915**	577,9**	38,47**	2,835**	17,650**	1,579**	42,69**	50680**	78642**	799,9**
<b>Mo+Gly. x A</b>	8	44,91**	1,171	276,3	6,556	0,875	0,115	0,0433	0,015	0,742	7506,8	2290,1	5,4504
<b>MoF x A</b>	2	7,084**	0,364	166,1	1,248	0,474	0,164	0,1289	0,039	4,931	12576	1611,9	20,189
<b>Mo+Gly. x MoF x A</b>	8	3,692	0,319	97,21	15,79	0,304	0,089	0,0811	0,029	2,009	7762,5	1428,3	4,2119
<b>Erro C</b>	60	14,19	0,854	134,0	9,382	0,560	0,324	0,1242	0,030	2,451	14758	1249,8	63,297
<b>C.V. (%) - Parcela</b>		52,18	19,92	14,53	29,48	12,00	17,36	19,46	17,59	105,6	34,49	16,41	23,21
<b>C.V. (%) - Subparcela</b>		29,91	17,48	14,02	23,29	11,39	21,34	16,22	18,51	105,5	50,44	21,56	26,80
<b>C.V. (%) - Subsubparcela</b>		38,19	16,87	15,43	28,25	11,69	18,39	21,01	23,21	167,4	49,01	19,87	29,67
<b>Média Geral</b>		9,866	5,47	74,24	6,67	6,40	2,56	1,70	0,74	5,07	256,1	177,53	28,37

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 2A** - Resumo das análises de variância conjunta dos teores de molibdênio (TMoF), nitrogênio (TNF); fósforo (TPF), enxofre (TSF), potássio (TKF), cálcio (TCaF), magnésio (TMgF), cobre (TCuF), ferro (TFeF), manganês (TMnF) e zinco (TZnF) nas folhas do feijoeiro cultivado em sistema de semeadura direta sobre palha de braquiária em 2008, 2009, 2010 e 2011 - Coimbra, MG

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADO MÉDIO										
		TMoF	TNF	TPF	TSF	TKF	TCaF	TMgF	TCuF	TFeF	TMnF	TZnF
<b>Bloco</b>	3	0,5839	19,932	0,4565	1,9669	60,158	2,920	2,1183	5,2226	4740,1	2549,2	45,092
<b>Mo+Gly.</b>	4	42,680**	125,00**	0,2188	0,1587	4,4564	0,927	0,1896	2,6589	2769,5	861,01	40,804
<b>Erro a</b>	12	0,7347	7,7125	0,1247	0,2512	4,9939	1,739	0,2951	7,3631	8330,5	1713,0	61,379
<b>Mo Foliar (MoF)</b>	1	49,458**	34,721*	0,0017	0,3045	0,3026	0,634	0,0326	0,6398	3644,3	130,14	3,8156
<b>Mo+Gly. x MoF</b>	4	0,5501	78,755**	0,0767	0,5620	1,5285	1,979	0,0606	3,9464	4705,9	160,84	20,114
<b>Erro b</b>	15	0,9122	6,4079	0,1068	0,2842	4,6151	1,036	0,1336	8,5210	11136	1259,9	12,375
<b>Ano (A)</b>	3	17,749**	846,06**	5,9188**	23,344**	705,71**	785,4**	55,05**	567,29**	356,83	8383**	330,10**
<b>Mo+Gly. x A</b>	12	4,9936**	13,001	0,0563	0,1545	2,7692	3,090	0,2390	3,0728	4468,7	1196,2	7,0103
<b>MoF x A</b>	3	8,9478**	16,328	0,3068	0,4921	2,2918	0,213	0,0515	1,3172	383,96	752,87	1,5655
<b>Mo+Gly. x MoF x A</b>	12	0,5102	15,464	0,9053	0,5569	1,1730	1,115	0,0547	5,3703	2612,7	267,61	5,3393
<b>Erro C</b>	90	0,8969	15,398	0,1308	0,3259	6,5878	3,201	0,3979	8,2126	6803,5	1482,3	12,318
<b>C. V. (%) - Parcela</b>		51,87	6,21	10,45	27,69	9,42	7,37	11,35	28,26	66,63	35,33	18,06
<b>C. V. (%) - Subparcela</b>		57,80	5,66	9,66	29,44	9,05	5,69	7,64	30,40	77,04	30,30	8,11
<b>C. V. (%) - Subsubparcela</b>		57,31	8,78	10,70	31,53	10,82	10,00	13,18	29,85	60,21	32,87	8,09
<b>Média geral</b>		1,653	44,71	3,38	1,81	23,73	17,89	4,78	9,60	136,99	117,13	43,38

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 3A** - Resumo das análises de variância conjunta dos teores de e do teor de molibdênio (TMoG), nitrogênio (TNG), fósforo (TPG), enxofre (TSG), potássio (TKG), cálcio (TCaG), magnésio (TMgG), cobre (TCuG), zinco (TZnG), ferro (TFeG) e manganês (TMnG) nos grãos do feijoeiro cultivado em sistema semeadura direta sobre palha de braquiária em 2008, 2009, 2010 e 2011 - Coimbra, MG

FONTE DE VARIÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO										
		TMoG	TNG	TPG	TSG	TKG	TCaG	TMgG	TCuG	TFeG	TMnG	TZnG
<b>Bloco</b>	3	1,275	4,6869	1,2224	0,5199	7,4202	0,2025	0,0167	28,557	333,12	22,423	50,028
<b>Mo+Gly.</b>	4	192,7**	68,076**	0,1856	0,0472	1,0958	0,0973	0,0039	25,341	176,97	0,8259	7,5083
<b>Erro a</b>	12	0,995	7,7886	0,2261	0,1011	1,7516	0,1177	0,0095	36,861	223,57	3,2559	5,0644
<b>Mo Foliar (MoF)</b>	1	90,57**	24,666**	0,0172	0,0394	0,4092	0,0456	0,0036	24,976	20,244	0,1270	0,7770
<b>Mo+Gly. x MoF</b>	4	1,029	18,177**	0,1986	0,0754	1,4302	0,1490	0,0053	22,368	152,41	2,2214**	2,2620
<b>Erro b</b>	15	0,924	2,6905	0,1032	0,0782	0,9734	0,1130	0,0128	35,488	235,51	0,8010	6,7199
<b>Ano (A)</b>	3	30,43**	1129,7	22,426**	4,3397**	43,221**	58,579**	4,7358**	272,61**	17101**	171,74**	636,89**
<b>Mo+Gly. x A</b>	12	10,61**	5,1721	0,1951	0,2267	2,6446	0,1199	0,0164	23,676	157,57	2,8953	4,3092
<b>MoF x A</b>	3	1,361	3,9229	0,2594	0,0966	0,2253	0,0037	0,0003	18,738	14,698	1,1656	0,1173
<b>Mo+Gly. x MoF x A</b>	12	0,845	4,9167	0,1258	0,0511	0,8495	0,0643	0,0035	19,807	269,31	0,3916	1,1859
<b>Erro C</b>	90	0,539	5,6661	0,1707	0,1938	1,6485	0,1100	0,0139	35,322	239,29	1,8476	5,3819
<b>C.V. (%) - Parcela</b>		26,79	7,34	8,34	20,91	5,66	12,64	5,95	48,00	21,19	13,97	5,58
<b>C.V. (%) - Subparcela</b>		25,82	4,31	5,64	18,39	4,22	12,39	6,87	47,10	21,75	6,93	6,43
<b>C. V. (%) - Subsubparcela</b>		19,73	6,26	7,25	28,95	5,49	12,22	7,18	46,99	21,93	10,52	5,75
<b>Média geral</b>		3,722	38,03	5,70	1,52	23,36	2,71	1,64	12,65	70,55	12,92	40,33

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 4A** - Resumo das análises de variância conjunta do estande final (EF), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G), produtividade de grãos (PG) e leitura do Índice SPAD (I. SPAD) do feijoeiro cultivado em sistema semeadura direta sobre palha de braquiária em 2008, 2009, 2010 e 2011 - Coimbra, MG

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADO MÉDIO					
		EF	NVP	NGV	M100G	PG	I. SPAD
<b>Bloco</b>	3	1456602000	15,26798	0,32588	5,278302	2496586	6,896936
<b>Mo+Gly.</b>	4	2019004000**	5,052029*	0,48294	1,010695	165751,0	6,263529
<b>Erro a</b>	12	251425800,2	1,440069	0,18788	0,768999	191601,8	3,041728
<b>Mo Foliar (MoF)</b>	1	430664100,0	0,002104	0,19246	1,454971	6092,628	16,62166*
<b>Mo+Gly. x MoF</b>	4	370214800,0	3,497438	0,16135	1,219082	353576,3	11,28072*
<b>Erro b</b>	15	176263000,0	1,611728	0,20029	1,002894	81265,78	3,719064
<b>Ano (A)</b>	3	131141100000**	9,792101**	76,767**	87,53283*	2311598**	38,14996**
<b>Mo+Gly. x A</b>	12	915071600,0	3,402872*	0,19762	1,872916*	267050,8**	5,159042
<b>MoF x A</b>	3	382955700,0	2,089793	0,28353	0,270064	91823,63	3,933569
<b>Mo+Gly. x MoF x A</b>	12	188261700,0	3,305998	0,29902	0,827715	58655,38	5,136594
<b>Erro C</b>	90	696792500,0	1,734750	0,20761	1,007465	101751,2	3,957063
<b>C. V. (%) - Parcela</b>		8,45	11,61	8,95	3,69	21,22	4,23
<b>C. V. (%) - Subparcela</b>		7,08	12,28	9,21	4,21	13,82	4,67
<b>C. V. (%) - Subsubparcela</b>		14,07	12,74	9,39	4,22	15,47	4,82
<b>Média geral</b>		187609,3	10,34	4,85	23,78	2062,5	41,28

\* F significativo a 5% e \*\* F significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 5A** - Resumo das análises de variância conjunta do estande final (EF), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de 100 grãos (M100G), produtividade de grãos (PG), leitura do índice SPAD (Í SPAD) do feijoeiro cultivado com a aplicação de doses combinadas de Mo junto ao glyphosate na dessecação da palha da braquiária e doses de Mo isoladamente via foliar do feijoeiro em sistema de semeadura direta e em duas testemunhas com ou sem aplicação foliar de Mo em sistema de preparo convencional - Coimbra, MG

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADO MÉDIO				
		EF	NVP	NGV	M100G	PG
<b>Bloco</b>	2	26975683594,0	13,666	0,2094	177,234	1647803,0
<b>Tratamento</b>	11	739491596,000	6,7079**	0,4720	0,99440	579755,13**
<b>Erro a</b>	130	587632712,340	1,9481	9,8952	1,08489	163464,30
<b>C.V. (%)</b>		15,06	13,18	8,22	4,36	18,27
<b>Média geral</b>		161015,6	10,59	5,57	23,90	2213,01

\* F significativo a 5% e \*\* F significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 6A** - Resumo das análises de variância dos teores de molibdênio (TMoF), nitrogênio (TNF), fósforo (TPF), enxofre (TSF), potássio (TKF), cálcio (TCaF), magnésio (TMgF), cobre (TCuF), zinco (TZnF), ferro (TFeF) e manganês (TMnF) nas folhas do feijoeiro cultivado com a aplicação de doses combinadas de Mo junto ao glyphosate na dessecação da palha da braquiária e doses de Mo isoladamente via foliar do feijoeiro em sistema de semeadura direta e em duas testemunhas com ou sem aplicação foliar de Mo em sistema de preparo convencional - Coimbra, MG

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADO MÉDIO										
		TMoF	TNF	TPF	TSF	TKF	TCaF	TMgF	TCuF	TZnF	TFeF	TMnF
<b>Bloco</b>	2	16,686	996,73	1,7636	1,3722	454,474	53,010	76,276	62,194	805,72	149,86	47330,8
<b>Tratamento</b>	11	21,748**	88,950**	0,3952**	0,0267	4,5312	3,6532	0,5375	17,146*	48,162	3286,6	686,250
<b>Erro a</b>	130	1,3779	11,581	0,1210	0,0810	8,2547	2,2444	0,3887	8,0016	27,518	3026,3	1613,33
<b>C.V. (%)</b>		69,74	7,41	9,97	19,69	11,19	9,42	12,47	25,85	12,29	40,17	29,61
<b>Média geral</b>		1,68	45,94	3,49	1,45	25,66	15,90	5,01	10,94	42,68	136,96	135,67

\* F significativo a 5% e \*\* F significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 7A** - Resumo das análises de variância dos teores de molibdênio (TMoG), nitrogênio (TNG), fósforo (TPG), enxofre (TSG), potássio (TKG), (TCaG), magnésio (TMgG), cobre (TCuG), zinco (TZnG), ferro (TFeG) e manganês (TMnG) nos grãos do feijoeiro cultivado com a aplicação de doses combinadas de Mo junto ao glyphosate na dessecação da palha da braquiária e doses de Mo isoladamente via foliar do feijoeiro em sistema de semeadura direta e em duas testemunhas com ou sem aplicação foliar de Mo em sistema de preparo convencional - Coimbra, MG

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADO MÉDIO										
		TMoG	TNG	TPG	TSG	TKG	TCaG	TMgG	TCuG	TFeG	TMnG	TZnG
<b>Bloco</b>	2	21,818	985,94	23,016	6,1919	60,264	31,693	7,0159	10,991	8744,7	224,88	889,80
<b>Tratamento</b>	11	94,884**	33,989**	0,3781*	0,3456*	0,8261	0,1292	0,0121	5,3726	66,282	3,6353	6,6690
<b>Erro a</b>	130	1,2759	2,7972	0,1764	0,1782	2,1407	0,1124	0,0132	3,7651	54,702	2,0952	8,3937
<b>C.V. (%)</b>		32,63	4,66	7,68	28,62	6,33	15,03	7,30	17,11	11,94	10,76	7,21
<b>Média geral</b>		3,490	35,99	5,47	1,48	23,11	2,23	1,58	11,34	61,97	13,45	40,19

\* F significativo a 5% e \*\* F significativo a 1% de probabilidade.