

GESSIMAR NUNES CAMELO

**MOLIBDÊNIO APLICADO COM GLYPHOSATE EM DESSECAÇÃO
NO PLANTIO DIRETO DO FEIJOEIRO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C181m
2011

Camelo, Gessimar Nunes, 1972-
Molibdênio aplicado com glyphosate em dessecação no
plantio direto do feijoeiro / Gessimar Nunes Camelo.
- Viçosa, MG, 2011.
x, 46f. : il. ; 29cm.

Orientador: Geraldo Antônio de Andrade Araújo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 37- 46.

1. Feijão - Cultivo. 2. Feijão - Adubos e fertilizantes.
3. Molibdênio. 4. Glyphosate (Herbicida). 5. Palha -
Utilização na agricultura. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22. ed. 635.65281

GESSIMAR NUNES CAMELO


**MOLIBDÊNIO APLICADO COM GLYPHOSATE EM DESSECAÇÃO
NO PLANTIO DIRETO DO FEIJOEIRO**

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

APROVADA: 16 de fevereiro de 2011.




Prof. José Eustáquio de Souza Carneiro



Prof. Luiz Antônio dos Santos Dias
(Coorientador)



Dr. Rogério Faria Vieira



Prof. Geraldo Antônio de Andrade Araújo
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais, Pedro e Conceição.

À minha esposa, Elizabeth.

À minha filha, Gabriela.

Aos meus irmãos e irmãs.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

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

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro.

Ao professor Geraldo Antônio de Andrade Araújo, pela orientação, confiança e amizade.

Aos professores Renildes Lúcio Ferreira Fontes e Luiz Antonio dos Santos Dias, pelos conselhos e pelas sugestões, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao professor José Eustáquio de Souza Carneiro e ao pesquisador Dr. Rogério de Faria Vieira, pela participação na banca examinadora e pelas sugestões para a melhoria desta dissertação.

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

À minha esposa, Elizabeth, e à minha filha, Gabriela, pelo amor sincero, pelo sacrifício e pela compreensão durante a minha ausência.

Ao colega Laércio Júnior, pela inestimável contribuição.

Aos bolsistas Jamil Júnior e Vinícius Carneiro e à estagiária Daniela Coelho, pela colaboração.

Aos meus amigos Antônio Resende, Delineide, Fred Denilson, João Paulo, Júnia Clemente, Paula Sano, Rafael Carlos, Róbson Pelúcio e Raimundo Luiz, pela colaboração, pela amizade e pelo companheirismo em todos os momentos.

Àqueles que, embora não tenham sido citados, contribuíram para a realização desta dissertação, 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.

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 título 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, Brasil, submetendo-se à defesa da dissertação em 16 de fevereiro de 2011.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. Feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária	16
4.2. Feijoeiro cultivado sobre palhada de milho	27
5. CONCLUSÕES	35
5.1. Conclusões para feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária.....	35
5.2. Conclusões para feijoeiro cultivado sobre palhada de milho	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

RESUMO

CAMELO, Gessimar Nunes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2011.
Molibdênio aplicado com glyphosate em dessecação no plantio direto do feijoeiro. Orientador: Geraldo Antônio de Andrade Araújo. Coorientadores: Renildes Lúcio Ferreira Fontes e Luiz Antônio dos Santos Dias.

Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação do molibdênio (Mo) em mistura com o dessecante no cultivo do feijoeiro no plantio direto, foram realizados dois ensaios em campo, em Coimbra, Minas Gerais: um sobre palhada de braquiária e outro sobre palhada de milho, em 2009 e 2010. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas por cinco doses de molibdênio (0, 100, 200, 400 e 800 g ha⁻¹) aplicadas juntamente com o herbicida dessecante (Glyphosate) e as subparcelas, constituídas por duas doses de molibdênio (0 e 100 g ha⁻¹) aplicadas via foliar no feijoeiro. Em 2008, os mesmos tratamentos já haviam sido aplicados nas áreas das duas palhadas. Em 2009 e 2010 os tratamentos foram realocados nas mesmas subparcelas. Cada subparcela foi composta por cinco linhas de plantas de feijão, cultivar Ouro Vermelho, com 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m. A adubação de plantio foi realizada com 350 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 e a de cobertura com 45 kg de N ha⁻¹ na forma de ureia, 25 dias após a emergência das plantas. A adubação foliar molíbdica foi realizada no estádio V4, sendo o molibdato de sódio (39% de Mo) a fonte de Mo. Não houve efeito significativo da aplicação do Mo, tanto em mistura com o dessecante como via foliar, sobre os componentes da produção e leitura SPAD (sistema plantio direto) do feijoeiro no

plantio sobre palhada de braquiária. Porém, em 2009, a massa de 100 grãos (M100G), a produtividade de grãos (PG) e a leitura SPAD foram estatisticamente superiores. Tanto o teor de Mo nos grãos (TMoG) quanto o teor de N nos grãos (TNG) e nas folhas (TNF) aumentaram com a aplicação do Mo junto com dessecante ou via foliar no feijoeiro. Nos experimentos sobre palhada de milho, a aplicação do Mo em mistura ao dessecante e a aplicação foliar de Mo sobre o feijoeiro não influenciaram a produtividade de grãos. O teor foliar de Mo aumentou com a aplicação do micronutriente junto com o dessecante e com a sua aplicação foliar.

ABSTRACT

CAMELO, Gessimar Nunes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2011.
Molybdenum with glyphosate application in desiccation of common bean plants in no-tillage system. Adviser: Geraldo Antônio de Andrade Araújo. Co-advisers: Renildes Lúcio Ferreira Fontes and Luiz Antônio dos Santos Dias.

Two field testings were carried out in Coimbra, Minas Gerais, in 2009 and 2010, aiming at assessing the effect caused by the application of molybdenum (Mo) mixed up with desiccants on common bean plants in no-tillage system: one on varied brachiaria species and another on corn plant residues. The experimental design consisted of four randomized blocks distributed in a subdivided plot scheme. The plots consisted of five doses of molybdenum (0, 100, 200, 400 and 800 g ha⁻¹) applied simultaneously with the desiccant herbicide (Glyphosate); and the subplots of two doses of molybdenum (0 and 100 g ha⁻¹) supplied through the leaves of the common bean plant. The two corn residue areas had already received the same treatments in 2008. They were reallocated, in 2009 and 2010, to the same subplots, with five lines of bean plants per plot, Red Bean cultivar type, 5 meters long, planted at 0.5 m intervals. Manuring additions of 350 kg ha⁻¹ of the 08-28-16 formula, and 45 kg of N ha⁻¹ as urea, were applied to the soil, and to the leaves, respectively, 25 days after the emerging seedlings appeared. Molybdenum fertilization through the leaves was carried out in stage V4 with sodium molybdate (39% Mo) as the Mo supplier. The Mo application showed no significant result, either in a mixture with the desiccant or through the leaves, on the production components or the SPAD reading of the common bean plant breeding on brachiaria

species. In 2009, though, the mass of 100 grains (M100G), the grain yield (PG) and the SPAD reading were statistically superior. Mo content in the grains (TMoG) as well as N content (TNG) in the grains and leaves increased after the application of Mo with desiccant or through the leaves in the common bean plant. But in experiments with brachiaria species, the application of Mo mixed up with desiccants, or through the leaves, showed no influence on grain yield on the common bean plant. The Mo content in the leaves also increased with application of micronutrients together with desiccant and applied through the leaves.

1. INTRODUÇÃO

Cultivado por pequenos e grandes produtores em todas as regiões brasileiras, o feijoeiro comum é representativo em valores econômicos e sociais. É importante para a segurança alimentar de inúmeras famílias rurais que o cultivam para autoconsumo. A cultura é apropriada para sistemas agrícolas intensivos, bem como para aqueles com menor uso tecnológico.

Apesar de se associar simbioticamente com o rizóbio para fixação do nitrogênio molecular (N_2), a cultura depende de adubação nitrogenada suplementar para alcançar produtividades expressivas. No Brasil, a deficiência de nutrientes nos solos, em especial de nitrogênio (N), tem sido considerada fator preponderante para o baixo rendimento do feijão. Em razão do elevado custo dos adubos nitrogenados e do baixo poder aquisitivo da maioria dos produtores, necessário se faz disponibilizar alternativas menos onerosas para o produtor, especialmente para os de baixa renda (LEITE *et al.*, 2007).

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro, sendo requerido em quantidades superiores a 100 kg ha^{-1} para garantir altas produtividades (FERNANDES *et al.*, 2005). A aplicação de molibdênio (Mo) via foliar tem sido citada como eficiente para reduzir a quantidade de fertilizante nitrogenado a ser aplicado na cultura do feijão, uma vez que o Mo é essencial para a atuação do N na planta, por agir junto a enzimas ligadas ao metabolismo desse nutriente. O Mo participa como elemento estrutural da enzima nitrogenase, responsável pela fixação simbiótica de N_2 atmosférico com produção de NH_3 , feita pelo *Rhizobium*, e também da redutase do nitrato, enzima

que catalisa a redução do NO_3^- a NO_2^- , primeira etapa na incorporação do N em moléculas orgânicas (MARSCHNER, 1995).

O sistema plantio direto (SPD) tem se destacado como uma alternativa muito importante na produção de grãos, por permitir o cultivo sem que haja grandes impactos negativos ao ambiente, contribuindo para maior preservação dos recursos solo e água.

O sucesso do SPD é dependente da quantidade, qualidade e permanência de cobertura morta em superfície, condições estas atendidas pelas plantas de milho e das espécies do gênero *Brachiaria*. A quantidade de palhada fornecida pelas plantas de milho após a exportação dos grãos tem sido suficiente para garantir a eficiente cobertura do solo (GOMES JÚNIOR, 2005), além de ser uma interessante cultura de rotação com leguminosa como o feijoeiro. 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 a matéria orgânica, nutrientes, agregação, estrutura, permeabilidade, infiltração, entre outros. A camada de palha, ao cobrir a superfície do solo, impede a formação de crostas, permitindo a infiltração de água no perfil do solo, em função dos canais abertos pelas raízes decompostas (SALTON, 2001).

O feijoeiro destaca-se entre as principais culturas anuais em adaptação ao SPD e tem sido a mais importante, em área cultivada, nos sistemas irrigados por aspersão no período de entressafra, sendo em algumas situações explorada até em duas safras sequenciais em um mesmo período, principalmente em virtude dos eventuais preços, pelo ciclo curto e pela adaptação ao clima (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2003).

Apesar de as respostas ao Mo serem bastante variáveis em condições de campo, a elevação na produtividade de grãos de feijão com o fornecimento de Mo é constatada em diversos trabalhos.

Em vários estudos foi comprovada a viabilidade de se aplicar fertilizantes, principalmente micronutrientes, em mistura à calda de defensivos agrícolas, por via foliar do feijoeiro no estágio V4, com o objetivo de reduzir custos e racionalizar o uso de equipamentos (ARAÚJO *et al.*, 1999, 2008; SILVA *et al.*, 2003b). Damato Neto (2010) obteve aumento de produtividade do feijoeiro, no primeiro ano de cultivo, após a aplicação do Mo junto com o dessecante glyphosate, sob palhada de braquiária em SPD. O objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas do feijoeiro cultivado no sistema de plantio direto e submetido a diferentes doses de Mo, aplicadas juntamente com o dessecante glyphosate e por via foliar no feijoeiro, sobre palhadas de milho e braquiária, em dois anos de cultivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O molibdênio (Mo), do grego molybdos (“como o chumbo”), não é encontrado na natureza na forma livre e está sempre ligado a outros elementos, principalmente na forma de molibdenita (MoS_2), powellita $\text{Ca}(\text{MoW}_4)\text{O}_4$, molibdita ($\text{FeO}_3 \cdot 3\text{MoO}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) e wulfenita (PbMoO_4) (CARVALHO, 2008). Sua concentração em solos varia de 1,0 a 5,0 e de 10 a 100 mg kg^{-1} para solos não adubados e adubados com Mo, respectivamente (MARTINEZ *et al.*, 1996). Pode ser encontrado dissolvido na solução do solo, adsorvido na fração coloidal, retido na rede cristalina de minerais, ou ainda complexado com a matéria orgânica (GUPTA, 1997; DECHEN *et al.*, 2006). A forma mais comum encontrada na solução do solo é como MoO_4^{2-} , e em menor quantidade, como ácido molíbdico (H_2MoO_4) (COELHO *et al.*, 2000).

Coelho *et al.* (2000) estudaram a adsorção de Mo em quatro tipos de solos de Minas Gerais e constataram que sua adsorção está diretamente correlacionada com o teor de argila e matéria orgânica do solo. Fontes e Coelho (2005) avaliaram a adsorção de MoO_4^{2-} em 12 solos brasileiros e concluíram que os óxidos de Fe amorfo e cristalino, a argila e a matéria orgânica respondem pela maior parte da adsorção, com predominância para os óxidos de Fe amorfo e matéria orgânica.

A adsorção de MoO_4^{2-} em solos ocorre por meio de coordenação específica com grupos hidroxila na superfície das partículas orgânicas e minerais do solo (WU; LIN, 2000), com algumas substâncias orgânicas tendo maior afinidade por Mo do que minerais de argila (KABATA-PENDIAS; PENDIAS, 2000).

A forma pela qual o Mo é translocado das raízes para as partes jovens das plantas ainda não é bem conhecida. Tiffin (1972) propôs que o Mo seria transportado no xilema como íon molibdato ou complexado com compostos orgânicos, possivelmente aminoácidos sulfurados, açúcares ou outros compostos polihidroxilados.

O Mo é absorvido na forma do ânion MoO_4^{2-} presente na solução do solo, via fluxo de massa (GUPTA; LIPSETT, 1981). Devido à sua grande mobilidade, a deficiência de Mo manifesta-se inicialmente nas folhas mais velhas ou nas intermediárias, pois em condições de deficiência na solução do solo ele pode ser translocado das partes mais velhas para as mais novas da planta (MENGEL; KIRBY, 1978). O molibdato assemelha-se aos fosfatos e sulfatos. Normalmente, as concentrações de Mo no tecido das plantas decrescem à medida que aumentam as concentrações de sulfato no solo, pois ocorre uma competição direta entre os íons sulfato e molibdato pelos sítios de absorção da raiz, devendo haver equilíbrio entre estes para que o Mo seja absorvido (SINGH; KUMAR, 1979; EIRAS, 1991).

Goldberg (2010) avaliou a adsorção competitiva de Mo na presença de fósforo ou enxofre em gibbsita e constatou que houve redução da adsorção de Mo em uma relação Mo/P entre 1:30 e 1:300, mas não houve redução na proporção de Mo/S entre 1:52 e 1:520.

O Mo existente na solução do solo encontra-se predominantemente na forma não dissociada de ácido molíbdico (H_2MoO_4) em condições de pH abaixo de 2. Com o aumento do pH, a dissociação do ácido molíbdico gera o íon HMoO_4^- e, posteriormente, o íon MoO_4^{2-} , que se torna predominante em solos de pH neutro a alcalino (DAVIES, 1956). Segundo Oliveira *et al.* (1996), em solos ácidos e arenosos há maior deficiência de Mo, o que pode levar à necessidade de maiores doses do nutriente.

O pH do solo tem sido destacado como um dos fatores de maior influência na disponibilidade do Mo. A disponibilidade do elemento aumenta com a elevação do pH do solo, aparentemente porque o MoO_4^{2-} fixado é deslocado dos sítios de troca pela hidroxila (MALAVOLTA, 1980).

A adsorção do Mo apresenta acentuada dependência do pH na faixa de pH 3 a 10,5, sendo máxima em pH baixo, diminuindo rapidamente com o aumento do pH, até chegar a praticamente zero perto de pH 8 (GOLDBERG; FORSTER, 1998).

Apesar de essencial, o Mo ocorre em concentrações muito baixas nos tecidos vegetais; sua exigência é a menor entre todos os micronutrientes necessários para o

crescimento normal das plantas (ZIMMER; MENDEL, 1999), à exceção do níquel (MARSCHNER, 1995).

O Mo é de fundamental importância a todos os vegetais por participar da estrutura e por ser ativador de diversas enzimas, entre elas a nitrogenase, a redutase do nitrato e a desidrogenase da xantina (MARSCHNER, 1995).

A nitrogenase é um complexo enzimático formado no interior de nódulos de raízes infectadas por microrganismos fixadores de N_2 pertencentes à família Rhizobiaceae, capazes de estabelecer simbiose com leguminosas, como a soja e o feijoeiro. Essa enzima rompe a tripla ligação existente entre os átomos de N, que formam a molécula do N_2 , e utiliza esses átomos para produzir duas moléculas de amônia (NH_3), que são fornecidas à planta, para sintetizar os compostos nitrogenados. A leguminosa, em contrapartida, fornece carboidratos aos microrganismos (ALBINO; CAMPOS, 2001). Esta função do Mo indica que plantas dependentes de simbiose, quando cultivadas em solo pobre nesse micronutriente, apresentam carência e sintomas característicos da deficiência de N (BRODRICK; GILLER, 1991).

A importância do Mo no processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) foi primeiramente descrita por Bortels (1930), que demonstrou que *Azotobacter vinelandii*, quando inoculado em meio de cultura sem N combinado, necessitava de Mo para crescer, o que não ocorria se a fonte de N do meio de cultura fosse o amônio. Posteriormente, Bulen e LeConte, (1966) demonstraram que a nitrogenase purificada continha Mo. Hoje é sabido que o Mo faz parte do cofator ferro molibdênio, o grupo prostético da fração dinitrogenase do complexo enzimático nitrogenase (MARTENS; WESTERMANN, 1991).

A enzima nitrogenase é constituída de dois componentes distintos, contendo íons de Mo e Fe (SALYSBURY; ROOS, 1991). O componente I é uma proteína com quatro subunidades, 24 átomos de Fe e um pequeno cofator com dois átomos de Mo. O componente II possui duas subunidades, com quatro átomos de Fe (WINTER; BURRIS, 1976). Devido à instabilidade e rápida inativação da enzima nitrogenase, quando exposta à presença do O_2 atmosférico, antes de começar o processo de FBN inicia-se a produção da leghemoglobina, que está associada ao transporte de O_2 para a respiração dos bacteroides presentes nos nódulos, não permitindo a presença de oxigênio livre, o que afetaria o funcionamento da nitrogenase. Além disso, a nitrogenase também sofre ação inibitória do NO_3^- (YATES, 1980).

A redutase do nitrato é uma enzima indispensável no aproveitamento dos nitratos absorvidos pelas plantas, uma vez que é responsável pela redução do nitrato (NO_3^-) a nitrito (NO_2^-), processo que constitui a primeira etapa da incorporação do N às proteínas no processo de assimilação do N (MARSCHNER, 1995). Já a desidrogenase da xantina tem grande importância para as plantas leguminosas, pois além de auxiliar no controle biológico de patógenos, também está envolvida no transporte do nitrogênio do ar que é fixado por bactérias diazotróficas (MENDEL; SCHWARZ, 1999). A enzima oxidase de sulfito também contém Mo, porém sua importância é relacionada a organismos animais (GÁMEZ *et al.*, 2005).

A redutase do nitrato é uma enzima dimérica com três grupos prostéticos de transferência de elétrons, composta pelas subunidades flavina, heme e Mo. Em condições de deficiência de Mo, ocorre drástica redução em sua atividade, acumulando nitrato na planta (MARSCHNER, 1995). A demanda por Mo em plantas nutridas com nitrato é maior, comparada à daquelas que recebem adubação de N na forma amônio. O aumento do nível de nitrato na planta, associado à disponibilidade de Mo no solo, induz à síntese da redutase do nitrato e, conseqüentemente, ao aumento da concentração do Mo nos tecidos foliares, devido à sua participação na enzima (GUPTA; LIPSETT, 1981).

A concentração de minerais como o Mo nas plantas depende de quatro fatores básicos, que estão inter-relacionados: genéticos (gênero, espécie e variedade de planta), tipo de solo, clima e estágio de maturidade da forrageira e sua inter-relação com o clima (PRADA *et al.*, 1998).

Segundo Martínez *et al.* (1996), a concentração de Mo em plantas é bastante variável, sendo comum encontrar valores na faixa de 0,1 a 10 mg kg^{-1} . Os níveis críticos determinados para o feijoeiro variam na literatura. Segundo Oliveira e Thung (1988), a faixa de suficiência para o teor de Mo na folha do feijoeiro é de 0,40 a 1,40 mg kg^{-1} . Por outro lado, Pessoa *et al.* (1998) relataram que plantas com níveis foliares inferiores a 0,6 mg kg^{-1} manifestaram deficiência do micronutriente, o que interfere no metabolismo do N.

Jacob Neto e Franco (1986) determinaram o nível crítico de 3,5 $\mu\text{g semente}^{-1}$ de Mo como suficiente para que o feijoeiro se desenvolva sem adubação suplementar com Mo. Entretanto, os valores de níveis críticos variam em função do tamanho da semente. Leite (2004) encontrou valores de 5,58 para a cultivar Novo Jalo (sementes grandes) e de 3,97 $\mu\text{g sementes}^{-1}$ de Mo para a cultivar Meia-Noite (sementes pequenas).

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; ARAÚJO *et al.*, 2000; PESSOA *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2003b; ASCOLI *et al.*, 2008).

Na Zona da Mata mineira é comum a obtenção de 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).

Silva *et al.* (2003a) investigaram a utilização de molibdato de sódio ou de amônio e concluíram que ambos podem ser utilizados como fontes de Mo para aplicação foliar no feijoeiro.

Berger *et al.* (1996) verificaram que a dose de 78 g ha⁻¹ de Mo proporcionou a maior produtividade de grãos, correspondendo a um aumento de 163%, comparada à da testemunha. A época mais propícia para essa aplicação foi entre 14 e 28 dias após a emergência do feijoeiro.

A aplicação parcelada de Mo nos estádios V3 e V4 não apresentou diferenças significativas na produção em função da época da aplicação (NASCIMENTO *et al.*, 2004, 2009). Pires *et al.* (2005) estudaram o parcelamento e a época de aplicação foliar do Mo na composição mineral das folhas do feijoeiro e constataram que a pulverização foliar de Mo interferiu positivamente na nutrição mineral do feijoeiro, não sendo necessário o fracionamento da dose aplicada. Para Ascoli *et al.* (2008), a aplicação de Mo via foliar em feijoeiro irrigado, cultivado em solo arenoso, aumenta a produtividade de sementes, independentemente da época de aplicação.

A aplicação de doses crescentes de Mo até 120 g ha⁻¹, utilizando como fonte molibdato de amônio, não revelou comportamento diferencial das cultivares Carioca-MG, Jalo-ESAL, Ouro, Ouro-Negro e Roxo 90, mas mostrou efeito quadrático das doses de Mo sobre o rendimento de grãos, com pontos de máximo entre 76 e 80,7 g ha⁻¹ de Mo, dependendo da safra considerada (RODRIGUES *et al.*, 1996).

Vieira *et al.* (2005) realizaram três experimentos: no primeiro avaliaram os efeitos da aplicação foliar de doses de Mo na produtividade e no teor nas sementes e nos outros dois investigaram os efeitos da utilização de sementes com os teores de Mo (0,080, 0,096, 0,722; e 1,272 µg sementes⁻¹), com ou sem aplicação de Mo via foliar (90 g ha⁻¹). Os autores verificaram que os rendimentos de feijão não foram afetados

pelos tratamentos com Mo e que é possível produzir sementes enriquecidas pela aplicação foliar de altas doses de Mo, sem redução no rendimento de grãos, e concluíram que as plantas originadas dessas sementes têm maior potencial de rendimento.

Nos últimos anos intensificou-se a realização de pesquisas sobre a aplicação de doses combinadas de Mo e de N, com o objetivo de reduzir o uso do N na cultura do feijoeiro. Em relação à produção, a literatura apresenta resultados com respostas positivas (FULLIN *et al.*, 1999; ARAÚJO *et al.*, 2009; BISCARO *et al.*, 2009; NASCIMENTO *et al.*, 2009), ou com ausência de resposta (BASSAN *et al.*, 2001; NASCIMENTO *et al.*, 2004; FERNANDES *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2006b; BARBOSA *et al.*, 2010). As possíveis causas para a falta de resposta podem ser: reserva interna da semente, capacidade do solo em suprir Mo em quantidade suficiente para a cultura, mineralização da matéria orgânica, o que libera N, e fatores relacionados à planta ou ao ambiente.

Leite *et al.* (2007) estimaram 255 g ha⁻¹ como sendo a dose ótima para máxima produção da leguminosa e verificaram também que a aplicação de doses superiores a 2,5 kg ha⁻¹ não promoveu decréscimos em nenhum dos componentes da produção, nem no rendimento de grãos. Vieira *et al.* (2010) estudaram a aplicação via foliar e parcelada de doses entre zero e 4,0 kg ha⁻¹ de Mo e não encontraram efeito significativo das doses de Mo na produtividade de grãos, na germinação das sementes e na massa de 100 sementes. Em ambos os ensaios, não foi relatada a ocorrência de intoxicação nas plantas do feijoeiro.

De acordo com Hale *et al.* (2001), a ausência de efeitos tóxicos visíveis, advindos do uso de doses elevadas, parece indicar a existência de mecanismos internos da planta, inativando e acumulando o Mo absorvido em excesso.

O sistema de plantio convencional (SPC) é caracterizado pelo excessivo número de operações (aração + gradagens leves), o que tem trazido sérias consequências para o solo, tanto do ponto de vista da compactação de camadas subsuperficiais (VIEIRA; MUZILLI, 1984), quanto de erosão, principalmente quando a declividade do terreno é acentuada. As consequências mais evidentes são a queda da produtividade das culturas, em razão da perda da camada fértil do solo, e o assoreamento de cursos d'água, lagoas e represas.

O Sistema Plantio Direto (SPD) é um sistema de manejo do solo em que a palha e os restos vegetais são deixados na superfície do solo, sendo este revolvido apenas no

sulco onde são depositadas as sementes e os fertilizantes. Em decorrência do não revolvimento do solo e da movimentação de máquinas e implementos agrícolas, o solo no SPD geralmente apresenta maiores valores de densidade e microporosidade, e menores valores de macroporosidade e porosidade total nas camadas superficiais do perfil, em comparação com o SPC (VIEIRA; MUZILLI, 1984). Com o passar dos anos, sua densidade pode vir a diminuir, devido, em parte, ao aumento do conteúdo de matéria orgânica na camada superficial, o que contribui para a melhoria da estrutura do solo (FERNANDES *et al.*, 1983). Sidiras *et al.* (1983) verificaram que em SPD o solo reteve de 36 a 45% mais água disponível para as plantas de soja, reduzindo as perdas de água por evaporação e aumentando o armazenamento de água no solo. Para Stone e Moreira (2000), o SPD, com adequada cobertura morta, propicia maior economia de água em comparação com os demais sistemas de preparo do solo. Assim, no SPD, aliando-se a estabilidade estrutural à manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, tem-se maior proteção contra o impacto direto das gotas de chuva, além do favorecimento da infiltração e da redução da perda de água por escoamento superficial, por causa da não formação de crostas e da maior rugosidade superficial (STONE; SILVEIRA, 1999). Esse sistema reduz significativamente as perdas de solo por erosão, com conseqüente melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, que irão repercutir na sua fertilidade (SORATTO *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2006d). Além disso, quanto maior a densidade de cobertura morta sobre o solo, menor é a variação da temperatura no seu perfil (GASPARIM *et al.*, 2005).

Apesar de a literatura apresentar resultados que demonstram a ausência de diferenças significativas na produtividade de feijoeiro em função da utilização de diferentes sistemas de preparo do solo (SANTOS *et al.*, 1997; KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2002; SILVA *et al.*, 2004, 2006a), em vários trabalhos constata-se a maior produtividade do feijoeiro no SPD em relação ao SPC (GALVÃO *et al.*, 1981; STONE; SILVEIRA, 1999; SILVA *et al.*, 2001). Urchei *et al.* (2000) verificaram a superioridade do SPD, comparado ao SPC, em relação ao crescimento da planta do feijoeiro.

Uma cultura implantada no SPD não deve ser avaliada isoladamente, pois, além do retorno econômico direto, deve-se considerar o retorno indireto, isto é, os benefícios gerados às culturas complementares por meio da reciclagem de nutrientes, do controle fitossanitário, do aumento na produtividade de grãos e da melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo (CRUZ *et al.*, 2004).

Segundo Soratto *et al.* (2004), o feijoeiro exige mais N no SPD do que no SPC de preparo do solo. No entanto, a eficiência do feijoeiro em utilizar o N aplicado em cobertura é maior no sistema de plantio direto, acarretando maior incremento na produtividade por unidade do nutriente aplicado.

O sucesso do SPD depende de fontes eficientes de cobertura morta, capazes de proteger plenamente a superfície do solo e ter longevidade adequada. Considerando que a cultura do feijão apresenta palhada de baixa relação C/N, é de fundamental importância a introdução de espécies em rotação ou consorciação que proporcionem cobertura do solo para viabilização do plantio direto (SILVA *et al.*, 2006c).

Denardin e Kochhann (1993) estimaram 6,0 t ha⁻¹ como sendo a quantidade mínima ideal de adição de matéria seca em um sistema de rotação de culturas, de maneira que se mantenha adequada a cobertura do solo. Porém, a viabilidade desse sistema só é alcançada quando a formação de palhada por culturas antecessoras for alta, mas sem prejudicar o bom estabelecimento da cultura sucessora. Nesse sentido, as palhadas de milho e das espécies do gênero *Brachiaria* têm atendido a esses dois quesitos, produzindo mais de 15 t ha⁻¹ de biomassa seca quando corretamente manejadas, persistindo por mais de seis meses na superfície do solo (AIDAR *et al.*, 2000; COBUCCI, 2001).

Gomes Júnior *et al.* (2008) observaram redução na densidade populacional final de plantas de feijão sobre resíduos de milho e *B. brizantha*, em virtude das dificuldades encontradas pela semeadora em romper a palhada superficial.

O rendimento de grãos do feijoeiro é influenciado pelas diferentes palhadas das plantas de cobertura no SPD, sendo mais afetado pela espécie produtora de palha do que pela sua forma de cultivo (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

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, além de já ser difundida e aceita pelos produtores rurais, o que facilita a sua eventual adoção em SPD (TIMOSSI *et al.*, 2007). A palhada de *Brachiaria* tem exercido também importante papel na redução da incidência de doenças. Costa e Silveira (1997) relataram que propágulos de *Fusarium solani* foram reduzidos após *B. brizantha* na cultura do feijão e que a incidência de *Rhizoctonia solani* foi menor em áreas onde se cultivou o feijoeiro após *B. ruziziensis*, *B. brizantha* e soja.

O feijoeiro é uma planta de ciclo curto, o que a torna muito sensível à competição por plantas daninhas. No caso do SPD, o controle destas é realizado por meio de herbicidas. Devido à maior quantidade de sementes de plantas daninhas se concentrar próximo à superfície do solo, com o passar dos anos ocorre decréscimo do banco de sementes por indução de germinação ou perda de viabilidade, ainda mais considerando que nesse sistema ocorrem alterações físicas, químicas e biológicas no solo e interferência na penetração de luz, na sua umidade e na sua temperatura. Além disso, a cobertura morta causa impedimento físico à emergência de plantas daninhas e, durante a sua decomposição, pode produzir substâncias alelopáticas que inibem a germinação de sementes invasoras (COBUCCI *et al.*, 2001).

Tanto os herbicidas recomendados para uso em pós-emergência quanto os fertilizantes foliares podem ser aplicados quando a cultura do feijoeiro estiver no estágio de desenvolvimento V4 (terceira folha completamente desenvolvida). Assim, a aplicação conjunta de nutrientes e de herbicidas tem sido utilizada para reduzir os custos e racionalizar o uso de equipamentos.

Araújo *et al.* (1999) trabalharam com mistura de Mo com os herbicidas bentazon, fomesafen, imazamox e fluzifop-p-butil + fomesafen e observaram que as misturas não afetaram o número de vagens planta⁻¹, nem a produção da cultura do feijão, além de não reduzir, de modo geral, a eficácia dos herbicidas no controle de plantas daninhas.

Silva *et al.* (2003b) realizaram experimento com o objetivo de avaliar a viabilidade da aplicação foliar de Mo junto aos defensivos agrícolas: inseticida monocrotofós (Nuvacron 400), fungicida benomyl (Benlate 500) e os herbicidas pós-emergentes fomesafen (Flex) e fluzifopbutil (Fusilade). Os autores concluíram que a associação do Mo com os defensivos agrícolas aplicados na mesma calda, por via foliar na cultura do feijoeiro, não reduz os benefícios da aplicação isolada do Mo.

Araújo *et al.* (2008) não verificaram redução na eficiência dos herbicidas quando 80 g ha⁻¹ de Mo foram misturados à calda dos herbicidas metolachlor + fomesafen, metolachlor + bentazon, fluzifop-p-butil + fomesafen e imazamox, e que a aplicação do Mo, mesmo misturado, leva ao aumento na produtividade do feijoeiro.

Damato Neto (2010) avaliou o efeito da aplicação de Mo via foliar do feijoeiro e de doses de Mo em mistura ao glyphosate para dessecação de plantas daninhas remanescentes em palhadas de milho e braquiária em primeiro ano de plantio e concluiu que o feijoeiro absorveu o Mo aplicado na braquiária junto com o dessecante,

aumentando sua produtividade, o que mostra não haver necessidade de aplicá-lo também via foliar no feijoeiro. Verificou-se, ainda, que a concentração de Mo nos grãos de feijão foi aumentada com sua aplicação em mistura com o dessecante em ambas as palhadas.

Apesar de existir evidências de que o feijoeiro seja capaz de absorver o Mo aplicado via palhada, juntamente com dessecantes, visando o plantio direto, ainda não há informações a respeito do comportamento da cultura com o passar dos anos. Para isto, foram implantados, sobre a mesma área e com os mesmos tratamentos, novos ensaios em 2009 e 2010, com o objetivo de avaliar o SPD nessas condições. Espera-se que o uso do Mo associado ao dessecante em aplicação sequencial possa contribuir para o aumento da produtividade do feijoeiro, além de reduzir o custo para o produtor.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos na estação experimental do Departamento de Fitotecnia em Coimbra, Minas Gerais, pertencente à 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.

Dois experimentos, um sobre palhada de milho e outro sobre palhada de braquiária, foram conduzidos em 2009 e repetidos em 2010 (totalizando quatro ensaios), em áreas onde se efetuou o plantio direto pela segunda e terceira vez, respectivamente. Deve-se ressaltar que em 2008 esses tratamentos já haviam sido aplicados nas áreas das duas palhadas. Em 2009 e 2010, os tratamentos foram realocados nas mesmas subparcelas.

A semeadura foi realizada em 26 de março de 2009 e 14 de abril de 2010 (plantio de outono-inverno). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por cinco doses de Mo (0, 100, 200, 400 e 800 g ha⁻¹) aplicadas juntamente com o herbicida dessecante (Glyphosate) e as subparcelas constituídas por duas doses de Mo (0 e 100 g ha⁻¹) aplicadas via foliar no feijoeiro.

As parcelas foram compostas por cinco linhas de plantas de feijão com 10 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m e divididas em subparcelas com 5 m de comprimento. A área útil da subparcela (4 m²) constituiu-se das duas linhas centrais, eliminando-se 0,5 m de cada extremidade. No plantio, foram distribuídas 15 sementes m⁻¹ de sulco.

Anteriormente à aplicação dos tratamentos em 2008, correspondendo ao primeiro plantio após a instalação do SPD, foram coletadas amostras de solo, à profundidade de 0 a 20 cm, para caracterizações químicas do solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Características químicas do solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade

pH	P	K+	H + Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC _{total}	CTC _{efetiva}	SB	V	M	P-rem
H ₂ O	mg dm ⁻³		----- cmol _c dm ⁻³ -----				----- % -----		mg L ⁻¹			
Área palhada de braquiária												
6,1	8,3	84	3,3	0,0	2,6	1,0	7,1	3,8	3,8	54	0,0	30,1
AcF	Bo	Bo	M	-	Bo	Bo	M	M	Bo	M	-	-
Área palhada de milho												
6,1	7,4	95	3,8	0,0	2,7	1,1	7,84	4,0	4,0	52	0,0	24,5
AcF	M	Bo	M	-	Bo	Bo	M	M	Bo	M	-	-

Interpretação de acordo com Alvarez *et al.* (1999). AcF = acidez fraca; Bo = teor bom; e M = teor médio.

A cultivar utilizada foi a Ouro Vermelho, feijoeiro de crescimento indeterminado (planta do tipo II/III), porte semiereto e ciclo de 80 a 90 dias, grupo comercial vermelho (CARNEIRO *et al.*, 2005).

A adubação no sulco de plantio foi de 350 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16, aplicado no sulco do plantio. Treze dias antes da semeadura, realizou-se a dessecação das plantas de braquiária e das plantas daninhas remanescentes junto à palhada de milho. A aplicação das misturas das diferentes doses de Mo com o herbicida glyphosate (1.440 g. i. a. ha⁻¹) foi realizada com a utilização de pulverizador, à pressão constante de CO₂ (2 bar), bicos TT 11002, espaçados de 50 cm e vazão de 140 L ha⁻¹.

A adubação molíbdica foliar foi realizada quando as plantas de feijão encontravam-se no estágio V4, utilizando um pulverizador costal, com bico tipo cone e válvula reguladora de pressão, e o volume de pulverização de 180 L ha⁻¹. Como fonte de Mo, utilizou-se o molibdato de sódio (39% de Mo). Vinte e oito dias após a emergência (DAE) foi realizada adubação com N em cobertura, usando-se 45 kg de ureia ha⁻¹.

Foram feitos os tratamentos fitossanitários necessários para manter a cultura livre de pragas e doenças durante todo o ciclo, utilizando produtos químicos que não continham Mo em suas formulações. Quando necessário, foi realizada irrigação por aspersão nos experimentos.

Para avaliação da leitura SPAD (*Soil Plant Analyses Development*) no início do florescimento (40 DAE), utilizando-se de forma aleatória dez plantas da área útil da subparcela, foi coletada a terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida a partir

do ápice da planta. Utilizou-se o clorofilômetro Minolta-502, que mede a tonalidade verde da folha, característica intimamente relacionada ao seu conteúdo de clorofila. Essas folhas foram também utilizadas para as análises de N e Mo.

Após o estágio de maturação fisiológica, as plantas da subparcela foram colhidas e deixadas em repouso ao sol para complementar a seca, sendo posteriormente beneficiadas. Foram determinados o estande final (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. Também foram retiradas amostras de grãos de cada subparcela.

Após moagem e homogeneização das amostras das folhas e dos grãos do feijoeiro, foram realizadas as análises de N e Mo. O teor de N nas folhas foi obtido pela soma dos teores de N-orgânico, determinados por digestão sulfúrica, seguida de avaliação colorimétrica utilizando o reagente de Nessler (JACKSON, 1958), e o teor de N-nitrato foi determinado conforme metodologia descrita por Cataldo *et al.* (1975). O teor de N nos grãos foi determinado pelo método de Kjeldahl (BREMNER; MULVANEY, 1982).

O Mo, após digestão nitroperclórica, foi determinado por espectrofotometria de emissão óptica em plasma induzido, em aparelho marca Perkin Elmer, modelo Optima 3300 DV.

Os dados referentes às características avaliadas foram submetidos à análise individual e conjunta da variância, utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute 9.1 for Windows). Para os fatores quantitativos, 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 com base no fenômeno biológico em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária

O resumo da análise de variância conjunta dos dados relativos ao estande final (EF), número de vagens por planta (NVG), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PG), referentes ao feijão cultivado nos experimentos de 2009 e 2010, encontra-se na Tabela 2. Observa-se que os coeficientes de variação (CV %) variaram de 4,5 a 19,9 % nas parcelas e de 3,4 a 13,6% nas subparcelas. Estes valores são inferiores aos limites máximos de CV, aceitáveis para a cultura do feijoeiro (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Para o estande final (EF), houve efeito significativo das doses de Mo aplicadas em mistura com o glyphosate (D), para o ano (A), e ainda da interação da aplicação do Mo via foliar e os anos (MoF x A). O número de vagem por planta (NVP) não foi influenciado por nenhuma fonte estudada. O número de grãos por vagem (NGV) e a massa de 100 grãos (M100G) apresentaram diferença significativa apenas entre anos (A).

As médias do EF em função das doses de Mo aplicadas junto com o glyphosate estão na Tabela 3. Apesar de a análise de variância apresentar diferença significativa entre as médias do EF ($P < 0,05$) para doses, os dados não se ajustaram aos modelos de regressão.

Não existem relatos na literatura de efeito depressor do Mo sobre o EF do feijoeiro, portanto acredita-se que esse resultado não possa ter sido causado pela aplicação das doses do Mo junto com o glyphosate. Leite *et al.* (2007) e Vieira *et al.*

Tabela 2 – 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), do feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária em 2009 e 2010, Coimbra, MG

FV	GL	Quadrado médio				
		EF	NVP	NGV	P100G	PG
Bloco	3	1780104167	5,40	0,07	2,56	1336593,8
Mo + Glyphosate (D)	4	2006757812 *	0,16	0,66	1,29	263293,8
Ano (A)	1	35490312500 *	4,46	4,44 **	16,02 *	4534852,6 *
D x A	4	1237773438	4,70	0,22	2,60	203864,8
Erro a	27	493182870	1,93	0,33	1,23	176019,7
Mo Foliar (MoF)	1	112812500	1,12	0,11	0,36	131950,0
MoF x D	4	324335937	0,71	0,27	0,79	102280,6
MoF x A	1	1087812500 *	1,83	0,84	0,34	819884,0
Erro b	34	241971507	1,83	0,29	0,07	71320,4
Média	-	151812	9,99	5,74	24,87	2111,9
CV (%) da parcela	-	14,6	13,9	9,9	4,5	19,8
CV (%) da subparcela	-	10,4	13,6	8,7	3,4	13,1

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

Tabelas 3 – Médias do estande final do feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária e em função da aplicação de doses de Mo em mistura ao dessecante glyphosate em 2009 e 2010, Coimbra-MG

	Dose de Mo + Glyphosate					Média
	0	100	200	400	800	
Estande final (planta ha ⁻¹)	167.812	158.593	146.406	146.250	140.000	151.812

(2010) avaliaram a aplicação de doses entre zero e 2.560 e entre zero e 4,0 kg ha⁻¹ de Mo, respectivamente, por via foliar no feijoeiro, e também não relataram ocorrência de redução do EF, nem tampouco de intoxicação nas plantas do feijoeiro.

Para a interação doses de Mo aplicada por via foliar no feijoeiro e os anos (Tabela 4), dentro do ano, não foi verificada diferença entre as médias em função da ausência ou presença do Mo aplicado por via foliar. Porém, na comparação do desdobramento da interação entre os anos, independentemente de se aplicar ou não o Mo por via foliar no feijoeiro, em 2009 o EF foi estatisticamente superior ao verificado em 2010, que apresentou população de plantas bem inferior à considerada ideal (entre 200.000 e 300.000 plantas ha⁻¹).

Tabela 4 – Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente ao estande final do feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária em 2009 e 2010, Coimbra-MG

Mo Foliar (g ha ⁻¹)	Estande Final (plantas ha ⁻¹)	
	2009	2010
0	170.375 A	135.625 B
100	175.375 A	125.875 B

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente, pelo teste F.

Segundo Lopes *et al.* (1987), são necessárias pelo menos 7 t ha⁻¹ de matéria seca de palhada, uniformemente distribuídas, para a cobertura plena da superfície do solo. Para Denardin e Kochhann (1993), a quantidade mínima ideal de adição de matéria seca em um sistema de rotação de culturas é de 6,0 t ha⁻¹.

No presente trabalho, a massa de matéria seca da palhada de braquiária (média dos dois anos) foi de 15,7 t ha⁻¹, no mínimo duas vezes superior à quantidade mínima recomendável. Este fato provavelmente contribuiu para o baixo EF dos experimentos realizados sobre essa palhada, que foi de 151.812 plantas ha⁻¹. A baixa média do EF, principalmente em 2010, é explicada pelo alto volume de palha na área, somado ao fato de esta não ter sido roçada antes da dessecação nesse ano e de no momento da semeadura a palhada não estar completamente seca, o que foi suficiente para que houvesse amassamento, e não o corte pelo disco da semeadora. Assim, algumas sementes foram depositadas no interior da massa vegetal, não havendo o contato com o solo para iniciar o processo de germinação, prejudicando o estabelecimento da cultura.

Para Gomes Júnior *et al.* (2008), em condições como as encontradas neste experimento, onde há grande volume de palha, com colmos finos e plantas com alto teor de água, a indicação é antecipar a dessecação, o que permite maior tempo para a desidratação do material, predispondo-o a melhores condições por ocasião da semeadura.

O número de vagens por planta (NVP) não foi influenciado pelos tratamentos e apresentou valor médio de 9,99. Resultado semelhante foi obtido por Ascoli *et al.* (2008), que avaliaram o efeito de doses e épocas de aplicação de Mo por via foliar e também não encontraram diferença para o NVP. Entretanto, este resultado discorda daqueles obtidos por vários autores em ensaios realizados na Zona da Mata mineira (PIRES *et al.*, 2004; LEITE *et al.*, 2007; ARAÚJO *et al.*, 2009).

Não foram verificados efeitos das doses de Mo aplicadas junto com o glyphosate no número de grãos por vagens e na massa de 100 grãos. Resultados semelhantes foram obtidos por Rocha (2008) e Damato Neto (2010), que também não verificaram efeito para essas variáveis em resposta à aplicação de Mo. No entanto são frequentes na literatura relatos do aumento da M100G e do NGV (ALVARENGA, 1995; ANDRADE *et al.*, 1998; PIRES *et al.*, 2004). Porém, as médias do NGV e da M100G apresentaram diferença significativa entre os anos (Tabela 5): o NGV foi superior em 2010 e a M100G apresentou maior média em 2009.

Tabela 5 – Média do número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PG) do feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária em 2009 e 2010, Coimbra-MG

Ano	NGV		M100G		PG (kg ha ⁻¹)	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Média	5,51 B	5,98 A	25,31 A	24,42 B	2.350 A	1.873 B

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente, pelo teste F.

Não houve efeito das doses de Mo aplicadas junto com o glyphosate sobre a produtividade de grãos do feijoeiro. As médias da PG se diferenciaram estatisticamente nos dois anos de cultivo. Observa-se que em 2010 a média de produtividade foi inferior à média de 2009. A falta de resposta da produtividade de grãos às doses de Mo aplicadas junto com o glyphosate provavelmente foi devido ao pH de 6,1 da área experimental (Tabela 1), o que pode ter contribuído para o fornecimento satisfatório do teor de Mo e de N verificados nos tratamentos que não receberam o Mo. O teor de Mo foliar médio nas parcelas que não receberam aplicação do micronutriente foi de 0,73 mg kg⁻¹ (Figura 1). Segundo Pessoa (2000), esse valor está acima do valor foliar abaixo do qual as plantas do feijoeiro apresentaram-se deficientes em Mo (0,55 mg kg⁻¹). O teor de N foliar maior que 4,3 dag kg⁻¹ (Figura 2) é bem superior à faixa de suficiência para o bom desenvolvimento da cultura do feijoeiro, que varia de 3,0 a 3,5 dag de N kg⁻¹ (MARTINEZ *et al.*, 1999), o que pode estar relacionado ao fato de se ter realizado adubação em cobertura com 45 kg de N ha⁻¹.

Esse resultado diverge do encontrado por Damato Neto (2010), que obteve incremento de 14% ao comparar a produtividade máxima estimada de 311 g ha⁻¹ de Mo com a testemunha sem aplicação de Mo em mistura ao dessecante. Porém, quando além das doses do Mo junto com o herbicida realizou-se também a aplicação de Mo por via foliar no feijoeiro, não houve diferença entre os tratamentos.

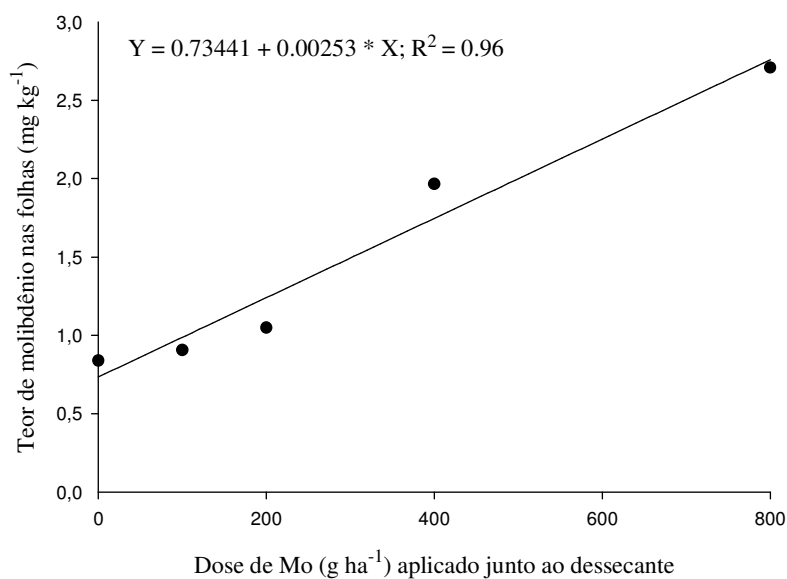


Figura 1 – Teor de Mo nas folhas do feijoeiro, em função das doses de Mo aplicadas em mistura com o glyphosate, para o cultivo do feijoeiro. Coimbra-MG.

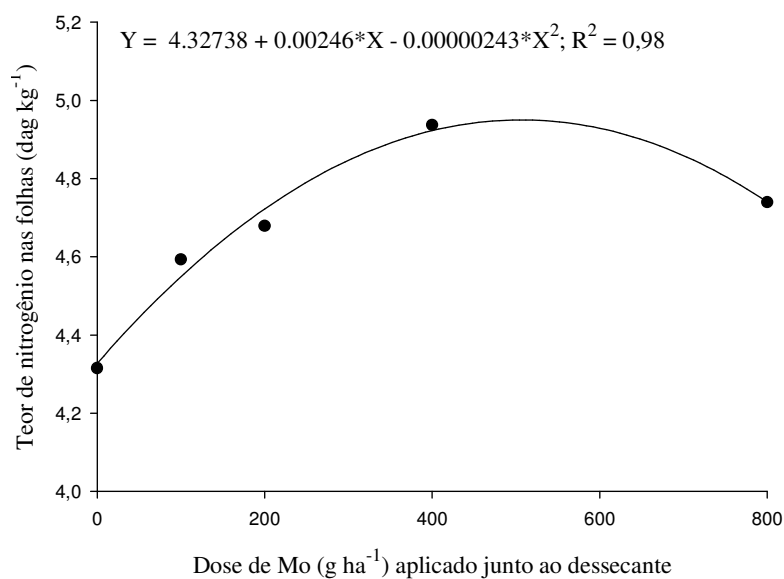


Figura 2 – Teor de N nas folhas do feijoeiro em função das doses de Mo aplicadas em mistura com o glyphosate para o cultivo do feijoeiro, Coimbra-MG.

O resumo das análises de variância conjunta dos dados relativos aos teores foliares de molibdênio (TMoF), de nitrogênio (TNF), leitura SPAD nas folhas e dos teores de molibdênio (TMoG) e de nitrogênio (TNG) nos grãos, referente ao feijão cultivado sobre palhada de braquiária em 2009 e 2010, está apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Resumo das análises de variância conjunta dos teores foliares de Mo (TMoF), nitrogênio (TNF), índice SPAD nas folhas e teores de molibdênio (TMoG) e de nitrogênio (TNG) nos grãos dos grãos do feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária em 2009 e 2010, Coimbra-MG

FV	GL	Quadrado Médio				
		TMoF	TNF	SPAD	TMoG	TNG
Bloco	3	0,14	0,05	20,0	0,63	0,01
Mo + Glyphosate (D)	4	10,67 **	0,82 **	0,63	84,86 **	0,04 **
Ano (A)	1	15,47 **	19,0 **	32,6 *	16,04 **	6,47 **
D x A	4	0,99	0,18	4,55	3,86 **	0,06
Erro a	27	1,75	0,08	3,50	0,87	0,03
Mo Foliar (MoF)	1	56,74 **	0,17	2,48	59,74 **	0,31 **
MoF x D	4	0,75	0,26 *	3,09	1,47 *	0,13 **
MoF x A	1	13,55 **	0,01	0,37	2,07 *	0,02
Erro b	34	0,44	0,09	4,14	0,50	0,02
Média	-	1,49	4,65	41,0	3,58	3,83
CV (%) da parcela	-	88,7	6,3	4,6	26,1	4,5
CV (%) da subparcela	-	43,4	6,7	4,9	19,6	3,9

* F significativo a 5%; e ** F significativo a 1%.

O teor de Mo nas folhas do feijoeiro cultivado sobre a palhada de braquiária foi influenciado pelos fatores doses de Mo aplicadas com o glyphosate (D), ano (A), dose de Mo aplicada via foliar (MoF) e pela interação (MoF x A).

Quanto ao efeito das doses de Mo aplicadas junto com o glyphosate, dentro do intervalo estudado, verificou-se aumento linear do TMoF em resposta à aplicação dos tratamentos (Figura 1). Esse resultado demonstra a capacidade das plantas de feijoeiro extrair e metabolizar esse micronutriente aplicado junto com glyphosate no momento da dessecação da braquiária e corrobora com os de Damato Neto (2010), que verificou resultado semelhante ao aplicar Mo junto com glyphosate no primeiro ano do experimento, contendo os mesmos tratamentos.

Para o efeito da interação entre a dose de Mo aplicada por via foliar no feijoeiro e o ano, nos dois anos de cultivo, constataram-se maiores médias do TMoF quando foram aplicados 100 g ha^{-1} de Mo por via foliar do feijoeiro, e estas foram estatisticamente superiores às obtidas onde o Mo não foi aplicado. Verificou-se ainda que, quando houve aplicação do Mo via foliar, as maiores médias foram obtidas em 2010 (Tabela 7). Este resultado provavelmente foi em decorrência do efeito acumulativo da aplicação dos tratamentos sobre as mesmas parcelas, nos dois anos anteriores.

Para o TNF, verificou-se efeito da dose do Mo aplicada junto com o glyphosate (D), do ano (A) e da interação da dose com a aplicação do Mo via foliar (MoF x D) (Tabela 6).

Tabela 7 – Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente ao teor de Mo nas folhas (TMoF) do feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária em 2009 e 2010, Coimbra-MG

Mo Foliar (g ha ⁻¹)	TMoF (mg kg ⁻¹)	
	2009	2010
0	0,62 Ab	0,67 Ab
100	1,48 Ba	3,18 Aa

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste F.

Na média dos dois anos, a aplicação do Mo junto com o glyphosate propiciou aumento do teor de N nas folhas do feijoeiro (TNF). O valor máximo obtido foi de 4,95 dag kg⁻¹, com a dose estimada de 506 g ha⁻¹ (Figura 2).

Em relação à interação entre a dose de Mo aplicada junto com o glyphosate e a dose aplicada por via foliar nas plantas do feijoeiro (D x MoF), verificou-se que na ausência da aplicação do micronutriente na folha do feijoeiro a aplicação do Mo juntamente com o glyphosate elevou o TNF da leguminosa, alcançando valor máximo de 5,05 dag de N kg⁻¹ com a dose estimada de 514 g ha⁻¹ de Mo (Figura 3). Quando foram aplicados 100 g ha⁻¹ de Mo nas folhas do feijoeiro, o teor médio de N nas folhas foi de 4,69 dag kg⁻¹, mantendo-se constante com o aumento das doses do Mo junto com o herbicida (Figura 3).

O TNF máximo verificado nas subparcelas onde não foi aplicado o Mo em mistura com o glyphosate corrobora com o encontrado por Damato Neto (2010), que também verificou resposta quadrática do TNF, porém o valor máximo encontrado foi de 4,92 dag kg⁻¹ de N com a aplicação de 560 g ha⁻¹ de Mo juntamente com o glyphosate sobre palhada de braquiária.

Nas Figuras 2 e 3, constata-se que o TNF nas parcelas com ausência da aplicação do Mo junto com o glyphosate apresentou médias superiores a 4,0 dag kg⁻¹; valor esse acima da faixa de suficiência para o bom desenvolvimento da cultura do feijoeiro, que é de 3,0 a 3,5 dag kg⁻¹ de N (MARTINEZ *et al.*, 1999).

O aumento do TNF pode ser explicado pelo fato de o Mo estar diretamente relacionado com o metabolismo do N, através das enzimas nitrogenase e nitrato redutase. Com o suprimento adequado de Mo, há melhoria da atividade dessas enzimas,

possibilitando assim o maior aproveitamento do N pela planta de feijoeiro (VIEIRA *et al.*, 1998; KUBOTA *et al.*, 2008, ARAÚJO *et al.*, 2009), conseqüentemente ocorre o aumento da produtividade da cultura (VIEIRA *et al.*, 1998; ZIMMER; MENDEL,

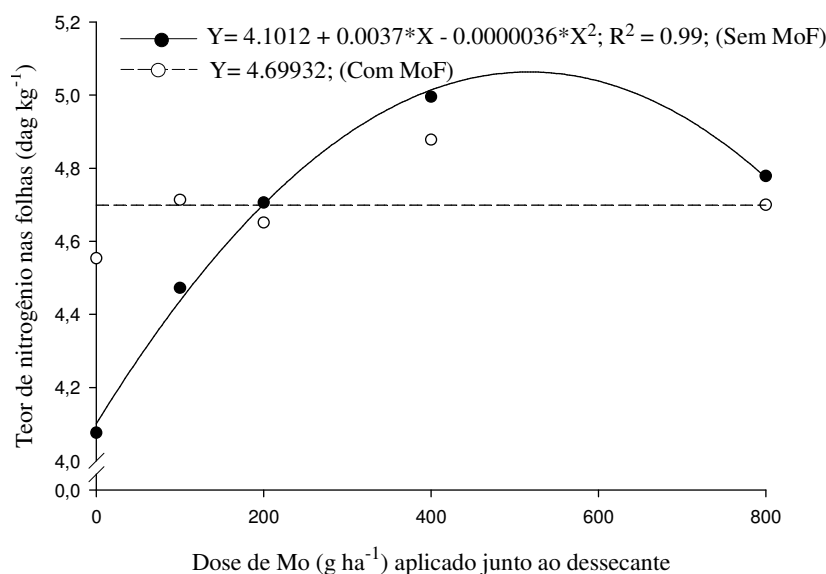


Figura 3 – Teor de N nas folhas do feijoeiro, em função das doses de Mo aplicadas em mistura com o glyphosate, na ausência ou presença de Mo (100 g ha⁻¹) aplicado por via foliar no feijoeiro, Coimbra-MG.

1999). Por outro lado, partes do nitrogênio acumulado nas folhas podem também ser oriundas da decomposição da palhada dos anos anteriores. Em 2010, a média do TNF foi significativamente superior à verificada em 2009 (Tabela 8).

Tabela 8 – Média do teor de Mo nas folhas (TNF) e da leitura SPAD do feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária em 2009 e 2010, Coimbra-MG

Ano	TNF (mg kg ⁻¹)		SPAD (un.)	
	2009	2010	2009	2010
Média	4,16 B	5,14 A	41,6 A	40,4 B

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente, pelo teste F.

A aplicação das doses do Mo junto com o glyphosate não propiciou efeito significativo sobre a leitura SPAD; suas médias variaram entre 40,7 e 41,3 unidades SPAD. Contudo, a média da leitura SPAD verificada em 2009 foi maior e estatisticamente superior à obtida em 2010 (Tabela 7).

Em relação ao teor de Mo nos grãos do feijoeiro (TMoG), a aplicação do Mo em mistura com o glyphosate promoveu efeito para todas as fontes avaliadas. Para o teor de

nitrogênio nos grãos (TNG), houve efeito significativo para dose (D), ano (A), Mo aplicado por via foliar (MoF) e interação MoF x D (Tabela 6).

Para a interação D x A, independentemente do ano, verificou-se aumento linear do teor de Mo nos grãos dentro do intervalo estudado. Contudo, os valores obtidos no segundo ano foram sempre superiores aos do primeiro (Figura 4).

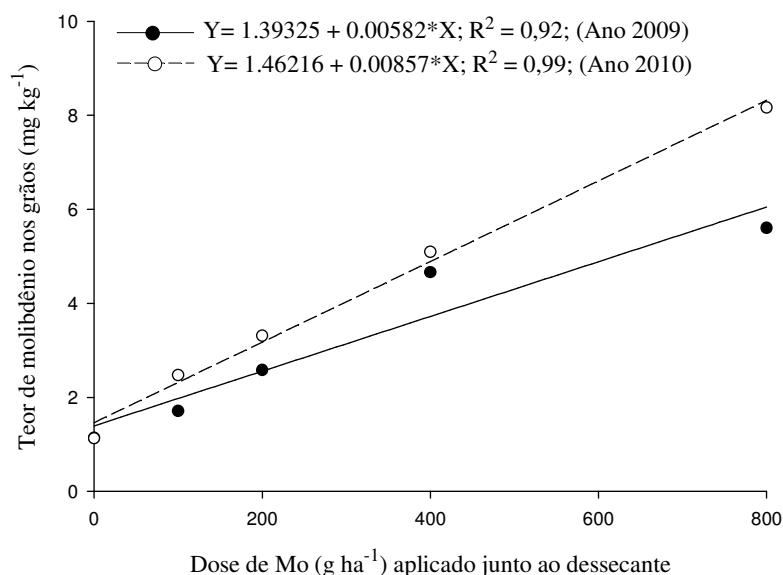


Figura 4 – Teor de Mo nos grãos do feijoeiro, em função das doses de Mo aplicadas em mistura com o glyphosate em 2009 e 2010. Coimbra-MG.

Considerando que o experimento foi realizado pelo terceiro ano consecutivo com a aplicação dos tratamentos sobre as mesmas subparcelas, as maiores médias do TMoG cultivado sobre palhada de braquiária em 2010 foram, provavelmente, devido à maior disponibilidade do Mo nos resíduos em processo de mineralização e na matéria orgânica existente.

A aplicação do Mo junto com o glyphosate promoveu aumentos lineares no acúmulo do micronutriente nos grãos, independentemente de sua aplicação ou não por via foliar no feijoeiro (Figura 5). Porém, quando foram aplicados 100 g ha⁻¹ de Mo por via foliar seu acúmulo no grão foi maior que quando não houve aplicação, e à medida que se aumentou a dose de Mo junto com o glyphosate a diferença do acúmulo do micronutriente nos grãos apresentou tendência de diminuir com a aplicação ou não do Mo via foliar.

Esses resultados corroboram com os de Damato Neto (2010) e demonstram que a planta de feijoeiro absorveu e translocou para os grãos o Mo aplicado junto com o

glyphosate e que a aplicação foliar do micronutriente no feijoeiro contribuiu ainda mais para o seu acúmulo nos grãos (Figura 5).

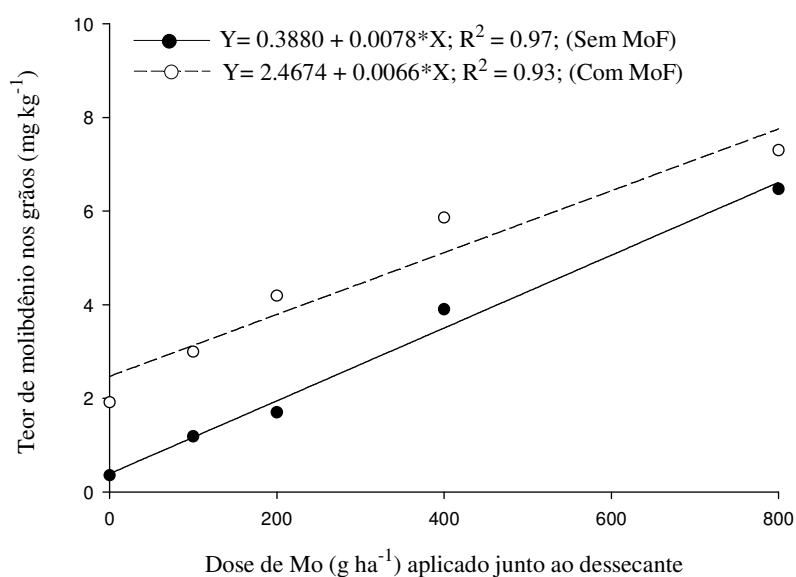


Figura 5 – Teor de Mo nos grãos do feijoeiro, em função das doses de Mo aplicadas em mistura com o glyphosate, sem ou com a aplicação de 100 g ha⁻¹ de Mo via foliar do feijoeiro. Coimbra-MG.

Essa capacidade de acúmulo de Mo nos grãos do feijoeiro, segundo Jacob Neto e Rosseto (1998), 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 possa crescer sem dependência externa.

Avaliando-se o efeito da interação entre a dose de Mo aplicada por via foliar e o ano, nota-se que independentemente do ano o TMOG se elevou com a aplicação de 100 g ha⁻¹ de Mo por via foliar do feijoeiro. Verificou-se também que quando se aplicou o Mo via foliar houve aumento significativo do TMOG em 2010 (Tabela 9).

Tabela 9 – Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente ao teor de Mo nos grãos (TMOG) do feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária em 2009 e 2010, Coimbra-MG

Mo Foliar (g ha ⁻¹)	TMOG (mg kg ⁻¹)	
	2009	2010
0	2,43 Ab	3,00 Ab
100	3,84 Ba	5,05 Aa

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste F.

O teor de N nos grãos do feijoeiro apresentou média de 4,12 dag kg⁻¹ em 2009, sendo esta estatisticamente superior ao TNG igual a 3,55 dag kg⁻¹ verificado em 2010.

Houve efeito da aplicação do Mo por via foliar do feijoeiro no TNG. Os tratamentos que não receberam a aplicação do Mo via foliar apresentaram média do TNG igual a 3,77 dag kg⁻¹; com a aplicação do micronutriente via foliar a média do TNG verificada foi significativamente superior (3,89 dag kg⁻¹).

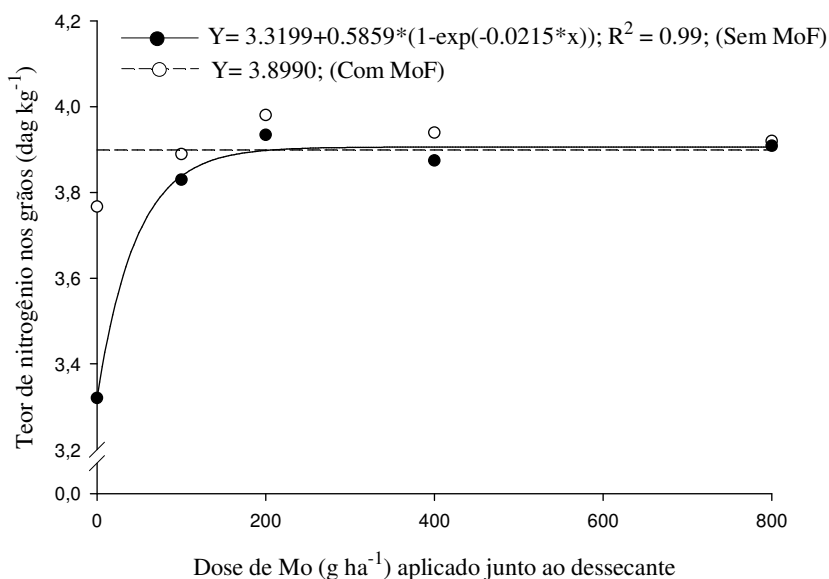


Figura 6 – Teor de N nos grãos do feijoeiro, em função das doses do Mo aplicadas com o glyphosate, na ausência ou presença de Mo (100 g ha⁻¹), aplicado por via foliar no feijoeiro. Coimbra-MG.

Para a interação doses de Mo com o glyphosate x Mo aplicadas por via foliar (Figura 6), observa-se que quando houve a aplicação de 100 g ha⁻¹ de Mo via foliar o TNG manteve-se constante, com média de 3,90 dag de N kg⁻¹. Entretanto, na ausência da aplicação do Mo via foliar no feijoeiro, o teor de N nos grãos (TNG) apresentou resposta exponencial e foram necessários 207 g ha⁻¹ de Mo aplicado em mistura com o herbicida dessecante para se equiparar ao teor médio de N obtido com a aplicação de 100 g ha⁻¹ de Mo via foliar. A partir desta dose o TNG manteve tendência constante com o aumento das doses do Mo. Esses resultados mostram que o feijoeiro beneficiou-se do Mo aplicado junto com o glyphosate, confirmando não haver necessidade de aplicá-lo, nestas condições, via foliar.

4.2. Feijoeiro cultivado sobre palhada de milho

O resumo das análises de variância conjunta dos experimentos realizados em 2009 e 2010 está na Tabela 10. Verificou-se efeito significativo do ano (A) e da interação MoF x A sobre o estande final (EF). Entre as demais características avaliadas, o número de vagens por planta (NVP) e o número de grãos por vagem (NGV) apresentaram efeito apenas para a fonte ano (A). Não foi verificado efeito de nenhuma das fontes avaliadas sobre a massa de 100 grãos (M100G) e sobre a produtividade de grãos feijoeiro (PG). Observa-se que os coeficientes de variação (CV %) variaram de 2,5 a 12,7% nas parcelas e de 2,6 a 9,2% nas subparcelas. Estes valores de CV são inferiores aos limites máximos aceitáveis para a cultura do feijão (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Tabela 10 – Resumo das análises de variância conjunta dos dados do estande final (EF), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PG) do feijoeiro cultivado sobre palhada de milho em 2009 e 2010, Coimbra-MG

FV	GL	Quadrado Médio				
		EF	NVP	NGV	M100G	PG
Bloco	3	1424869792	5,60	0,30	0,55	258281,5
Mo + Glyphosate (D)	4	252031250	1,50	0,05	0,22	43449,1
Ano (A)	1	83538228125 **	12,24 **	4,00 **	0,74	351655,2
D x A	4	84296875	0,15	0,24	0,71	82443,6
Erro a	27	327126736	0,16	0,18	0,41	125077,7
Mo Foliar (MoF)	1	861328125	0,43	0,02	1,17	126723,2
MoF x D	4	60937500	0,94	0,07	0,41	106936,7
MoF x A	1	1220703125 *	2,48	0,03	0,02	10672,2
Erro b	34	311282169	1,29	0,11	0,43	60067,3
Média	-	151812	10,24	6,12	25,64	2772
CV (%) da parcela	-	10,3	10,5	6,9	2,5	12,7
CV (%) da subparcela	-	9,2	9,0	5,7	2,6	7,2

* F significativo a 5% e ** F significativo a 1%.

Não foi verificado efeito das doses de Mo aplicadas junto com o glyphosate sobre o estande final (EF) do feijoeiro cultivado sobre palhada de milho. Contudo, na avaliação da interação entre a dose de Mo aplicada por via foliar do feijoeiro (MoF) e o ano (A), independentemente da presença ou ausência da adubação molíbdica suplementar, em 2010 as médias do EF foram significativamente inferiores às verificadas em 2009. Observou-se também que, dentro do ano, em 2009 as subparcelas

que receberam a aplicação do Mo por via foliar apresentaram média estatisticamente maior que as que não foram fertilizadas com Mo suplementar (Tabela 11).

Tabela 11 – Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente ao estande final do feijoeiro cultivado sobre palhada de milho em 2009 e 2010, Coimbra-MG

Mo Foliar (g ha ⁻¹)	Estande Final (plantas ha ⁻¹)	
	2009	2010
0	178625 Ab	166000 Ba
100	193000 Aa	164750 Ba

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste F.

Não houve efeito da aplicação das doses do Mo com o glyphosate sobre o NVP. Este resultado é semelhante ao relatado por Barbosa *et al.* (2010), que aplicaram diferentes doses de N, na presença ou ausência de 80 g ha⁻¹ de Mo, e não verificaram influência significativa sobre o NVP em dois anos de cultivo de feijão de inverno. Fernandes *et al.* (2005) estudaram a aplicação de Mo via foliar e N no sulco e/ou em cobertura em sistema de plantio direto sobre palhada de milho e também não observaram resposta para a utilização de Mo e N sobre esse componente da produção. Contudo, relatos do aumento do NVP em resposta à adubação molíbdica são comuns na literatura (ANDRADE *et al.*, 1998; Pessoa *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2003a; Nascimento *et al.*, 2009).

Na comparação entre os anos (Tabela 12), em 2010, o NVP apresentou média significativamente superior. Provavelmente este fato ocorreu em decorrência da plasticidade das plantas do feijoeiro, que são capazes de compensar os componentes primários do rendimento, diante de diferentes condições ambientais, entre elas a população de plantas (PIANA *et al.* 2007), que em 2010 foi estatisticamente inferior à de 2009.

As doses de Mo aplicadas junto com o glyphosate e as doses do Mo aplicadas por via foliar do feijoeiro não influenciaram o número de grãos por vagem (NGV) e a massa de 100 grãos (M100G). Porém, o NGV se diferenciou em função do ano de cultivo (Tabela 12) e apresentou média estatisticamente inferior em 2009, resultados semelhantes aos relatados por Soratto *et al.* (2000) e por Ascoli *et al.* (2008). Entretanto, Leite *et al.* (2007) observaram aumento nesses componentes do rendimento, com a aplicação do Mo via foliar no feijoeiro.

Tabela 12 – Média do número de vagens por plantas (NVP) e do número de grãos por vagens do feijoeiro cultivado sobre palhada de milho em 2009 e 2010, Coimbra-MG

Ano	NVP		NGV	
	2009	2010	2009	2010
Média	9,85 B	10,63 A	5,90 B	6,35 A

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente, pelo teste F.

A produtividade de grãos não foi influenciada pela combinação das diferentes doses de Mo em mistura com o glyphosate. Esse resultado corrobora com o de Damato Neto (2010), que avaliou a aplicação de doses crescentes de Mo em mistura com o glyphosate em palhada de milho, mais a aplicação de Mo foliar, e não encontrou diferença significativa em função dos tratamentos. Calonego *et al.* (2010) avaliaram a aplicação de cinco doses de N (25, 50, 75, 100 e 125 kg ha⁻¹), aplicadas 20 dias após a emergência (DAE), associadas com e sem a aplicação foliar de 80 g ha⁻¹ de Mo aos 25 DAE, e verificaram que a adubação molíbdica aumentou a produtividade do feijoeiro, independentemente da dose de N aplicada em cobertura no feijoeiro.

A ausência de resposta da produtividade pode ser devido à existência do nutriente no sistema solo-planta. O valor do pH do solo (6,1) na área onde os experimentos foram instalados (Tabela 1) pode ter contribuído para a maior disponibilidade do Mo, fornecendo-o em quantidade necessária para a planta completar o seu ciclo de vida. O teor de Mo foliar verificado na dose zero g de Mo ha⁻¹, igual a 1,26 mg kg⁻¹ (média dos dois experimentos), está dentro da faixa de suficiência para o teor de Mo na folha propostos para o feijoeiro por Oliveira e Thung (1988), que é de 0,40 a 1,40 mg kg⁻¹, ou seja, a ausência da adubação com Mo não foi limitante para o desenvolvimento da leguminosa.

Outra explicação para a ausência de diferença entre as médias da produtividade é a aplicação de 45 kg de N ha⁻¹ em cobertura na forma de ureia e a parte do N liberada através da mineralização microbiana da matéria orgânica terem suprido as plantas do feijoeiro. Segundo Jacob Neto e Rosseto (1998), em alguns casos, especialmente para os micronutrientes, a reserva interna da semente é suficiente para que a planta originada desta possa crescer sem dependência externa.

O resumo das análises de variância conjunta dos dados relativos aos teores foliares de molibdênio (TMoF), de nitrogênio (TNF), índice SPAD nas folhas e os

teores de molibdênio (TMoG), de nitrogênio (TNG) nos grãos referentes ao feijão cultivado sobre palhada de milho em 2009 e 2010 está na Tabela 13.

Tabela 13 – Resumo das análises de variância conjunta dos teores foliares de Mo (TMoF), nitrogênio (TNF), leitura SPAD nas folhas e teores de molibdênio (TMoG), de nitrogênio (TNG) nos grãos do feijoeiro cultivado sobre palhada de milho em 2009 e 2010, Coimbra-MG

FV	GL	Quadrado Médio				
		TMoF	TNF	SPAD	TMoG	TNG
Bloco	3	1,12	0,43	4,01	1,51	0,09
Mo + Glyphosate (D)	4	1,70	0,29	7,16	34,95 **	0,13 *
Ano (A)	1	16,82 **	0,49	23,51*	6,80 **	5,35 **
D x A	4	1,38	0,27	5,12	1,41 **	0,01
Erro a	27	1,99	0,12	3,56	0,46	0,03
Mo Foliar (MoF)	1	110,27 **	0,09	22,90	126,97 **	0,15 **
MoF x D	4	3,05	0,20	1,51	0,36	0,17 **
MoF x A	1	15,93 **	0,02	0,0004	0,68	0,001
Erro b	34	1,85	0,17	3,05	0,29	0,02
Média	-	1,60	5,17	40,5	3,01	3,77
CV (%) da parcela	-	88,7	6,9	4,6	22,5	4,8
CV (%) da subparcela	-	86,2	8,0	4,0	18,1	3,5

* F significativo a 5%; ** F significativo a 1%; e ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Apesar de as médias do TMoF apresentarem tendência de linearidade, não foi verificado efeito das doses do Mo aplicadas em mistura com o glyphosate. Porém, houve efeito dos fatores dose de Mo aplicada por via foliar (MoF), ano (A), e da interação MoF x A.

Damato Neto (2010) aplicou os mesmos tratamentos realizados no presente trabalho e observou que no primeiro ano de cultivo o TMoF do feijoeiro não se alterou quando o micronutriente foi aplicado via foliar, porém, quando ele não foi aplicado na folha, o seu teor apresentou redução entre as doses de 0 e 300 g ha⁻¹, e que a partir desta dose houve ligeiro aumento do TMoF. Em diversos estudos constata-se elevação do TMoF de feijão com o fornecimento de Mo (DALLPAI, 1996; PESSOA *et al.*, 2000; FERREIRA *et al.*, 2003; PIRES *et al.*, 2005). A não detecção de diferença significativa entre as médias do TMoF do feijoeiro cultivado sobre palhada de milho em função das doses do Mo aplicadas junto com glyphosate foi provavelmente devido ao elevado coeficiente de variação dos dados (Tabela 13).

Na interação entre a dose de Mo aplicada por via foliar (MoF) e o ano (A), independentemente do ano, as menores médias dos TMoF ocorreram nas subparcelas

onde não foi realizada a aplicação do Mo por via foliar, sendo estas significativamente diferentes das verificadas onde foram aplicados 100 g ha⁻¹ de Mo. Nas subparcelas, com aplicação do Mo por via foliar, as médias do TMoF foram estatisticamente maiores em 2010 (Tabela 14).

Tabela 14 – Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente ao teor de Mo nas folhas (TMoF) do feijoeiro cultivado sobre palhada de milho em 2009 e 2010, Coimbra-MG

Mo Foliar (g ha ⁻¹)	TMoF (mg kg ⁻¹)	
	2009	2010
0	0,41 Ab	0,43 Ab
100	1,87 Ba	3,67 Aa

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste F.

A média do TMoF verificada nas parcelas (média dos dois experimentos) onde não foi aplicado o Mo junto com o glyphosate foi de 1,26 mg kg⁻¹, o que está dentro da faixa de suficiência para o teor de Mo na folha propostos para o feijoeiro por Oliveira e Thung (1988), que é de 0,40 a 1,40 mg kg⁻¹.

Não foi verificado efeito da aplicação das doses do Mo junto com o glyphosate sobre o teor de N nas folhas de feijoeiro cultivado sobre palhada de milho, cujas médias variaram de 5,04 a 5,34 mg de N kg⁻¹. Observa-se que estes valores do TNF são superiores aos valores de 3,0 a 3,5 dag de N kg⁻¹, considerados por Martinez *et al.* (1999) como a faixa de suficiência de N para o feijoeiro.

A leitura SPAD apresentou média de 39,9 unidades em 2010, valor estatisticamente diferente do verificado em 2009 (41,9 unidades).

Em relação ao teor de Mo nos grãos do feijoeiro, verificou-se efeito das fontes de variação: doses do Mo aplicadas junto com o glyphosate (D), ano (A), interação D x A e aplicação de Mo por via foliar (MoF) (Tabela 13).

Na avaliação da interação D x A, independentemente do ano, quanto maior a dose de Mo aplicada em mistura ao dessecante sobre a palhada de milho, maior o TMoG dentro do intervalo estudado. Porém, os grãos colhidos em 2010 apresentaram maior média do TMoG (Figura 7).

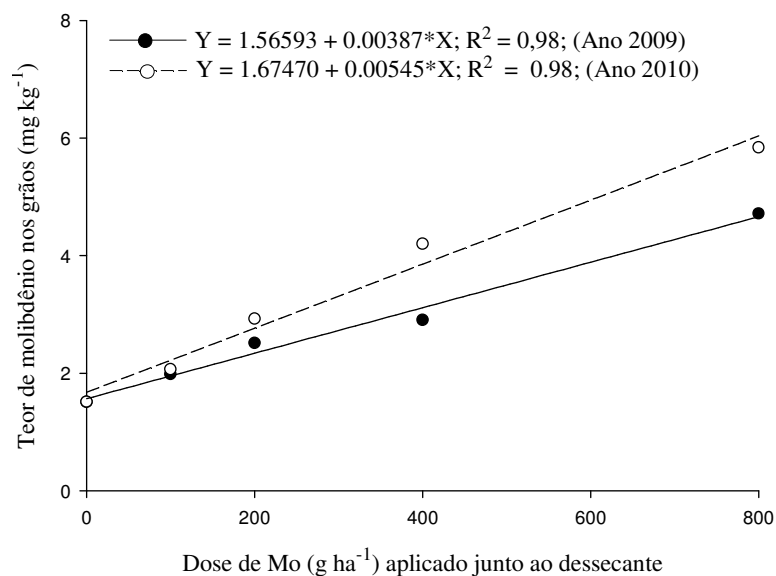


Figura 7 – Teor de Mo nos grãos do feijoeiro, em função das doses de Mo aplicadas em mistura com o glyphosate em 2009 e 2010. Coimbra-MG.

O maior TMoG em 2010 evidencia a capacidade das plantas do feijoeiro absorver e acumular Mo nos grãos, mesmo quando aplicado junto com o glyphosate no momento da dessecação, conforme relatado também por Damato Neto (2010). Sugere-se que essa forma de aplicação possa contribuir para a diminuição da velocidade da adsorção do Mo aos coloides do solo, demonstrando ser uma forma interessante de aproveitamento de resíduos da fertilização de anos anteriores. Isso poderia contribuir para a maior eficiência da adubação molíbdica e se apresentar como uma maneira promissora de fornecimento do Mo, por manter o micronutriente presente por maior tempo no sistema solo-planta, tornando esse mais sustentável em função de proporcionar menores perdas do Mo por fixação.

A aplicação do Mo por via foliar do feijoeiro aumentou o TMoG. Na ausência da aplicação do Mo por via foliar, o teor médio do Mo nos grãos foi igual a 1,75 mg kg⁻¹, contra a média de 4,27 mg kg⁻¹, nas subparcelas onde houve a aplicação suplementar de 100 g de Mo ha⁻¹. Para o efeito do ano, semelhantemente ao ocorrido para os teores de Mo foliares, o TMoG em 2010 (3,30 mg kg⁻¹) foi significativamente maior que a média de 2,72 mg kg⁻¹, verificada em 2009.

O teor de N nos grãos (TNG) do feijoeiro foi influenciado pelas fontes: dose do Mo aplicado junto com o glyphosate (D), ano (A), Mo aplicado por via foliar (MoF) e interação MoF x D (Tabela 13).

Em relação ao efeito da dose do Mo aplicada junto com o glyphosate, apesar de a análise de variância apresentar diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias do TNG, os dados não se ajustaram aos modelos de regressão. As parcelas que não receberam a aplicação do Mo em mistura com o glyphosate apresentaram o teor médio de 3,62 dag de N kg^{-1} nos grãos, valor 5 % inferior ao valor médio (3,80 dag de N kg^{-1}), encontrado naquelas onde foi aplicado o Mo junto com o glyphosate (Tabela 15).

Tabelas 15 – Médias do teor de N nos grãos (TNG) do feijoeiro cultivado sobre palhada de milho e em função da aplicação de doses de Mo em mistura com o glyphosate em 2009 e 2010, Coimbra MG

	Dose de Mo + Glyphosate					Média
	0	100	200	400	800	
TNG (mg kg^{-1})	3,62	3,82	3,73	3,84	3,82	3,77

Quanto à interação entre a dose de Mo aplicada junto com o glyphosate e o Mo aplicado por via foliar do feijoeiro, nota-se que quando foram aplicados 100 g ha^{-1} de Mo por via foliar sobre o feijoeiro o teor de N nos grãos (TNG) se manteve constante, com teor médio de N igual a 3,81 dag kg^{-1} . Porém, quando não se aplicou o Mo por via foliar no feijoeiro, o TNG apresentou resposta exponencial e foi necessária a dose de 199 g ha^{-1} de Mo aplicado em mistura com o glyphosate para que se equiparasse ao teor médio de N obtido com a aplicação do Mo via foliar (Figura 8). Estes resultados indicam que o feijoeiro absorveu e translocou para os grãos o Mo aplicado junto com o glyphosate, confirmando ser desnecessário aplicá-lo por via foliar, nessas condições.

Houve efeito da aplicação do Mo por via foliar do feijoeiro sobre o TNG. As subparcelas onde o Mo não foi aplicado por via foliar apresentaram média do TNG igual a 3,72 mg kg^{-1} , estatisticamente inferior à média obtida nas subparcelas com aplicação suplementar de 100 g de Mo ha^{-1} , que apresentaram média de 3,81 mg kg^{-1} . Para o efeito do ano, em 2009 o TNG apresentou média de 3,51 mg kg^{-1} , significativamente menor que a média igual a 4,03 mg kg^{-1} , verificada em 2010. Isso pode ser devido ao aproveitamento do Mo acumulado no solo, devido às aplicações dos anos anteriores.

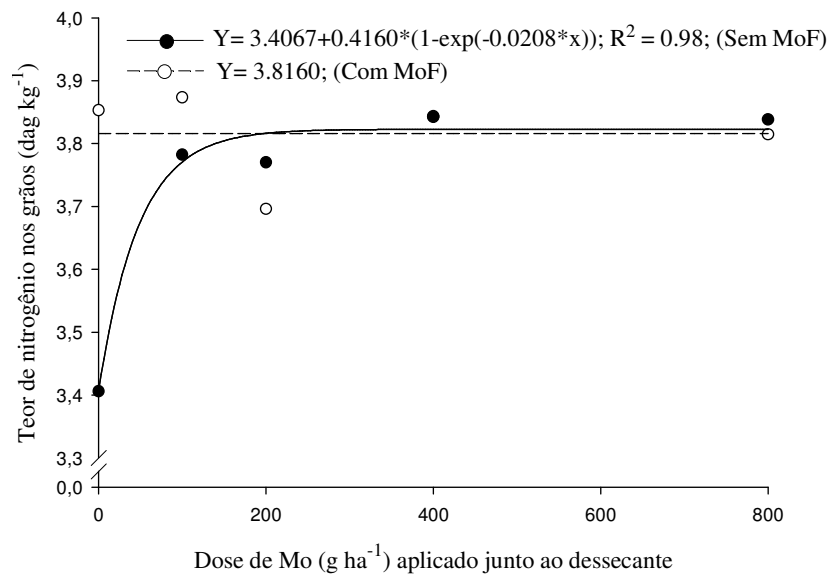


Figura 8 – Teor de N nos grãos do feijoeiro, obtidos com ou sem aplicação de Mo via foliar em função das doses do Mo aplicadas em mistura com o glyphosate, para cultivo do feijoeiro. Coimbra-MG.

5. CONCLUSÕES

5.1. Conclusões para feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária

Na média, os componentes do rendimento, a produtividade de grãos e o índice SPAD não foram afetados pelo Mo aplicado juntamente com o dessecante ou por via foliar do feijoeiro.

Os valores médios do número de grãos por vagem, da massa de 100 grãos, da produtividade de grãos e do índice SPAD diferiram estatisticamente em função do ano de cultivo. O primeiro foi superior em 2010 enquanto os demais, superiores em 2009.

Os teores de Mo nas folhas e nos grãos do feijoeiro aumentaram com o incremento da dose deste na mistura com o dessecante e ainda mais com a sua aplicação via foliar.

A aplicação anual de doses de Mo junto com o dessecante nas mesmas subparcelas favorece a absorção e o acúmulo de Mo nos grãos do feijoeiro.

O teor foliar de nitrogênio aumentou com a aplicação de Mo misturado com o dessecante, dispensando a sua aplicação foliar.

5.2. Conclusões para feijoeiro cultivado sobre palhada de milho

A produtividade de grãos não foi afetada pela aplicação do Mo em mistura com o dessecante ou via foliar.

O teor foliar de Mo aumentou com a aplicação do micronutriente junto com o dessecante e com a sua aplicação foliar.

O teor de Mo nos grãos aumentou com o incremento da dose do micronutriente aplicada junto com o dessecante e com a aplicação do Mo por via foliar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; CARNEIRO, G. E. S.; SILVA, J. G. da; DEL PELOSO, M. J. Bean production and white mould incidence under no-till system. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 43, p. 150-151, 2000.

ALBINO, U. B.; CAMPO, R. J. Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do *Bradyrhizobium* e na fixação biológica de nitrogênio em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 527-534, 2001.

ALVARENGA, P. E. **Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molíbdica e à inoculação com *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli***. 1995. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 1995.

ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B. Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5^a Aproximação. Viçosa-MG, 1999. p. 25-32.

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

ANDRADE, M. J. B.; DINIZ, A. R.; CARVALHO, J. G.; LIMA, S. F. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 4, p. 499-508, 1998.

ARAÚJO, P. R. A. **Combinações de doses de nitrogênio e molibdênio na adubação da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2000. 56 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2000.

- ARAÚJO, P. R. A. *et al.* Eficácia da aplicação de molibdênio em mistura no tanque com herbicidas pós-emergente sobre o feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos...** Salvador: 1999. p. 480-483.
- 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 Scientiarum. Agronomy**, 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**, Campinas, 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 Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 117-123, 2010.
- BASSAN, D. A. Z.; ARF, O.; BUZETTI, S.; CARVALHO, M. A. C.; SANTOS, N. C. B.; SÁ, M. E. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p.76-83, 2001.
- 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. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 42, n. 243, 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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, p. 473-480, 1996.
- BISCARO, G. A.; GOULART JUNIOR, S. A. R.; SORATTO, R. P.; FREITAS JÚNIOR, ANAMARI 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 agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1280-1287, 2009.
- BRAGA, J.M. Resposta do feijoeiro 'Rico 23' à aplicação de enxofre boro e molibdênio. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 19, p. 222-226, 1972.
- BRENNAN, R.F. Residual value of molybdenum trioxide for clover production on an acidic sandy podzol. **Aust. J. Exp. Agric.**, v. 42, p. 255-570, 2002.
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen-total. In: KLUTE, A. (Ed.) **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: SSSA/ASA, 1982. p. 595-624.
- BORTELS, H. Molybdän als Katalysator bei der biologischen Stickstoffbindung. **Archives of Microbiology**, Berlin, v. 1, p. 333-342, 1930.
- BRODRICK, S. J.; GILLER, K. E. Root nodules of *phaseolus*: Efficient scavengers of molybdenum for N₂ fixation. **Journal of Experimental Botany**, v. 42, n. 238, p. 679-686, 1991.

BULEN, W. A.; LeCONTE, J. R. The nitrogenase system from *Azotobacter*: two enzyme requirements for N₂ reduction, ATP-dependent H₂ evolution, and ATP hydrolysis. **National Academy of Sciences of the United States of America Proceedings**, Washington, v. 56, p. 979-986, 1966.

CALONEGO, J. C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARBOSA, R. D.; LEITE, G. H. P.; GRASSI FILHO H. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar. **Revista Ciência Agronômica**, Botucatu-SP, v. 41, n. 3, p. 334-340, 2010.

CARNEIRO, J. E. S.; CHAGAS, J. M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; SILVA, L. C.; ARAÚJO, G. A. A.; CARNEIRO, P. C. S.; DEL GIÚDICE, M. P.; MENEZES JÚNIOR, J. A. N. Ouro Vermelho: nova cultivar de feijão vermelho para Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005. **Anais...** Goiânia: CONAFE, v. 1, 2005. p. 525-527.

CARVALHO, J. R. **Otimização da metodologia de determinação de molibdênio em solos e Plantas por voltametria de onda quadrada com redissolução catódica adsorptiva**. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.

CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHARDER, M.; YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitrification of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 6, n. 1, p.71-81, 1975.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p. 583-624.

COBUCCI, T.; Rabelo, R. R.; SILVA, W. **Manejo de plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas na região dos Cerrados**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 60 p. (Circular Técnica).

COELHO, H. D. A.; LAGE, K. A.; FIGUEIREDO, L. H. A.; MELLO, J. W. V. Estudo da absorção de molibdênio em quatro solos de Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 47, p. 579-590, 2000.

COSTA, J. L. S.; SILVEIRA, P. M. Influência dos métodos de preparo de solo e rotação de culturas na ocorrência de podridões radiculares de feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 258, 1997.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; NOVOTNY, E. H.; KONZEN, E. A. Manejos de solo para a cultura do feijoeiro. In: Feijão de alta produtividade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.25, n.223, p. 42-55, 2004.

DALLPAI, O. L. **Determinação espectrofotométrica de molibdênio em solo e tecido vegetal e adsorção de molibdato em solos de Minas Gerais**. 1996. 56 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1996.

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.

DAVIES, E. B. Factors affecting molybdenum availability in soils. **Soil Science**, v. 81, p. 209-221, 1956.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Requisitos para a implantação e manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.19-27.

EIRAS, S. P. **Determinação catalítica de molibdênio em plantas, usando análise em fluxo contínuo monossegmentado com detecção espectrofotométrica**. 1991. 126 f. Dissertação (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade de Campinas, Campinas-SP, 1991.

FERNANDES, B.; GALLOWAY, H. M.; BRONSON, R. D.; MANNERING, J. V. Efeito de três sistemas de preparo do solo na densidade aparente, na porosidade total e na distribuição dos poros (Typic Argraquoll e Typic Hapludalf). **Revista brasileira de ciência do Solo**, Campinas-SP, v.7, n. 3, p. 329-333, 1983.

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 Scientiarum, Agronomy**, Maringá-PR, v. 27, n. 1, p. 7-15, 2005.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R.; VIEIRA, C. Diagnose do estado nutricional molíbdico do feijoeiro em razão do molibdênio contido na semente e sua aplicação foliar. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas-RS, v. 9, n. 4, 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. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 34, n. 7, p. 1145-1149, 1999.

GALVÃO, J. D.; RODRIGUES, J. J. V.; PURÍSSIMO, C. Sistemas de plantio direto e convencional, na cultura do feijão da seca, em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 28, n. 158, p. 412-416, 1981.

GÁMEZ, A. L. A.; ROJAS, C. L.; CASTELLÒN, E. R. E. Development of a voltammetric method to determine molybdenum in food grains. **Portugaliae Electrochimica Acta**, v. 23 p. 393-402, 2005.

GASPARIM, E.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá-PR, v. 27, n. 1, p. 107-115, 2005.

GOLDBERG, S. Competitive adsorption of molybdenum in the presence of phosphorus or sulfur on gibbsite. **Soil Science**, v. 175, Issue 3, p.105-110, 2010.

GOLDBERG, S.; FORSTER, H. S. Factors affecting molybdenum adsorption by soils and minerals. **Soil Science**, v. 163, Issue 2, p. 109-114, 1998.

GOMES JÚNIOR, F. G. **Nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre diferentes palhadas: produtividade, composição química e qualidade fisiológica das sementes**. 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira-SP, 2006.

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

GUPTA, U. C. **Molybdenum in agriculture**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

GUPTA, U. C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soil and plants and animals. **Advance in Agronomy**, v. 34, p. 73-115, 1981.

HALE, K. L. *et al.* Molybdenum sequestration in *Brassica* species. A role for anthocyanins? **Plant Physiology**, Rockville, v. 126, p. 1391-1402, 2001.

JACKSON, M. L. Nitrogen determinations for soil and plants tissue. *In*: JACKSON, M. L. (Ed.). **Soil chemical analyses**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1958. p. 183-204.

JACOB NETO, J.; FRANCO, A. A. Conteúdo de Mo nas sementes para auto-suficiência do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 58, n. 3, p. 508, 1986.

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.

KABATA-PENDIAS A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3. ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Efeito do manejo do solo e da adubação sobre o rendimento do feijoeiro. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2002, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 721-723.

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, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do 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 Scientiarum 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. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 71-75, 1987.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

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**. 5^a Aproximação. Viçosa-MG, 1999. p. 143-168.

MARTINÉZ, E. L.; BARRACHINA, A. C.; CARBONELL, F. B.; POZO, M. A.; GARCIA, M. A.; BENEYTO, J. M. Molybdenum uptake, distribution and accumulation in bean plants. **Fresenius Envir Bull**, v. 5, p. 73-78, 1996.

MENDEL, R.R., SCHWARZ, G. Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 18, p. 33-69, 1999.

MENGEL, K.; KIRBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. International Potash Institute. Berna, 1978.

MARTENS, D. C.; WESTERMANN, D. T. Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Ed.). **Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies: micronutrients in agriculture**. 2. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 549-592.

NASCIMENTO, M. S.; ARF, O.; SILVA, M. G. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá-PR, 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 agrônômicas e produtividade. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 5, p. 351-358, 2009.

OLIVEIRA, I. P.; THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1988. p. 175-212.

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. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 169-221.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 37, n. 8, p. 1079–1087, 2002.

OLIVEIRA, R. L.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; REIS R. L. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 33, n. 1, p. 113-119, 2009.

PESSOA, A. C. S. **Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo**. 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1998.

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. **Revista Brasileira de Ciência do SOLO**, Viçosa-MG, 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. **Revista Brasileira de Ciência do 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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 42, n. 12, p. 1687-1696, 2007.

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

PRADA, F.; MENDONÇA JR., C. X.; CARCIOFI, A. C. Concentração de cobre e molibdênio em algumas plantas forrageiras do Estado do Mato Grosso do Sul. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo-SP, v. 35, n. 6, p. 275-278, 1998.

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.

RODRIGUES, J. R. M.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a doses de molibdênio aplicado via foliar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 20, n. 3, p. 323-333, 1996.

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

SALYSBURY, F. B.; ROOS. C. W. **Plant physiology**. 4. ed. California: Wadsworth Publishing Company, 1991. 682 p.

SANTOS, A. B.; SILVA, O. F.; FERREIRA, E. Avaliação de práticas culturais em um sistema agrícola irrigado por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 32, p. 317-327, 1997.

SAS INSTITUTE. **SAS system for windows**. Version 9.1. Cary: SAS Institute Inc. 2003. 2 CD-ROMs.

SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo distrófico (Oxisol). **Revista Brasileira de Ciência do SOLO**, Campinas-DF, v.7, n.1, p. 103-106, 1983.

SILVA, V. A.; ANDRADE, M. J. B.; RAMALHO, M. A. P.; SALVADOR, N.; KIKUTI, H. Efeitos de métodos de preparo do solo e doses de adubação NPK sobre o feijão da “seca” em seqüência à cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 25, n. 2, p. 454-461, 2001.

SILVA, M. V.; ANDRADE, M. J. B.; MORAES, A. R.; ALVES, V. G. Fontes e doses de molibdênio via foliar em duas cultivares de feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 27, n. 1, p. 126-133, 2003a.

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**, Lavras-MG, v. 27, n. 5, p. 1160-1164, set./out., 2003b.

SILVA, M. G.; ARF, O.; SÁ, M. E.; RODRIGUES R. A. F.; BUZETTI, S. Nitrogen fertilization and soil management of winter common bean crop. **Sci. Agric.**, Piracicaba-SP, v. 61, p. 307-312, 2004.

SILVA, M. G.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Rendimento do feijoeiro irrigado cultivado no inverno em sucessão de culturas, sob diferentes preparos do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 433-439, 2006a.

SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B.; TAVARES, C. A.; Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 41, n. 5, p. 739-745, 2006b.

SILVA, A. C.; CARNEIRO, J. E. S.; FERREIRA, L. R.; CECON, P. R. Consórcio entre feijão e *brachiaria brizantha* sob doses reduzidas de gramínicida. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 1, p. 71-76, 2006c.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três Sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30 n. 3, p.391-399, 2006d.

SINGH, M.; KUMAR, V. Sulfur, Phosphorus, and molybdenum interactions on the concentration and uptake of molybdenum in soybean plants (*Glycine max*). **Soil Science**, v. 127, p. 307-312, 1979.

- SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; CHIDI, S.N.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Feijoeiro irrigado e aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira-SP, v. 9, n. 1, p. 115-32, 2000.
- SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.
- STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. L. Efeitos do sistema de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 35, n. 4, p. 835-841, 2000.
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. S. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 34, n. 1, p. 83-91, 1999.
- URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.
- VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A. O.; ARAÚJO, G. A. A. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura do feijão. **Revista de Agricultura**, Piracicaba-SP, v. 67, n. 2, p. 117-124, 1992.
- VIEIRA, R. F.; CARDOSO, E. J. B. N.; VIEIRA, C.; CASSINI, S. T. A. Foliar application of molybdenum in common beans. I. Nitrogenase and reductase activities in a soil of high fertility. **J. Plant Nutr.**, v. 21, p. 169-180, 1998.
- VIEIRA, R. F.; SALGADO, L. T.; FERREIRA, A. C. B. Performance of Common Bean Using Seeds Harvested from Plants Fertilized with High Rates of Molybdenum. **J. Plant Nutr.**, v. 28, p. 363-377, 2005.
- VIEIRA, R. F.; SALGADO, L. T.; ARAÚJO, R. F.; PAULA JÚNIOR, T. J. **Produção de sementes de feijão ricas em molibdênio e benefícios com seu uso**. Belo Horizonte-MG: Epamig, 2008. (Circular técnica, Epamig, n. 12).
- 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. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 40, n. 3, p. 666-669, 2010.
- VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo vermelho-escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 19, n. 7, p. 873-883, 1984.
- TIFFIN, L. O. Translocation of molybdenum in plants. In: MORTVEDT, J. J.; GIOEDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of América. Inc., 1972.

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

WU, C. H.; LO, S. L.; LIN, C. F. Competitive adsorption of molybdate, chromate, sulfate, selenate, and selenite on γ - Al_2O_3 . *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, v. 166, p. 251-259, 2000.

WINTER, H. C.; BURRIS, R. H. Nitrogenase. **Annual Review of Biochemistry**, v. 45, p. 409-426, 1976.

YATES, M. G. Biochemistry of nitrogen fixation. In: MIFLIN, B. J. (Ed). **The biochemistry of Plants**. London: Academic Press, 1980.

ZIMMER, W.; MENDEL, R. Molybdenum in plant. **Plant Biology**, v.1, p. 160-168, 1999.