

**APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO DURANTE  
A MATURAÇÃO DAS SEMENTES DE SOJA:  
EFEITOS NA PRODUTIVIDADE, NO TEOR DE Mo,  
NA QUALIDADE DAS SEMENTES E NA  
NODULAÇÃO**

**GUSTAVO LIMA MILANI**

**2007**

**GUSTAVO LIMA MILANI**

**APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO DURANTE A  
MATURAÇÃO DAS SEMENTES DE SOJA: EFEITOS NA  
PRODUTIVIDADE, NO TEOR DE Mo, NA QUALIDADE DAS  
SEMENTES E NA NODULAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador**  
**Prof. Dr. João Almir Oliveira**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS - BRASIL**  
**2007**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Milani, Gustavo Lima

Aplicação foliar de Mo durante a maturação das sementes de soja: efeitos na produtividade, no teor de Mo, na qualidade das sementes e na nodulação / Gustavo Lima Milani. -- Lavras : UFLA, 2007.

50 p. : il.

Orientador: João Almir Oliveira  
Dissertação (Mestrado) – UFLA.  
Bibliografia.

1. Soja. 2. Maturação. 3. Sementes. 4. Nodulação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.3421

**GUSTAVO LIMA MILANI**

**APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO DURANTE A  
MATURAÇÃO DAS SEMENTES DE SOJA: EFEITOS NA  
PRODUTIVIDADE, NO TEOR DE Mo, NA QUALIDADE DAS  
SEMENTES E NA NODULAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 09 de março de 2007

Profa. Dra.Édila Vilela de Resende Von Pinho

UFLA

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães

UFLA

Dr. Antônio Rodrigues Vieira

EPAMIG

Prof. Dr. João Almir Oliveira

Orientador

**LAVRAS  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2007**

*A Deus, pela vida e por me dar forças para vencer mais esta etapa.*

*Aos meus pais, Dirceu e Maria, pelo total apoio sobre minhas decisões. Pelos conselhos, mesmo os que eu não tenha seguido, pelo carinho, amor, dedicação e por serem, para mim, um exemplo de vida a ser seguido.*

*Ao meu irmão, Fabrício, sua esposa Stêfania e sua filha Mariana, à minha irmã Letícia, seu marido Wilson e seu filho Mateus, pela cumplicidade e por fazerem parte da minha vida.*

*A Maria José, Dirceu e Simone, pelo carinho e atenção nos momentos em que mais necessitei.*

*Aos meus avós, Humberto e Eneida, pelo apoio e carinho.*

### **OFEREÇO**

*Aos meus tios e todos familiares.*

*A minha segunda família, que são todos os meus amigos e amigas, os quais eu nunca hesitei em apoiar e pedir apoio.*

### **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Agricultura, Setor de Sementes, pela oportunidade e apoio durante o período de realização dos trabalhos.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Prof. João Almir Oliveira, pela confiança, dedicação, amizade, orientação e conhecimentos, que contribuíram em grande parte para a minha formação profissional e, sobretudo, pelo total apoio durante a realização do trabalho.

Ao meu co-orientador, Prof. Pedro Milanez de Resende, pela amizade e dedicação durante a realização do trabalho, além da oportunidade de lecionar aulas da sua disciplina.

Ao Eng. Agrônomo Wilson Benites Rodrigues, pela concessão da área experimental em Ituiutaba, MG, pelos ensinamentos profissionais durante todo meu período de graduação e pós-graduação e pelo apoio e presteza de sempre.

Aos professores do Setor de Sementes, Renato Mendes Guimarães, Édila Vilela de Resende Von Pinho e Maria Laene M. de Carvalho, pelos ensinamentos, apoio e amizade.

Aos funcionários do Setor de Sementes, Dona Elza, Dalva, Elenir, Andréa e seu Zé, pelo apoio, auxílio, amizade e disposição de sempre.

Ao grande amigo, mestrando Luiz Hildebrando, pelos conselhos e ajuda durante o planejamento e realização do trabalho.

A Elise, Lucas e Fernando, que me auxiliaram muito na condução dos experimentos, além de serem amigos extraordinários.

Aos amigos(as) do Setor de Sementes que também me ajudaram durante a realização do trabalho: Albino, Taís, Kênia, Pedro, Adriano e José Renato.

Aos amigos(as) da pós-graduação: Tiago, José Luiz, André, Alysso, Jorge, Leidiane, Rogério, Tales, Tatiana, Flávia, Denise, Carlos, Jainir, Adriano, Rafael, José Renato, Toninho, Armando, Marcelo e todos os outros que, porventura, não tenha citado, pela amizade e companheirismo de sempre.

A todos integrantes das Repúblicas Gospe Grosso, Quimimporta e Arame Farpado, pela grande amizade construída e por fazerem das suas casas a minha.

À Márcia, pela presteza de sempre e por me tratar como se fosse seu filho.

Aos grandes amigos(as), que ainda não foram citados: Sancho, Neto, Maria, Thiago C., Junio, Marcela, Aline, Rogério, Juliano, Brenão, Curiri, Marcel, Extrato, Malabi, Creusa, Paula, Thiago, Clebinho, Nanetti, Jaime, Cynthia, Gabi, Xaxada, Thiaguinho, Flavinha, João Paulo, Xit, Lindinho, Ricardo (Bregueth), Carol, Bruno, Valéria e todos os outros que, porventura, não tenha citado, pela companhia durante os melhores momentos da minha vida de estudante.

Aos meus amigos, que não estão próximos, mas ainda fazem parte da minha vida: Lucas, Fabrício Elias, Fabrício Camilo, Rodrigo (Branco), Rafael, Paulo Eduardo, Maurílio, Samanta, Dani, Victor (Goiano), Poliana e Thiago (Sorriso), pela forte amizade existente entre nós.

*"Pouca ciência torna os homens orgulhosos; muita ciência torna-os humildes.  
Assim, as espigas vazias elevam a cabeça soberba, enquanto as cheias inclinam-se humildemente para a terra."*

(Anônimo)

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	ii
APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO DURANTE A MATURAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA.....	01
RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	02
INTRODUÇÃO.....	03
MATERIAIS E MÉTODOS.....	05
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
CONCLUSÕES.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
NODULAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS ORIUNDAS DE SEMENTES DE SOJA COM ALTOS TEORES DE MOLIBDÊNIO...	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	25
INTRODUÇÃO.....	26
MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

## RESUMO GERAL

MILANI, Gustavo Lima. **Aplicação foliar de Molibdênio durante a maturação das sementes de soja: efeitos na produtividade, no teor de Mo, na qualidade das sementes e na nodulação.** 2007. 50 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

Neste trabalho foi avaliado o efeito da aplicação foliar de diferentes doses de Mo, em aplicação única e parcelada em duas vezes, durante o processo de maturação das sementes, sobre a produtividade, a qualidade fisiológica das sementes e a nodulação e o desenvolvimento das plantas. Foram realizados dois ensaios de campo, em Lavras, MG e Ituiutaba, MG. Os demais experimentos foram instalados nas dependências do Laboratório de Sementes da UFLA. Foram feitas aplicações foliares de Mo, no estágio R5.2 para aplicação única e nos estágios R5.2 e R5.4 para a aplicação parcelada em duas vezes. Nos dois ensaios de campo, os tratamentos foram: 1 aplicação de 1000g, 1 aplicação de 800g, 1 aplicação de 600g, 1 aplicação de 400g, 2 aplicações de 500g, 2 aplicações de 400g, 2 aplicações de 300g, 2 aplicações de 200g e testemunha. A aplicação de diferentes doses de Mo resultou em um acúmulo crescente e linear no teor do mesmo na semente, independente da aplicação única ou parcelada. O Mo acumulado nas sementes de soja não interferiu na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes soja. Para a avaliação da nodulação e do desenvolvimento das plantas oriundas das sementes enriquecidas foi montado um ensaio em casa de vegetação. Os tratamentos para este ensaio foram: sementes enriquecidas, provenientes dos dois ensaios de campo, com 1 aplicação de 1000g, 1 aplicação de 800g, 1 aplicação de 600g, 1 aplicação de 400g, 2 aplicações de 500g, 2 aplicações de 400g, 2 aplicações de 300g, 2 aplicações de 200g, testemunha (sem Mo) e testemunha + Mo através do tratamento de sementes. Quando as plantas se encontraram no estágio R1 estas foram coletadas para as seguintes avaliações: altura de planta, matéria seca de parte aérea e raiz, número e peso seco de nódulos por plantas e teor de nitrogênio na folha. O contato direto das sementes com a solução de Mo diminuiu o número de nódulos por plantas. O enriquecimento de sementes de soja não prejudica a nodulação e também não interfere no desenvolvimento da planta.

---

\*Comitê Orientador: João Almir Oliveira-UFLA (Orientador), Pedro Milanez de Resende-UFLA (Co-orientador) Telde Natel Custódio-UFLA (Co-orientador).

## GENERAL ABSTRACT

MILANI, Gustavo Lima. **Leaf application of Mo during soybean seed maturation: effects in yield, content of Mo, seed quality and nodulation.** 2007. 50 p. Dissertation (Master in Agronomy/ Crop Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

In this work it was evaluated the effect of leaf application of different rates of Mo, in only one application and divided in twice, during the seed maturation, about the yield, content of Mo, seed quality, nodulation and development of the plants. It was realized two assays of crop, in Lavras-MG and Ituiutaba-MG, the others experiments was established in installations of Seed Laboratory of UFLA. It was made leaf applications of Mo, in R5.2 stage to one only application and R5.2 and R5.4 stages to application divided in twice. To two field assays the treatments were: 1 application of 1000g; 1 application of 800g; 1 application of 600g; 1 application of 400g; 2 applications of 500g; 2 applications of 400g; 2 applications of 300g; 2 applications of 200g of Mo per ha and witness. The applications of different rates of Mo, result in one accumulation crescent and linear at quantity of same into seed, independent of one only application or divided. The Mo accumulated of soybean seeds doesn't affect the yield and the physiological quality of soybean seeds. To evaluation of nodulation and development of plants resultants of enriched seeds was made one assay in greenhouse. The treatments to this assay were: enriched seeds, in two tests, whit 1 application of 1000g; 1 application of 800g; 1 application of 600g; 1 application of 400g; 2 applications of 500g; 2 applications of 400g; 2 applications of 300g; 2 applications of 200g; witness (without Mo) and witness + Mo through of seed treatment. When the plants were in R1 stage these were collected to evaluate: height plant, above and under ground dry mass of plants, nodules and dry mass of nodules per plant and quantity of nitrogen into leaf. The direct treatments of seeds with solution of Mo decrease number nodules per plant. The enrichment of soybean seeds doesn't damage the nodulation and also doesn't interfere in the plant development.

---

\*Guidance Committee: João Almir Oliveira-UFLA (Adviser), Pedro Milanez de Resende-UFLA (Co-adviser) Telde Natel Custódio-UFLA (Co-adviser).

## SEMENTES DE SOJA ENRIQUECIDAS

(Preparado conforme as normas da Revista Brasileira de Sementes)

### APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO DURANTE A MATURAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA

**RESUMO:** A aplicação foliar objetivando o acúmulo do nutriente na semente é uma tecnologia recente e por isso pouco se sabe sobre o seu efeito na qualidade fisiológica e a influência da sua aplicação sobre a produtividade das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade das plantas que receberam a aplicação de Mo via foliar em diferentes doses, e a qualidade fisiológica das sementes provenientes destas plantas. A fonte de molibdênio usada foi o molibdato de sódio (39% Mo). As sementes receberam o Mo por meio de aplicações foliares durante o processo de maturação, em aplicação única e parcelada em duas vezes, feitas entre os estágios R5.2 e R5.4, em dois ensaios, em Lavras, MG e Ituiutaba, MG. Os tratamentos para os dois ensaios foram: 1 aplicação de 1000g, 1 aplicação de 800g, 1 aplicação de 600g, 1 aplicação de 400g, 2 aplicações de 500g, 2 aplicações de 400g, 2 aplicações de 300g, 2 aplicações de 200g e 0g (testemunha) por hectare. Os ensaios foram instalados em DBC, com quatro repetições. Avaliou-se o teor de Mo na semente, a produtividade das plantas que receberam a aplicação foliar e para a avaliação da qualidade fisiológica os testes: germinação, IVE, teste de frio e condutividade elétrica. O teor de Mo nas sementes de soja é crescente com a dose aplicada nas plantas e independe da aplicação em dose única ou parcelada. O acúmulo de Mo nas sementes não interfere na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes soja.

**Termos para indexação:** *Glycine max*, molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica.

## **LEAF APPLICATION OF MOLYBDENUM DURING THE SOYBEAN SEED MATURATION**

**ABSTRACT:** The leaf application with the objective of to accumulate this nutrient into the seed is new technologic and because this little know about your effect in physiological quality and the influence of its application about the yield of the plants. The objective of this study was evaluating the yield of the plants that suffers the leaf application of the Mo in different rates, and the physiological quality of soybean seeds results of this plants. The source of molybdenum used was sodium molybdate (39% Mo). The seeds receive the Mo through leaf applications during the maturation process, in one only application and divided in twice, made between R5.2 and R5.4 stages, in two tests, in Lavras-MG and Ituiutaba-MG. The treatments to two assays were: 1 application of 1000g; 1 application of 800g; 1 application of 600g; 1 application of 400g; 2 applications of 500g; 2 applications of 400g; 2 applications of 300g; 2 applications of 200g and 0g (witness) per ha. The tests were made in DBC, with four repetitions. It was evaluated the content of Mo into seed, yield of the plants that receive the leaf application and to evaluate of the physiological quality the tests: germination, EVI, cold test and conductivity electrical. The content of Mo into seed is crescent with the rate apply in plants and independent of one only application or divided. The accumulation of Mo in the seeds doesn't affect the yield and the physiological quality of soybean seeds.

**Index terms:** *Glycine max*, molybdenum, yield and physiological quality.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil figura entre os três maiores produtores de soja do mundo. A área plantada na safra 2004/2005 foi de 22.840.900 ha, com produtividade média de 2.321 kg.ha<sup>-1</sup>, totalizando 53.119.200 toneladas de grãos (CONAB, 2005). Para suprir essa demanda, seria necessária a produção de aproximadamente 1.400.000 toneladas de sementes de soja. Entretanto, de acordo com levantamentos recentes, a demanda efetiva de sementes ficou em torno de 800.000 toneladas. Chega-se à conclusão de que a taxa de utilização de sementes de soja no Brasil ainda é baixa, com média nacional de 57% (ABRASEM, 2006), mesmo sendo caracterizada como cultura de alta tecnologia. O volume de sementes de soja corresponde a 52% do total de sementes produzidas e a 37 % do faturamento nesse setor.

Haja vista a importância econômica da sojicultura para o Brasil, o estudo contínuo dessa espécie faz-se necessário. As pesquisas dessa leguminosa são importantes em todos os aspectos, inclusive as relacionadas com uma importante característica da planta, que é a sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, por meio do processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), resultante da simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*.

Devido a sua grande importância no processo de FBN, o molibdênio é, dentre os micronutrientes exigidos pela soja, o que apresenta resposta mais freqüente e consistente na produtividade, não sendo exportado pelos grãos em maior quantidade (Fundação MT, 2004). Segundo Vargas e Hungria (1997), o molibdênio (Mo) é um micronutriente de grande importância no processo biológico de fixação biológica de nitrogênio atmosférico, propiciando grandes incrementos no rendimento da soja quando fornecido adequadamente à planta. Dentro do processo de fixação biológica de nitrogênio, o Mo participa como um

dos catalizadores da enzima nitrogenase, que é responsável pela transformação do N atmosférico em amônia. Esse elemento também participa do complexo enzimático da nitrato redutase, responsável pela assimilação do nitrato pelas plantas, atuando como doador de elétrons (Taiz e Zeiger, 2004).

Existem três maneiras de fornecer Mo à soja: por meio do tratamento de sementes, da aplicação foliar e da utilização de sementes que contenham teores suficientes para o bom desenvolvimento das plantas. Entretanto, o fornecimento de Mo é feito, na maioria das vezes, por meio do tratamento de sementes. Contudo, em vários estudos, concluiu-se que a aplicação do Mo via semente reduz a nodulação e a eficiência da FBN, sendo a aplicação foliar uma das alternativas para solucionar este problema (Hungria et al., 2001; Moreira e Siqueira, 2002; Câmara et al., 2002). Outra alternativa para este problema seria a utilização de sementes enriquecidas com Mo (Campo e Hungria, 2003), devendo essas sementes, com conteúdo ideal desse micronutriente, deverão ter maior valor comercial.

Guimarães (1999) afirma que a composição química das sementes é determinada, basicamente, por fatores genéticos, embora possa ter influência do ambiente e das práticas culturais, sendo o fornecimento de nutrientes o parâmetro de mais fácil controle entre os que afetam a composição química das sementes. A concentração de nutrientes minerais nas sementes pode afetar o seu potencial de armazenamento, bem como o desenvolvimento inicial das plantas, a fixação biológica de nitrogênio, no caso das leguminosas, e a produção de grãos das plantas por elas geradas (Jacob-Neto e Rosseto, 1998). Vieira et al. (1999) afirma que os micronutrientes, apesar dos poucos estudos sobre o efeito dos mesmos na produção de sementes, parecem ser os elementos que mais propiciam respostas na qualidade delas.

Ambrosano et al. (1999), em estudo sobre os efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade fisiológica em sementes de feijoeiro, concluíram que nem o fornecimento diferencial de N nem o de micronutrientes afetou a qualidade fisiológica das sementes. Entretanto, não foi observado acúmulo ou déficit de nutrientes nas sementes do feijoeiro.

O enriquecimento de sementes é uma técnica nova e, por isso, até o momento muito pouco estudada. Alguns trabalhos são encontrados com certos macronutrientes, entretanto, não é conhecido o efeito da aplicação foliar de Mo durante o processo de maturação, com o objetivo de enriquecer a semente, sobre a produtividade da planta geradora e a qualidade fisiológica das sementes. Desse modo, nesse trabalho, foram avaliadas a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de soja provenientes de plantas submetidas à adubação foliar com Mo durante o processo de maturação.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Local de condução dos experimentos**

Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Análises de Sementes (LAS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e em áreas experimentais em Lavras, MG (Ensaio 1) e Ituiutaba, MG (Ensaio 2).

#### **Ensaio 1**

Este ensaio foi conduzido na área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O município de Lavras está localizado na Região Sul de Minas Gerais, latitude 21°14'S e longitude 40°17'W e a 918 m de altitude.

O material genético utilizado foi composto por sementes de soja da cultivar Conquista, produzidas pela Sementes Farroupilha. As sementes foram tratadas com o fungicida Tegan<sup>®</sup>, na dosagem de 200g/100 kg de sementes, com CO-MO<sup>®</sup> (cobalto-molibdênio), na dosagem de 3 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes e inoculadas com bactérias do gênero *Bradirhizobium*, utilizando-se o inoculante turfoso Masterfix Soja (SEMIA 5019 E SEMIA 5079) com concentração mínima de 5x10<sup>9</sup> células viáveis/grama, numa dosagem de 200g/50 kg de sementes. Após a inoculação, procedeu-se a semeadura no campo. O solo foi preparado convencionalmente. A semeadura foi realizada na segunda quinzena do mês de novembro de 2005, em sulcos a quatro centímetros de profundidade. Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,50 m entre linhas, considerando-se como área útil as duas linhas centrais.

Foram distribuídas 20 sementes por metro linear, realizando-se o desbaste da parcela útil 30 dias após a semeadura, deixando-se 60 plantas por linha. Foi utilizada a formulação 0-18-20 de NPK na semeadura, na dosagem de 300 kg.ha<sup>-1</sup>. Realizou-se a capina manual para controle de plantas invasoras aos 15 e 30 dias após o plantio. A partir daí, foram realizadas uma pulverização com Tameron BR<sup>®</sup>, na dosagem de 500 mL.ha<sup>-1</sup>, para o controle de diabrótica e duas pulverizações com Sphere<sup>®</sup>, na dosagem de 400 mL.ha<sup>-1</sup> e 200 L.ha<sup>-1</sup> de calda, para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachirizi*).

Neste experimento foram produzidas as sementes enriquecidas com Mo, a partir da aplicação foliar de uma fonte de molibdênio, com diferentes doses em uma única aplicação ou parcelada em duas aplicações. A fonte de molibdênio utilizada foi o molibdato de sódio (39% de Mo). As doses aplicadas foram 1000g, 800g, 600g, 400g e 0g (testemunha) de Mo por hectare. A aplicação única foi realizada no estágio de desenvolvimento R 5.2, e, no caso da parcelada, em duas aplicações, realizadas nos estágios R 5.2 e R 5.4. O volume de calda utilizado nas aplicações foi de 400 L.ha<sup>-1</sup>. A aplicação foi feita por meio de

bomba manual de alta pressão (1,5 L).

A colheita das sementes ocorreu manualmente com o arranquio da plantas da parcela útil, quando as sementes atingiram 15% de grau de umidade. As plantas foram secadas ao sol e, quando as sementes se encontraram com umidade próxima de 13%, realizou-se a debulha manual. Após a limpeza das sementes, por meio de peneiras, determinaram-se o peso e o grau de umidade, sendo, posteriormente, embaladas em sacos de papel e armazenadas em câmara fria, a 10°C e 50% de UR, até a realização das análises.

## **Ensaio 2**

Este ensaio foi conduzido na Fazenda Bebedouro, no município de Ituiutaba-MG. A cidade está localizada na região do Pontal do Triângulo Mineiro, latitude 19°00'S e longitude 49°29'W e a 605 m de altitude.

O material genético utilizado foram sementes de soja da cultivar CD-215, produzidas pela COODETEC. As sementes foram tratadas com o fungicida Vitavax-Thiram®, na dosagem de 250g/100 kg de sementes, GRAP 165 JE® (cobalto-molibdênio), na dosagem de 1,6 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes e inoculadas com bactérias do gênero *Bradirhizobium*, utilizando-se o inoculante turfoso AGROCETE® (SEMIA 5019 E SEMIA 587) com concentração mínima de 1x10<sup>9</sup> células viáveis/grama, numa dosagem de 500 g/50 kg de sementes. Após a inoculação, procedeu-se a semeadura no campo. A área foi dessecada com Glifosato Nortox®, na dosagem de 4,0 L.ha<sup>-1</sup>, 3 dias antes da semeadura. A semeadura foi realizada na primeira quinzena do mês de dezembro de 2005, a quatro centímetros de profundidade, pelo método de semeadura direta. Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,45 m entre linhas, considerando-se como área útil as duas linhas centrais.

Foram distribuídas 16 sementes por metro linear. Após a emergência de plântulas, o estande permaneceu com 60 plantas por linha, sem necessidade de

desbaste. Foi utilizada a formulação 2-20-10 de NPK na semeadura, na dosagem de 250 kg.ha<sup>-1</sup>. O controle de plantas invasoras foi feito com os herbicidas pós-emergentes Cobra<sup>®</sup> e Gallant R<sup>®</sup> nas doses de 400 mL.ha<sup>-1</sup>. A partir daí, foram realizadas uma pulverização com Gallaxy<sup>®</sup>, na dosagem de 50 mL.ha<sup>-1</sup> e Cipermetrina Nortox<sup>®</sup>, na dosagem de 50 mL.ha<sup>-1</sup>, e duas pulverizações para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachirizi*), a primeira com Sphere<sup>®</sup>, na dosagem de 400 mL.ha<sup>-1</sup> e a segunda com Folicur<sup>®</sup>, na dosagem de 500 mL.ha<sup>-1</sup>. Uma pulverização adicional foi feita para o controle de percevejos com Tamaron BR<sup>®</sup>, na dosagem de 500 mL.ha<sup>-1</sup>. Em todas as pulverizações, foram utilizados 200 L.ha<sup>-1</sup> de calda.

Neste experimento, foram produzidas as sementes enriquecidas com Mo, seguindo a mesma metodologia, produto e dosagens do ensaio 1. A colheita e o processamento pós-colheita também foram os mesmos adotados no ensaio 1.

## **Avaliações**

### **Produtividade**

Com o peso das amostras de cada parcela, que foi obtido logo após a colheita e com o grau de umidade das sementes no momento da pesagem, fez-se a correção de todas as amostras para 13% de grau de umidade, tendo os resultados sido transformados para kg.ha<sup>-1</sup>.

### **Determinação do teor de Mo nas sementes**

A análise do teor de molibdênio nas sementes foi realizada no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da USP, campus de Piracicaba, SP. As amostras foram moídas e submetidas à digestão nitro-perclórica, com posterior leitura em aparelho de espectrometria de emissão ótica acoplado indutivamente ICP OES, Perkin Elmer (Optima 3000 DV).

## **Análise da qualidade de sementes**

### **Teste de germinação**

A semeadura foi realizada em folhas de papel germitest, pelo sistema de rolos umedecidos com água, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. Os rolos foram colocados em germinadores à temperatura de 25°C. No quinto dia, foram realizadas as contagens do número de plântulas normais, segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 1992). Cada tratamento foi composto de 2 repetições com 50 sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

### **Teste de frio**

A semeadura foi realizada em bandejas plásticas contendo substrato composto por areia + solo na proporção de 2:1, sendo o solo proveniente da área experimental da UFLA, que foi cultivado com soja nos três últimos anos. De acordo com as prescrições da *International Seed Test Association*, a umidade do substrato foi ajustada para 70% da capacidade de campo. Cada tratamento foi composto por 2 repetições de 50 sementes. Após a semeadura, as bandejas foram colocadas em câmara fria a 10°C, por 5 dias. Posteriormente, foram transferidas para câmara de crescimento vegetal à temperatura de 25°C, em regime alternado de luz e escuro (12 horas), onde permaneceram por mais 7 dias, quando foi avaliado o número de plântulas normais emergidas.

### **Teste de emergência em bandeja**

A semeadura foi realizada em bandejas plásticas contendo substrato composto por solo + areia na proporção de 2:1. A umidade do substrato foi ajustada para 60% da capacidade de campo. Cada tratamento foi composto por 2 repetições de 50 sementes. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento a 25°C, em regime alternado de luz e escuro (12 horas). Foram realizadas avaliações diárias a partir do início da emergência,

computando-se o número de plântulas emergidas até a estabilização. Foram computadas a porcentagem de plântulas normais aos 14 dias e o índice de velocidade de emergência, segundo a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVE = (E1/N1 + E2/N2 + \dots + Em/Nn), \text{ em que:}$$

IVE = índice de velocidade de emergência;

E1, E2, En = número de plântulas emergidas, determinado na primeira, na segunda,... e na última contagem;

N1, N2, Nn = número de dias da semeadura à primeira, à segunda,... e à última contagem.

### **Teste de condutividade elétrica**

Cada tratamento foi composto por 2 repetições de 50 sementes que, após a pesagem, das sementes de cada repetição, foram colocados em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada. As sementes foram, então, colocadas em BOD, regulada para a temperatura de 25°C, por período de 24 horas. As leituras foram realizadas em condutímetro Digimed, modelo CD-21. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{mhos} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g de sementes}^{-1}$ .

### **Delineamento experimental**

Os experimentos, dos ensaios de campo, foram instalados em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições e os de laboratório em (DIC), com duas repetições. Foi feito um fatorial 5 x 2, sendo os fatores 5 doses de Mo em aplicação foliar e aplicação (única e parcelada em duas aplicações). Foi realizada a análise de variância para o estudo das doses e a comparação entre médias para as aplicações. Para tanto, utilizou-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Produtividade das plantas**

Conforme resultados da análise de variância dos dados, não houve diferença significativa, para a produtividade das plantas de soja submetidas à aplicação foliar de Mo, em função das diferentes doses de Mo, da aplicação única e parcelada, assim como na interação destes dois fatores. O mesmo resultado foi observado nos dois ensaios (Tabelas 1A e 2A). A aplicação foliar de Mo em plantas de soja, durante o processo de maturação, com o objetivo específico de acumular este nutriente na semente, não foi tóxico e nem promoveu aumento da produção, mesmo nas altas doses aplicadas: 400, 600, 800 e 1000 g.ha<sup>-1</sup>. Deve ser ressaltado também que o local e a cultivar não influenciaram nos resultados encontrados para esta variável.

Resultado semelhante foi observado por Vieira et al. (2002) que, estudando o acúmulo de molibdênio em sementes de feijão, por meio de aplicações foliares, constaram que a aplicação de altas doses de Mo (1.440 g.ha<sup>-1</sup>) não lhes é tóxica, não havendo diferença significativa na produtividade.

### **Teor de Mo nas sementes enriquecidas**

Pelos resultados da análise de variância dos dados, houve diferença significativa, pelo teste de F, para o teor de Mo acumulado na semente, em função das doses aplicadas na “planta-mãe” durante o enchimento de grãos, nos dois ensaios. Entretanto, não houve diferença, para a aplicação única e parcelada em duas vezes e nem para a interação das doses com a aplicação, tendo esses resultados sido observados nos dois ensaios (Tabelas 1A e 2A). Este resultado não foi observado por Campo e Hungria (2003), que afirmaram que o

enriquecimento de sementes de soja, por meio de adubação foliar, pode ser feito, com sucesso, com de aplicações foliares de Mo, sendo que aplicações parceladas em duas vezes apresentam resposta significativa, quando comparadas com uma aplicação.

Observa-se, pelas Figuras 1 e 2, que houve aumento linear e crescente do teor de Mo nas sementes com a aplicação de doses crescentes de molibdato nas plantas, tanto para as sementes colhidas em Lavras como em Ituiutaba. No entanto, nas sementes da cultivar CD-215 produzidas em Ituiutaba, foi observado um acúmulo mais acentuado de Mo, em relação à cultivar Conquista que foi produzida em Lavras. Na cultivar CD-215 para a maior dose aplicada ( $1000 \text{ g.ha}^{-1}$ ), foram acumulados  $104,65 \mu\text{g g}^{-1}$  e, para a cultivar Conquista, houve um acúmulo de apenas  $48,05 \mu\text{g g}^{-1}$ , nesta mesma dosagem.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com aqueles obtidos por Campo e Hungria (2004), os quais estudaram a aplicação de 3 doses de Mo: 800, 1200 e  $1600 \text{ g.ha}^{-1}$ . O maior acúmulo foi na dose de  $1600 \text{ g.ha}^{-1}$  na qual as sementes acumularam um teor médio de  $29,6 \mu\text{g g}^{-1}$ . Outro relato é o de teor de Mo nas sementes é proporcional às doses aplicadas na planta-mãe, também evidenciado por Leite et al. (2002) e Ferreira et al. (2003) em sementes de feijoeiro.

Nos dois ensaios realizados, mesmo para a menor dose aplicada ( $400 \text{ g.ha}^{-1}$ ), as sementes continham teores superiores ao considerado suficiente segundo Harris et al. (1965). Segundo estes autores afirmaram que o teor de Mo de  $22,4 \mu\text{g g}^{-1}$  em sementes foi suficiente para que as plantas se desenvolvessem normalmente em solos com diversos graus de deficiência de Mo, mostrando que estas podem ser tidas como auto-suficientes em Mo.

O teor de molibdênio que ocorre normalmente nas sementes de soja é de 1 a  $2 \mu\text{g g}^{-1}$ , valor próximo ao encontrado das testemunhas dos dois ensaios.

Entretanto, segundo dados apresentados na Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (2001), essa concentração não é suficiente para suprir devidamente a planta.

### **Qualidade fisiológica das sementes enriquecidas**

Pelos resultados da análise de variância apresentados nas Tabelas 1A e 2A, referentes aos ensaios 1 e 2, observa-se que não houve diferença significativa para nenhum dos parâmetros avaliados, quanto à qualidade fisiológica das sementes, ou seja, teste de germinação, teste de frio, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica das sementes de soja, em função da dose de Mo fornecida, da aplicação única e parcelada em duas vezes, assim como na interação entre estes dois fatores.

Por meio desses resultados, verifica-se que o teor de Mo nas sementes não melhora e nem prejudica a qualidade das mesmas. Entretanto, para este micronutriente, pouco se sabe sobre sua influência na qualidade fisiológica de sementes de soja. Contudo, sabe-se que, no caso específico de alguns nutrientes para certas espécies, o conteúdo da semente aumenta a qualidade da mesma, a exemplo do teor de cálcio contido em sementes de amendoim, em que a alta concentração deste favorece a germinação das mesmas (Adams et al. 1993).

Observa-se que a qualidade das sementes da cultivar Conquista produzidas em Lavras (Tabela 1) foi superior à das sementes da cultivar CD-215, produzida em Ituiutaba (Tabela 2). Isto ocorreu, principalmente, devido ao excesso de chuvas que antecederam o período de colheita na região de Ituiutaba. Apenas o índice de velocidade de emergência foi semelhante em sementes produzidas nos dois ensaios.

## **CONCLUSÕES**

O teor de Mo nas sementes de soja é crescente com a dosagem de Mo aplicado nas plantas e independe da aplicação em dose única ou parcelada.

A adubação foliar com Mo durante o processo de maturação das sementes, com subsequente acúmulo desse nutriente na semente, não interfere na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes de soja.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASEM. Disponível em: < <http://www.abrasem.com.br/> >. Acesso em: 10 de maio 2006.

ADAMS, F.M.; HARTOZOG, D.L.; NELSON, D.B. Supplemental calcium application on yield, grade, and seed quality of runner peanut. **Agronomy Journal**. 85:86-93, 1993.

AMBROSANO, E.J.; AMBROSANO, G.M.B.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MARTINS, A.L.M.; SILVEIRA, L.C.P. Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC-CARIOCA. **Bragantia**, Campinas, 58(2):393-399, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

CÂMARA, G.M.S.; LUCHETI, M.P.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; NACAMURA, S.S.; BARROS, F.F. Desempenho vegetativo e produtivo da soja submetida à aplicação foliar de cobalto e molibdênio em diferentes estágios fenológicos no ano agrícola 2000/2001. Congresso Brasileiro de Soja (2. : 2002 : Foz do Iguaçu, PR) p.222 . **Resumos do II Congresso Brasileiro de Soja e Mercosoja 2002**. Foz do Iguaçu: EMBRAPA, 2002.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. **Utilização de sementes de soja enriquecidas com Mo – Como e porque enriquecer**. 22° RELAR – Latin-american conference on Rhizobiology, Miguel Pereira, RJ, Brazil, 13 p. 2004

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Enriquecimento de sementes de soja com molibdênio como fator de aumento da eficiência da fixação biológica do nitrogênio e do rendimento da soja. Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil (25.: 2003 : Uberaba, MG) p. 156-157. **Resumos da XXV Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, Uberaba, 12 a 14 de agosto de 2003**. Londrina: EMBRAPA, 2003.

CONAB. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 30 de abril 2005.

FERREIRA, A.C.B.; ARAÚJO, G.A.A.; CARDOSO, A.A.; FONTES, P.C.R.; VIEIRA, C. Características agronômicas do feijoeiro em função do molibdênio contido na semente e da sua aplicação via foliar. **Acta Scientiarum: Agronomy**. Maringá, V.25, n.1, p.65-72, 2003.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows® versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. 2000, São Carlos, SP. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MATO GROSSO – FUNDAÇÃO MT. **Boletim técnico de soja 2004**. Rondonópolis: Fundação MT, 2004. 231 p.

GUIMARÃES, R. M. **Fisiologia de sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 129 p. (Curso de pós-graduação "Lato Sensu"- Especialização a Distância: Produção e Tecnologia de Sementes).

HARRIS, H.B.; PARKER, M.B.; JOHNSON, B.J. Influence of molybdenum content of soybean seed and other factors associated with seed source on progeny response to applied molybdenum. **Agronomy Journal**, 57: 397-399, 1965.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular técnica; 35: Embrapa Cerrados. Circular técnica; 13).

JACOB-NETO, J.; ROSSETTO, C.A.V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. **Floresta e Ambiente**. Vol. 5(nº1): 171-183. 1998.

LEITE, U.T.; PIRES, A.A.; ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, R.F. Absorção de Mo e de N em diferentes variedades de feijão em função de doses de Mo. Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão (7.: 2002, Viçosa, MG) p.814-817. **Resumos expandidos VII Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, Viçosa, 08 a 12 de setembro de 2002**. Viçosa, MG: UFV, 2002.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination and relation evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, v.2, p. 176-7, 1962.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626 p.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL (29.: 2001 : Porto Alegre). **Indicações técnicas para a cultura de soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2001/2002.** Porto Alegre: FEPAGRO, 2001. 138 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Phisiology.** 3 ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2004. 792 p.

VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados.** Planaltina: Embrapa, 1997. 524 p.

VIEIRA, F.V, SALGADO, L.T., RIGUEIRA, C.M.S. Produção de sementes de feijão com alto teor de molibdênio. Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão (7.: 2002,Viçosa, MG) p.530-533. **Resumos expandidos VII Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, Viçosa, 08 a 12 de setembro de 2002.** Viçosa, MG: UFV, 2002.

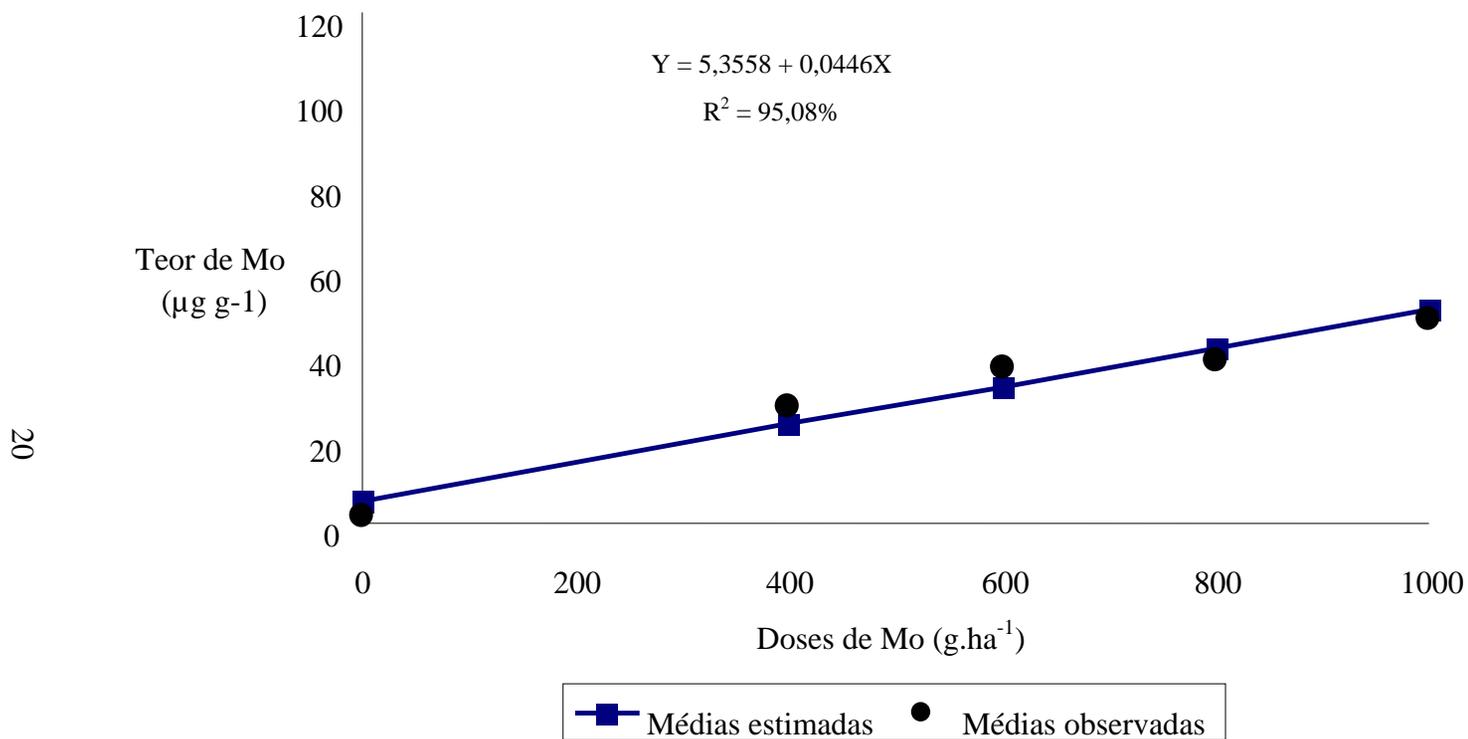
VIEIRA, M.G.G.C.; CARVALHO, M.L.M.; MACHADO, J.C. **Controle de qualidade de sementes.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 113 p. (Curso de Especialização - pós-graduação "Lato Sensu" por Tutoria a Distancia - Produção e Tecnologia de Sementes).

**TABELA 1.** Porcentagem de germinação e emergência após teste de frio (TF), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica de sementes de soja produzidas no ensaio 1, cultivar Conquista/Lavras, e enriquecidas com diferentes doses de Mo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

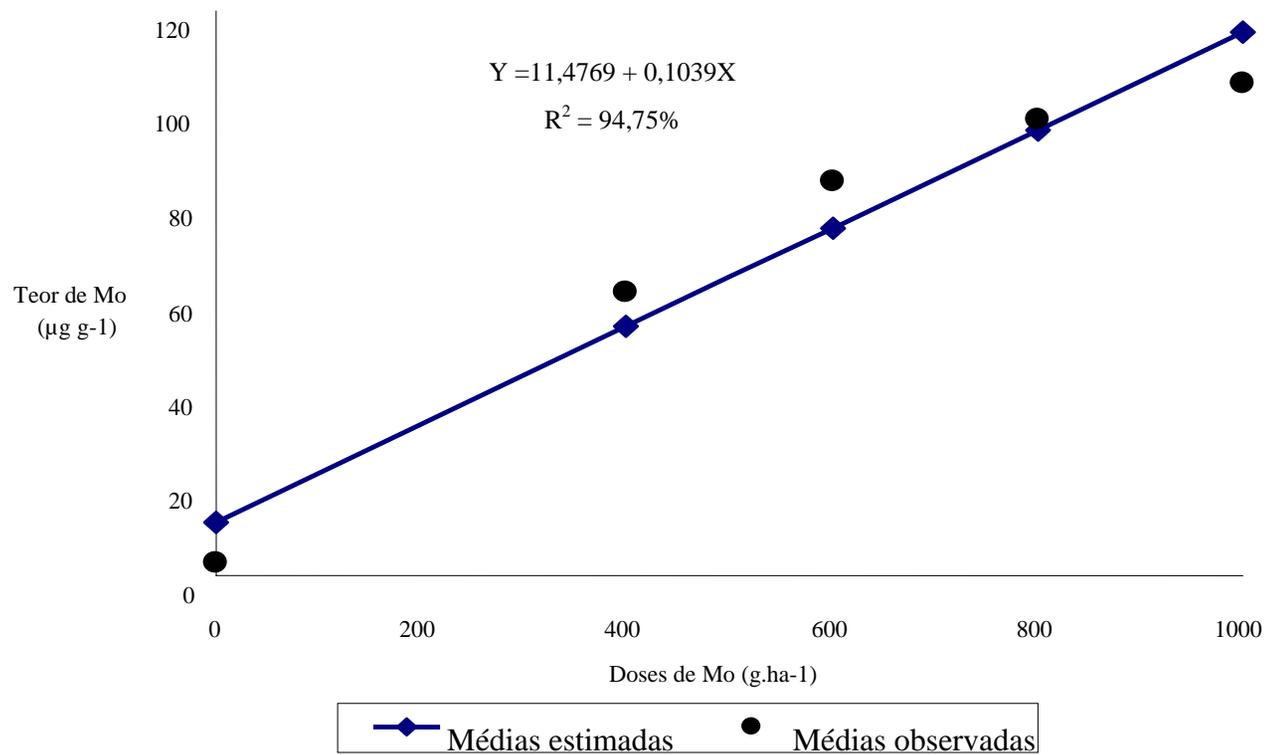
Doses	Germinação	TF	IVE	Condutividade
0	93,65	81,00	4,38	69,39
400	93,00	80,62	4,24	69,70
600	93,00	81,87	4,25	69,56
800	93,75	80,37	4,29	70,84
1000	92,00	80,25	4,37	74,44

**TABELA 2.** Porcentagem de germinação e emergência após teste de frio (TF), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica de sementes de soja colhidas no ensaio 2, cultivar CD-215/Ituiutaba, e enriquecidas com diferentes doses de Mo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Doses	Germinação	TF	IVE	Condutividade
0	71,12	40,62	4,76	152,78
400	71,87	39,50	4,79	160,32
600	74,75	41,62	4,70	154,18
800	72,25	43,50	4,71	152,58
1000	70,87	37,50	4,67	155,34



**FIGURA 1.** Equação de regressão linear para o teor de Mo nas sementes de soja colhidas no ensaio 1, cultivar Conquista/Lavras, e enriquecidas em função da dose de Mo aplicada. UFLA, Lavras, MG, 2007.



**FIGURA 2.** Equação de regressão linear para o teor de Mo nas sementes de soja colhidas no ensaio 2, cultivar CD-215/Ituiutaba, e enriquecidas em função da dose aplicada. UFLA, Lavras, MG, 2007.

## ANEXOS

**TABELA 1A.** Resumo da análise de variância dos dados referentes à condutividade elétrica, germinação, índice de velocidade de emergência (IVE), teste de frio (TF), produtividade e teor de Mo nas sementes colhidas no ensaio 1, cultivar Conquista/Lavras. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	Quadrado médio					
		Condutividade	Germinação	IVE	TF	Produtividade	Teor de Mo
Dose	4	35,9116 <sup>ns</sup>	3,8500 <sup>ns</sup>	0,0349 <sup>ns</sup>	3,4125 <sup>ns</sup>	570445,1625 <sup>ns</sup>	2485,4265*
Aplicação	1	16,3200 <sup>ns</sup>	11,0250 <sup>ns</sup>	0,1134 <sup>ns</sup>	9,0250 <sup>ns</sup>	55502,5000 <sup>ns</sup>	55,5544 <sup>ns</sup>
Dose x Aplicação	4	22,8884 <sup>ns</sup>	2,9000 <sup>ns</sup>	0,0333 <sup>ns</sup>	1,5875 <sup>ns</sup>	256414,1875 <sup>ns</sup>	18,2289 <sup>ns</sup>
Bloco	3	243,0623	13,8250	0,1765	10,8250	347290,0666	85,8030
Resíduo	27	20,1329	4,2694	0,1044	5,0472	358180,1592	14,4276
Total	39						
CV (%)		6,34	2,22	7,50	2,78	14,10	12,51
Média Geral		70,78	93,07	4,31	80,82	4243,20	30,37

\*Teste de F significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo.

**TABELA 2A.** Resumo da análise de variância dos dados referentes à condutividade elétrica, germinação, índice de velocidade de emergência (IVE), teste de frio (TF), produtividade e teor de Mo nas sementes colhidas no ensaio 2, cultivar CD-215/Ituiutaba. UFLA, Lavras- MG, 2007.

23

FV	GL	Quadrado médio					
		Condutividade	Germinação	IVE	TF	Produtividade	Teor de Mo
Dose	4	79,7993 <sup>ns</sup>	19,0375 <sup>ns</sup>	0,0194 <sup>ns</sup>	40,5375 <sup>ns</sup>	47147,8125 <sup>ns</sup>	13495,2111*
Aplicação	1	192,9405 <sup>ns</sup>	27,2250 <sup>ns</sup>	0,0012 <sup>ns</sup>	28,9000 <sup>ns</sup>	13032,1000 <sup>ns</sup>	43,2016 <sup>ns</sup>
Dose x Aplicação	4	675,4528 <sup>ns</sup>	10,9125 <sup>ns</sup>	0,0814 <sup>ns</sup>	84,2125 <sup>ns</sup>	136692,9125 <sup>ns</sup>	24,6610 <sup>ns</sup>
Bloco	3	1382,2517	45,7583	0,0185	268,6333	8511,5000	114,3063
Resíduo	27	353,6858	15,1657	0,0467	51,0407	53125,7777	81,1268
Total	39						
CV (%)		12,13	5,40	4,57	17,62	10,77	12,93
Média Geral		155,04	72,17	4,73	40,55	2139,25	69,67

\*Teste de F significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo.

## **NODULAÇÃO DE PLANTAS DE SOJA**

(Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Sementes)

### **NODULAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS ORIUNDAS DE SEMENTES DE SOJA COM ALTOS TEORES DE MOLIBDÊNIO**

**RESUMO:** O fornecimento de molibdênio às plantas é feito, na maioria das vezes, por meio do tratamento de sementes. Contudo, a utilização de sementes enriquecidas com Mo é uma alternativa viável. Nesse trabalho, foram avaliados a nodulação e o desenvolvimento das plantas de soja oriundas de plantas que receberam aplicação foliar de diferentes doses de Mo. O Mo foi fornecido por meio de aplicações foliares durante o processo de maturação, em aplicação única e parcelada em duas vezes, entre os estágios R5.2 e R5.4, em dois ensaios, em Lavras, MG e Ituiutaba, MG. Posteriormente, estas sementes foram semeadas em vasos, mantidas em casa de vegetação e as plantas avaliadas no estágio R1. Os tratamentos foram: 1 aplicação de 1000g, de 800g, de 600g, de 400g, 2 aplicações de 500g, de 400g, de 300g, de 200g; testemunha (sem Mo) e testemunha + Mo, por meio do tratamento de sementes. Os ensaios foram instalados em DBC, com quatro repetições. Foram avaliados: teor de Mo na semente, altura de planta, matéria seca de parte aérea e raiz, número e peso seco de nódulos por plantas e teor de nitrogênio na folha. O teor de Mo nas sementes é crescente com a dose aplicada nas plantas e independe da aplicação em dose única ou parcelada. O contato das sementes com a solução de Mo diminuiu o número de nódulos por plantas. O acúmulo de Mo nas sementes não prejudica a nodulação e também não interfere no desenvolvimento da planta. Plantas provenientes de sementes enriquecidas ou tratadas com Mo possuem maior acúmulo de N nas folhas.

**Termos para indexação:** *Glycine max*, enriquecimento, molibdênio, nodulação.

## **NODULATION AND DEVELOPMENT OF PLANTS RESULTS OF SOYBEAN SEEDS WITH HIGH CONTENT OF MOLYBDENUM**

**ABSTRACT:** The supply of molybdenum to plants is made, majority, through of seed treatment, although the utilization of enriched seeds with Mo is possible alternative. In that study was evaluating the nodulation and development of soybean plants results of plants that receive leaf application of different rates of Mo. The Mo was supply through of leaf applications during the maturation process, in one only application and divided in twice, made between R5.2 and R5.4 stages, in two tests, in Lavras-MG and Ituiutaba-MG. Posteriorly, this seeds were seeded in vases and keep in greenhouse and the plants evaluated in R1 stage. The treatments were: 1 application of 1000g; 1 application of 800g; 1 application of 600g; 1 application of 400g; 2 applications of 500g; 2 applications of 400g; 2 applications of 300g; 2 applications of 200g; witness (without Mo) and witness + Mo through of seed treatment. The assays were made in DBC, with four repetitions. It was evaluated: content of Mo into seed, height plant, above and under ground dry mass of plants, nodules and dry mass of nodules per plant and content of nitrogen into leaf. The content of Mo into seed is crescent with the rate apply in plants independent of one only application or divided. The direct treatments of seeds with solution of Mo decrease number nodules per plant. The accumulation of Mo in soybean seeds doesn't damage the nodulation and also doesn't interfere in the plant development. Plants results of enrichment seeds or treated with Mo possess major accumulation of N into the leaf.

**Index terms:** *Glycine max*, enrichment, molybdenum, nodulation.

## INTRODUÇÃO

Uma característica importante da planta de soja é a sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, por meio do processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), resultante da simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Esta característica torna viável o cultivo da soja, pois, sem a FBN, seriam necessários aproximadamente, 240 kg.ha<sup>-1</sup> de N para uma produção esperada de 3000 kg.ha<sup>-1</sup>, o que causaria um aumento expressivo no custo de produção da soja (Hungria et al., 2001). Baseado nisso, é necessário aprimorar ainda mais o processo de FBN desta leguminosa.

Devido à sua grande importância no processo de FBN, o molibdênio é, dentre os micronutrientes exigidos pela soja, o que apresenta resposta mais freqüente e consistente na produtividade, não sendo exportado pelos grãos em maior quantidade (Fundação MT, 2004; Vargas e Hungria, 1997). Outra característica de plantas bem nutridas com Mo é um maior teor de proteína acumulado nos grãos, principalmente para a cultura da soja (Sfredo et al., 1997).

Dentro do processo de fixação biológica de nitrogênio, o molibdênio participa como um dos catalizadores da enzima nitrogenase, que é responsável pela transformação do N atmosférico em amônia. Esse elemento também participa do complexo enzimático da nitrato redutase, responsável pela assimilação do nitrato pelas plantas, atuando como doador de elétrons (Taiz e Zeiger, 2004).

O fornecimento de Mo às plantas é feito, em grande parte, por meio do tratamento de sementes. Contudo, em vários estudos concluiu-se que a aplicação do Mo via semente reduz a nodulação e a eficiência da FBN, e uma das alternativas para solucionar este problema é a aplicação do mesmo via foliar (Hungria et al., 2001; Moreira e Siqueira, 2002; Câmara et al., 2002). Outra

alternativa seria a utilização de sementes enriquecidas. Desta forma, as sementes seriam enriquecidas com Mo pela translocação desse elemento durante o período de formação da mesma (Gurley e Giddens, 1969; Campo e Hungria, 2003).

Voss et al. (1995) afirmaram que sementes de soja enriquecidas com molibdênio dispensam a adubação com o mesmo. Campo e Hungria (2003) constataram que plantas de soja oriundas de sementes com elevado teor deste micronutriente têm uma maior eficiência no processo de fixação biológica de nitrogênio e maior rendimento.

O teor de molibdênio que ocorre, normalmente, nos grãos de soja é de 1 a 2  $\mu\text{g g}^{-1}$  e essa concentração não é suficiente para suprir devidamente a planta (Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, 2001). Vieira et al. (2002), estudando o acúmulo de molibdênio em sementes de feijão, por meio de aplicações foliares, constataram que a aplicação de altas doses de Mo (1.440  $\text{g.ha}^{-1}$ ) não foi tóxica para a cultura e que sementes provenientes destas plantas podem conter até 13 vezes mais Mo em relação àquelas que não receberam este tratamento. Relataram, ainda, que plantas provenientes destas sementes podem ser mais bem nutridas em N e se desenvolverem melhor. Também Fontes et al. (2002) afirmam que a concentração de proteína na matéria seca das sementes de feijão foi influenciada pelas doses de Mo e pelo seu conteúdo nas sementes utilizadas na semeadura.

Em estudo que avaliava a necessidade de adubação molibídica em soja, Voss et al. (2002) utilizaram vários lotes de sementes com diferentes teores de Mo. Contudo, em nenhum lote as sementes continham Mo na quantidade necessária para dar origem a plantas auto-suficientes, e, em todos os lotes, a adubação com Mo foi necessária. Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira et al. (2003) que, estudando sementes de feijão provenientes de plantas adubadas com Mo, com o objetivo de verificar se estas conteriam o teor de Mo

necessário ao crescimento e desenvolvimento normal da geração posterior, concluíram que a produtividade não foi influenciada pelo teor desse nas sementes. Contudo, em todos os lotes de sementes usados, o maior teor de Mo encontrado foi  $0,535 \mu\text{g semente}^{-1}$ , sendo o nível satisfatório para o feijoeiro se desenvolver sem a necessidade de adubação complementar é de  $3,51 \mu\text{g semente}^{-1}$ .

O enriquecimento de sementes de soja pode ser feito, com sucesso, por meio de aplicações foliares de Mo (Campo e Hungria, 2003). A melhor época de aplicação foliar de Mo situou-se entre os estádios de formação dos grãos (R5.1) e enchimento dos grãos (até R5.4) (Jacob-Neto e Franco, 1995).

O enriquecimento de sementes é uma técnica nova e pouco estudada, por isso, pouco se sabe sobre a eficiência de sementes enriquecidas com Mo na nodulação das plantas por elas geradas. Desse modo, neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da adubação foliar com Mo durante o processo de maturação, com subsequente acúmulo desse nutriente nas sementes, na nodulação e no desenvolvimento de plantas de soja.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Local de condução dos experimentos**

Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Análises de Sementes (LAS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e em áreas experimentais em Lavras, MG (Ensaio 1) e Ituiutaba, MG (Ensaio 2).

#### **Ensaio 1**

Este ensaio foi conduzido na área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A cidade está

localizada na região Sul de Minas Gerais, latitude 21°14'S e longitude 40°17'W e a 918 m de altitude.

O material genético utilizado foram sementes de soja da cultivar Conquista, produzidas pela Sementes Farroupilha. As sementes foram tratadas com o fungicida Tegan<sup>®</sup>, na dosagem de 200g/100 kg de sementes, com CO-MO<sup>®</sup> (cobalto-molibdênio), na dosagem de 3 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes e inoculadas com bactérias do gênero *Bradirhizobium*, utilizando-se o inoculante turfoso Masterfix Soja (SEMIA 5019 E SEMIA 5079) com concentração mínima de 5x10<sup>9</sup> células viáveis/grama, numa dosagem de 200g/50 kg de sementes. Após a inoculação, procedeu-se a semeadura no campo. O solo foi preparado convencionalmente. A semeadura foi realizada na segunda quinzena do mês de novembro de 2005, em sulcos, a quatro centímetros de profundidade. Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,50 m entre linhas, considerando-se como área útil as duas linhas centrais.

Foram distribuídas 20 sementes por metro linear, realizando-se o desbaste da parcela útil 30 dias após a semeadura, deixando-se 60 plantas por linha. Utilizou-se a formulação 0-18-20 de NPK na semeadura, na dosagem de 300 kg.ha<sup>-1</sup>, e realizou-se a capina manual para controle de plantas invasoras aos 15 e 30 dias após o plantio. A partir daí, foram realizadas uma pulverização com Tamaron BR<sup>®</sup>, na dosagem de 500 mL.ha<sup>-1</sup>, para o controle de diabrotica e duas pulverizações com Sphere<sup>®</sup>, na dosagem de 400 mL.ha<sup>-1</sup> e 200 L.ha<sup>-1</sup> de calda, para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachirizi*).

Neste experimento, foram produzidas as sementes enriquecidas com Mo, a partir da aplicação foliar de uma fonte de molibdênio, com diferentes doses em uma única aplicação ou parcelada em duas aplicações. A fonte de molibdênio utilizada foi o molibdato de sódio (39% de Mo). As doses aplicadas foram 1000g, 800g, 600g, 400g e 0g (testemunha) de Mo, por hectare. A aplicação única foi realizada no estágio de desenvolvimento R 5.2 e, no caso da parcelada,

em duas aplicações, realizadas nos estágios R 5.2 e R 5.4. O volume de calda utilizado foi de 400 L.ha<sup>-1</sup>, em aplicações feitas por meio de bomba manual de alta pressão (1,5 L).

A colheita das sementes ocorreu manualmente, com o arranquio da plantas da parcela útil, quando as sementes atingiram 15% de grau de umidade. As plantas foram secadas ao sol e, quando as sementes se encontraram com umidade próxima de 13% realizou-se a debulha manual. Após a limpeza das sementes, por meio de peneiras, determinaram-se o peso e o grau de umidade das mesmas. As mesmas foram embaladas em sacos de papel e armazenadas em câmara fria, a 10°C e 50% de UR, até a realização das análises.

## **Ensaio 2**

Este ensaio foi conduzido na Fazenda Bebedouro, no município de Ituiutaba, MG. A cidade está localizada na região do Pontal do Triângulo Mineiro, latitude 19°00'S e longitude 49°29'W e a 605 m de altitude.

O material genético utilizado foram as sementes de soja da cultivar CD-215, produzidas pela COODETEC. As sementes foram tratadas com o fungicida Vitavax-Thiram<sup>®</sup> na dosagem de 250g/100 kg de sementes, GRAP 165 JE<sup>®</sup> (cobalto-molibdênio), na dosagem de 1,6 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes e inoculadas com bactérias do gênero *Bradirhizobium*, utilizando-se o inoculante turfoso AGROCETE<sup>®</sup> (SEMIA 5019 E SEMIA 587) com concentração mínima de 1x10<sup>9</sup> células viáveis/grama, numa dosagem de 500 g/50 kg de sementes. Após a inoculação, procedeu-se a semeadura no campo. A área foi dessecada com Glifosato Nortox<sup>®</sup>, na dosagem de 4,0 L.ha<sup>-1</sup>, 3 dias antes da semeadura. A semeadura foi realizada na primeira quinzena do mês de dezembro de 2005, a quatro centímetros de profundidade, no método de semeadura direta. Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,45 m entre linhas, considerando-se como área útil as duas linhas centrais.

Foram distribuídas 16 sementes por metro linear. Após a emergência de plântulas, o estande permaneceu com 60 plantas por linha, sem necessidade de desbaste. Foi utilizada a formulação 2-20-10 de NPK na semeadura, na dosagem de 250 kg.ha<sup>-1</sup>. O controle de plantas invasoras foi feito com os herbicidas pós-emergentes Cobra<sup>®</sup> e Gallant R<sup>®</sup>, nas doses de 400 mL.ha<sup>-1</sup>. A partir daí, foram realizadas uma pulverização com Gallaxy<sup>®</sup>, na dosagem de 50 mL.ha<sup>-1</sup> e Cipermetrina Nortox<sup>®</sup>, na dosagem de 50 mL.ha<sup>-1</sup>, e duas pulverizações para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachirizi*), a primeira com Sphere<sup>®</sup>, na dosagem de 400 mL.ha<sup>-1</sup> e a segunda com Folicur<sup>®</sup>, na dosagem de 500 mL.ha<sup>-1</sup>. Uma pulverização adicional foi feita para o controle de percevejos com Tamaron BR<sup>®</sup>, na dosagem de 500 mL.ha<sup>-1</sup>. Em todas as pulverizações, foram utilizados 200 L.ha<sup>-1</sup> de calda.

Neste experimento foram produzidas as sementes enriquecidas com Mo, seguindo-se a mesma metodologia, produto e dosagens do ensaio 1. A colheita e o processamento pós-colheita também foram os mesmos adotados no ensaio 1.

#### **Avaliação do teor de Mo nas sementes**

A análise do teor de molibdênio nas sementes foi realizada no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da USP, campus de Piracicaba, SP. As amostras foram moídas e submetidas à digestão nitro-perclórica, com posterior leitura em aparelho de espectrometria de emissão ótica acoplado indutivamente ICP OES, Perkin Elmer (Optima 3000 DV).

#### **Avaliação da plantas em casa de vegetação**

Foi avaliado o efeito do Mo contido na semente sobre o desenvolvimento e a nodulação das plantas de soja. O experimento foi instalado em casa de vegetação, com temperatura controlada para 28°C. O substrato utilizado nos vasos foi composto por areia + solo na proporção de 1:1, sendo o

solo proveniente da área experimental da UFLA. O experimento foi instalado na segunda quinzena de outubro de 2006. Cada parcela constou de um vaso, no qual foram distribuídas 6 sementes, realizando-se o desbaste 17 dias após a semeadura, deixando-se 2 plantas em cada vaso. As sementes foram inoculadas com bactérias do gênero *Bradirhizobium*, utilizando-se o inoculante turfoso Masterfix Soja (SEMIA 5019 E SEMIA 5079), com concentração mínima de  $5 \times 10^9$  células viáveis/grama, numa dosagem de 200 g/50 kg de sementes. Foi utilizada a formulação 0-18-20 de NPK para adubação do substrato, na dosagem de 300 kg.ha<sup>-1</sup>, por ocasião da semeadura. Foram realizadas uma pulverização com Tamaron BR<sup>®</sup>, na dosagem de 800 mL. ha<sup>-1</sup>, para o controle de ácaros, e uma pulverização com Sphere<sup>®</sup>, na dosagem de 400 mL.ha<sup>-1</sup>, para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachirizi*). Foram utilizados volume de calda igual a 200 L.ha<sup>-1</sup>.

Quando as plantas se encontravam no estágio de desenvolvimento R1, elas foram retiradas do vaso para as avaliações da eficiência da fixação biológica de nitrogênio, por meio da nodulação, pois, de acordo com Hungria et al. (1997), neste estágio, a planta de soja apresenta a nodulação máxima. As avaliações realizadas foram as descritas a seguir.

#### **Altura de plantas**

Altura média das plantas de cada parcela foi obtida pela medição, em centímetros, do colo da planta até a extremidade apical da haste principal.

#### **Matéria seca de parte aérea e de raiz**

As plantas foram cortadas rentes ao solo e separadas em parte aérea e raiz. A parte aérea foi acondicionada em sacos de papel e levadas à estufa com circulação forçada de ar, regulada a temperatura de 50°C, até atingir peso constante. As raízes foram lavadas em água corrente e, em seguida, acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa nas mesmas condições

acima citadas. Após atingir peso constante, foram calculadas as massas secas de parte aérea e de raiz, sendo os resultados expressos em gramas por planta.

Número e peso da matéria seca dos nódulos por planta

Após coleta, lavagem e secagem das raízes, os nódulos foram contados. Os dados foram resultantes da média das duas plantas, de cada parcela, e expressos em números de nódulos por planta ( $n^{\circ}$  nod.planta<sup>-1</sup>). Após a secagem das raízes, os nódulos foram destacados e pesados em balança digital. Os dados foram resultantes da média das duas plantas, de cada parcela, e expressos em mg.planta<sup>-1</sup>.

#### **Teor de nitrogênio nas folhas**

Após a secagem da plantas em estufa com circulação forçada de ar, regulada a temperatura de 50°C, até atingir peso constante, foram coletadas as folhas do terceiro e quarto nó da planta a partir do ápice (Potafos, 2006). Em seguida, estas foram moídas (em moinho de inox) e armazenadas em frascos hermeticamente fechados. As amostras foram, então, submetidas à digestão com ácido sulfúrico, destilação e titulação para a obtenção do teor de N, expresso em porcentagem, conforme metodologia indicada por Malavolta et al. (1997).

#### **Delineamento experimental**

O delineamento foi o mesmo para os dois ensaios de campo, sendo em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições. Para avaliar o teor de Mo nas sementes utilizou-se o esquema fatorial 5 x 2, sendo os fatores: doses de Mo em aplicação foliar (1000g de Mo, 800g de Mo, 600g de Mo, 400g de Mo e 0g de Mo por hectare) e aplicação (única e parcelada em duas aplicações). Utilizou-se a análise de regressão para o estudo das doses e a comparação entre médias para a aplicação.

Para as demais avaliações, utilizou-se de análise simples com 10 tratamentos para as sementes de cada ensaio de campo. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (BDC). Os tratamentos do experimento em casa de vegetação foram: sementes enriquecidas com Mo do ensaio 1 com 1 aplicação de 1000g, 1 aplicação de 800g, 1 aplicação de 600g, 1 aplicação de 400g, 2 aplicações de 500g, 2 aplicações de 400g, 2 aplicações de 300g, 2 aplicações de 200g, testemunha (sem Mo) e testemunha + Mo por meio do tratamento de sementes convencional, na dosagem de 3 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes. Os mesmos tratamentos ocorreram para as sementes oriundas do ensaio 2. As médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott. O programa estatístico utilizado foi Sisvar (Ferreira, 2000).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Avaliação do teor de Mo nas sementes enriquecidas**

Conforme os resultados da análise de variância dos dados, houve diferença significativa, pelo teste de F, para o teor de Mo acumulado na semente em função das doses aplicadas na “planta-mãe” durante o processo de maturação da semente. Este resultado foi observado tanto nas sementes produzidas em Lavras como nas produzidas em Ituiutaba. Contudo, para a aplicação única e parcelada em duas vezes, não houve diferença significativa. A interação das doses com a aplicação também não foi significativa. Esses resultados foram observados nos dois ensaios (Tabelas 1A e 2A).

Segundo Campo e Hungria (2003), o enriquecimento de sementes de soja pode ser feito, com sucesso, por meio de aplicações foliares de Mo, e aplicações parceladas em duas vezes apresentam resposta significativa quando

comparadas com uma aplicação. Este resultado não foi observado neste trabalho, pois não houve diferença significativa nas aplicações.

A aplicação de doses crescentes de molibdato nas plantas proporcionou um aumento linear e crescente do teor de Mo nas sementes, tanto para as sementes produzidas em Lavras como para as produzidas em Ituiutaba (Figuras 1 e 2). Entretanto, nas sementes da cultivar CD-215 que foram produzidas em Ituiutaba foi observado um acúmulo mais acentuado de Mo, em relação à cultivar Conquista, que foi produzida em Lavras. Para a cultivar CD-215, na maior dose aplicada ( $1000 \text{ g.ha}^{-1}$ ), foram acumulados  $104,65 \mu\text{g g}^{-1}$  e para a cultivar Conquista, houve um acúmulo de apenas  $48,05 \mu\text{g g}^{-1}$ , nesta mesma dosagem.

Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com aqueles obtidos por Campo e Hungria (2004), os quais estudaram a aplicação de 3 doses de Mo:  $800$ ,  $1200$  e  $1600 \text{ g.ha}^{-1}$ . O maior acúmulo foi proporcionado pela dose de  $1600 \text{ g.ha}^{-1}$ , na qual as sementes acumularam um teor médio de  $29,6 \mu\text{g g}^{-1}$ . Outro relato interessante evidenciado por Leite et al. (2002) e Ferreira et al. (2003) é de que o teor de Mo encontrado nas sementes de feijoeiro por eles estudados foi proporcional às doses do mesmo aplicadas na planta-mãe.

Segundo Harris et al. (1965), sementes de soja que continham teores de Mo de  $22,4 \mu\text{g g}^{-1}$  foram tidas como auto-suficientes em relação a este nutriente, pois as plantas originadas por elas se desenvolveram normalmente em solos com diversos graus de deficiência de Mo. Nos dois ensaios realizados, mesmo na menor dose aplicada ( $400 \text{ g.ha}^{-1}$ ), as sementes continham teores superiores ao considerado suficiente, segundo estes autores.

Conforme dados apresentados na Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (2001), o teor de molibdênio que ocorre normalmente nas sementes de soja é de  $1$  a  $2 \mu\text{g g}^{-1}$ , valor próximo ao encontrado nas testemunhas dos dois

ensaios. Entretanto, essa concentração não é suficiente para suprir devidamente a planta.

### **Avaliação da plantas em casa de vegetação**

Conforme os resultados da análise de variância dos dados apresentados nas Tabelas 3A e 4A, referentes aos ensaios 1 e 2, observa-se que não houve diferença significativa para as variáveis matéria seca de parte aérea, matéria seca de raiz e peso seco de nódulos por planta. Este resultado demonstra que o teor de Mo contido na semente, em função da dose aplicada, não influenciou nesses parâmetros, resultados observados nos dois ensaios. Já para a variável altura de plantas, no ensaio 1 (Tabela 1), houve diferença significativa entre os tratamentos. Nos tratamentos: 2 x 200g, 1 x 400g, 2 x 300g, 1 x 600g e 2 x 500g foram observados maiores valores de altura de plantas, superiores aos demais (Tabela 1), e no ensaio 2 (Tabela 4A), não houve diferença significativa entre os tratamentos para esta variável (Tabela 2).

Para o parâmetro número de nódulos por planta, houve diferença significativa entre os tratamentos para os resultados nos dois ensaios (Tabelas 3A e 4A). Quando as sementes foram tratadas diretamente com Mo (Testemunha + Mo), foi observado o menor número de nódulos, sendo 51,50 no ensaio 1 e 45,25 no ensaio 2 (Tabelas 1 e 2). Esse menor valor no número de nódulos por planta observado nos dois ensaios pode ser resultante do efeito tóxico do Mo quando aplicado juntamente com o inóculo nas sementes, promovendo uma redução da população de bactérias responsáveis pela nodulação, resultando em um menor número de nódulos por planta. O mesmo foi observado por Gault e Brockwell (1980) que afirmaram que o contato direto de sementes inoculadas com soluções contendo Mo aumentou a mortalidade de *Rhizobium* e diminuiu, com isso, a nodulação. Nos demais tratamentos com

sementes com diferentes doses de Mo não houve diferença significativa entre eles e entre a testemunha (Tabelas 1 e 2).

Para o teor de nitrogênio nas folhas, houve diferença significativa entre os tratamentos, resultado observado nos dois ensaios (Tabelas 3A e 4A). Observa-se, nas plantas oriundas de sementes que não foram enriquecidas com Mo (testemunha) menor concentração de N, 2,55% no ensaio 1 e 2,59% no ensaio 2 (Tabelas 1 e 2), diferindo das demais que foram superiores. De acordo com Sfredo (2001), valores de N inferiores a 3,25 são considerados deficientes para a planta de soja. Neste sentido, os resultados encontrados no presente trabalho estão de acordo com os abordados na Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (2001), segundo os quais o teor de Mo normalmente encontrados nas sementes de soja não é suficiente para suprir devidamente a planta.

Os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa para esta variável. Isto demonstrou que as sementes enriquecidas com diferentes doses de Mo não apresentaram médias com diferença estatística em relação ao tratamento feito no método convencional, isto é, no tratamento de sementes. Esses resultados corroboram com as afirmações feitas por Vieira et al. (2002), os quais relataram que o teor de N na folha é reflexo de todo o processo de fixação biológica de nitrogênio e que as plantas provenientes de sementes que contenham maior teor de Mo podem ser mais bem nutridas em N.

Com base nisso, pode-se afirmar que as sementes enriquecidas com diferentes doses de Mo continham teores suficientes para suprir a planta de soja em N, por meio do processo de FBN, quando comparadas com as sementes tratadas com Mo, nestes experimentos. Entretanto, é necessário observar que tanto as plantas oriundas das sementes enriquecidas quanto as provenientes de sementes tratadas com Mo não apresentaram teores de N na folha tidos como suficientes ou médios para a planta de soja, segundo Sfredo et al. (2001),

resultado observado nos dois ensaios (Tabelas 1 e 2). Isto ocorreu, provavelmente, pelo fato de as plantas terem crescido em vasos e em casa de vegetação e ter sido avaliado no início da fase reprodutiva da planta.

Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com o observado por Harris et al. (1965), que afirmam que sementes de soja com teor de Mo de  $22,4 \mu\text{g g}^{-1}$  foram suficientes para que suas progênes se desenvolvessem normalmente em solos com diversos graus de deficiência desse elemento, mostrando que estas podem ser tidas como auto-suficientes em Mo. Deve-se ressaltar que as sementes deste experimento são consideradas auto-suficientes em Mo quando comparadas com as sementes tratadas com a solução deste, na dose recomendada.

## CONCLUSÕES

O teor de Mo nas sementes de soja é crescente com a dosagem deste nutriente aplicada nas plantas e independe da aplicação em dose única ou parcelada.

O contato direto das sementes com solução de Mo prejudica a nodulação, diminuindo o número de nódulos por plantas.

A aplicação foliar de Mo durante o processo de maturação das sementes, visando ao enriquecimento das sementes, não prejudica a nodulação e também não interfere no desenvolvimento da planta.

Plantas provenientes de sementes de soja enriquecidas ou tratadas com Mo possuem maior acúmulo de N nas folhas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÂMARA, G.M.S.; LUCHETI, M.P.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; NACAMURA, S.S.; BARROS, F.F. Desempenho vegetativo e produtivo da soja submetida à aplicação foliar de cobalto e molibdênio em diferentes estágios fenológicos no ano agrícola 2000/2001. Congresso Brasileiro de Soja (2. : 2002 : Foz do Iguaçu, PR) p.222 . **Resumos do II Congresso Brasileiro de Soja e Mercosoja 2002**. Foz do Iguaçu: EMBRAPA, 2002.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Enriquecimento de sementes de soja com molibdênio como fator de aumento da eficiência da fixação biológica do nitrogênio e do rendimento da soja. Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil (25.: 2003 : Uberaba, MG) p. 156-157. **Resumos da XXV Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, Uberaba, 12 a 14 de agosto de 2003**. Londrina: EMBRAPA, 2003.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Utilização de sementes de soja enriquecidas com Mo – Como e porque enriquecer. **22º RELAR – Latin-american conference on Rhizobiology**, Miguel Pereira, RJ, Brazil, 13 p. 2004

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 da sua aplicação foliar. **Revista Brasileira Agrociência**. v.9, n.4, p. 397-401, 2003.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows® versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. 2000, São Carlos, SP. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

FONTES, P.C.R.; FERREIRA, A.C.B.; ARAÚJO, G.A.A.; CARDOSO, A.A.; VIEIRA, C. Influência do molibdênio contido na semente e da sua aplicação foliar sobre o rendimento de proteína dos grãos do feijoeiro. Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão (7.: 2002, Viçosa, MG) p.782-784. **Resumos expandidos VII Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, Viçosa, 08 a 12 de setembro de 2002**. Viçosa, MG: UFV, 2002.

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MATO GROSSO – FUNDAÇÃO MT. **Boletim técnico de soja 2004**. Rondonópolis: Fundação MT, 2004. 231 p.

GAULT, R.R.; BROCKWELL, J. **Studies on seed pelleting as an aid to legume inoculation. 5.Effects of incorporation of molybdenum compounds in the seed pellet on inoculation survival, seedlings nodulation and plant growth of Lucerne and subterranean clover.** Australian Journal Experimental Agriculture Anim. Husb., 20:63-71, 1980.

GURLEY, W.H.; GIDDENS, J. **Factors affected uptake, yield response, and carry over of molybdenum in soybean seed.** Agronomy Journal, 61: 7-9, 1969.

HARRIS, H.B.; PARKER, M.B.; JOHNSON, B.J. Influence of molybdenum content in soybean seed and other factors associated with seed source on progeny response to applied molybdenum. **Agronomy Journal**, 57: 397-399, 1965.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular técnica; 35: Embrapa Cerrados. Circular técnica; 13).

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; CAMPO, R.J. **A inoculação da soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. 28 p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular técnica ; 17 : EMBRAPA-CPAC. Circular técnica ; 34).

JACOB-NETO, J.; FRANCO, A.A. Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and soybean (*Glycine max* (L.) Merrill): response to molybdenum in tropical soils. **International Symposium on Sustainable Agriculture for the tropics.** The role of Biological Nitrogen Fixation. 1:1, 1995.

LEITE, U.T.; PIRES, A.A.; ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, R.F. Absorção de Mo e de N em diferentes variedades de feijão em função de doses de Mo. Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão (7.: 2002,Viçosa, MG) p.814-817. **Resumos expandidos VII Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, Viçosa, 08 a 12 de setembro de 2002.** Viçosa, MG: UFV, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2 ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997, 319 p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Lavras: Editora UFLA, 2002. 626 p.

POTAFOS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO. **Adubação para a cultura da soja.** Informações agronômicas, n. 114, Junho de 2006, 6 p.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL (29.: 2001 : Porto Alegre). **Indicações técnicas para a cultura de soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2001/2002.** Porto Alegre: FEPAGRO, 2001. 138 p.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; LANTMANN, A. F. **Molibdênio e cobalto na cultura da soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. 18 p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular técnica ; 16).

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; KLEPKER, D. O cobre (Cu) na cultura da soja: diagnose foliar. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23., 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, p. 95, 2001. (Embrapa Soja. Documentos, 157).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology.** 3 ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2004. 792 p.

VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados.** Planaltina: Embrapa, 1997. 524 p.

VIEIRA, F.V, SALGADO, L.T., RIGUEIRA, C.M.S. Produção de sementes de feijão com alto teor de molibdênio. Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão (7.: 2002, Viçosa, MG) p.530-533. **Resumos expandidos VII Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, Viçosa, 08 a 12 de setembro de 2002.** Viçosa, MG: UFV, 2002.

VOSS, M.; PÖTTKER, D.; JACOBSEN, L. A.; BISSANI, C. A. **Avaliação da necessidade de adubação com molibdênio em soja no Rio Grande do Sul.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 17 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento On line, 2). Disponível em: < [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_bp02.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp02.htm) >. Acesso em: 27 de abril 2005.

VOSS, M.; ROSINHA, R.C.; BISSANI, C.A. Teor de molibdênio em sementes de soja no Rio Grande do Sul. **Soja: resultados de pesquisa 1994/1995.** 206 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 22). Trabalhos apresentados na XXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, Porto Alegre, RS, 1995.

**TABELA 1.** Altura de plantas (cm), matéria seca de parte aérea (MSPA) e matéria seca de raiz (MSR) em gramas, número de nódulos por planta, peso seco de nódulos por planta (PSNP) em mg.planta<sup>-1</sup> e teor de N na folha (%), de plantas de soja oriundas de sementes do ensaio 1, cultivar Conquista/Lavras, e enriquecidas com diferentes doses de Mo. UFLA, Lavras-MG, 2007.

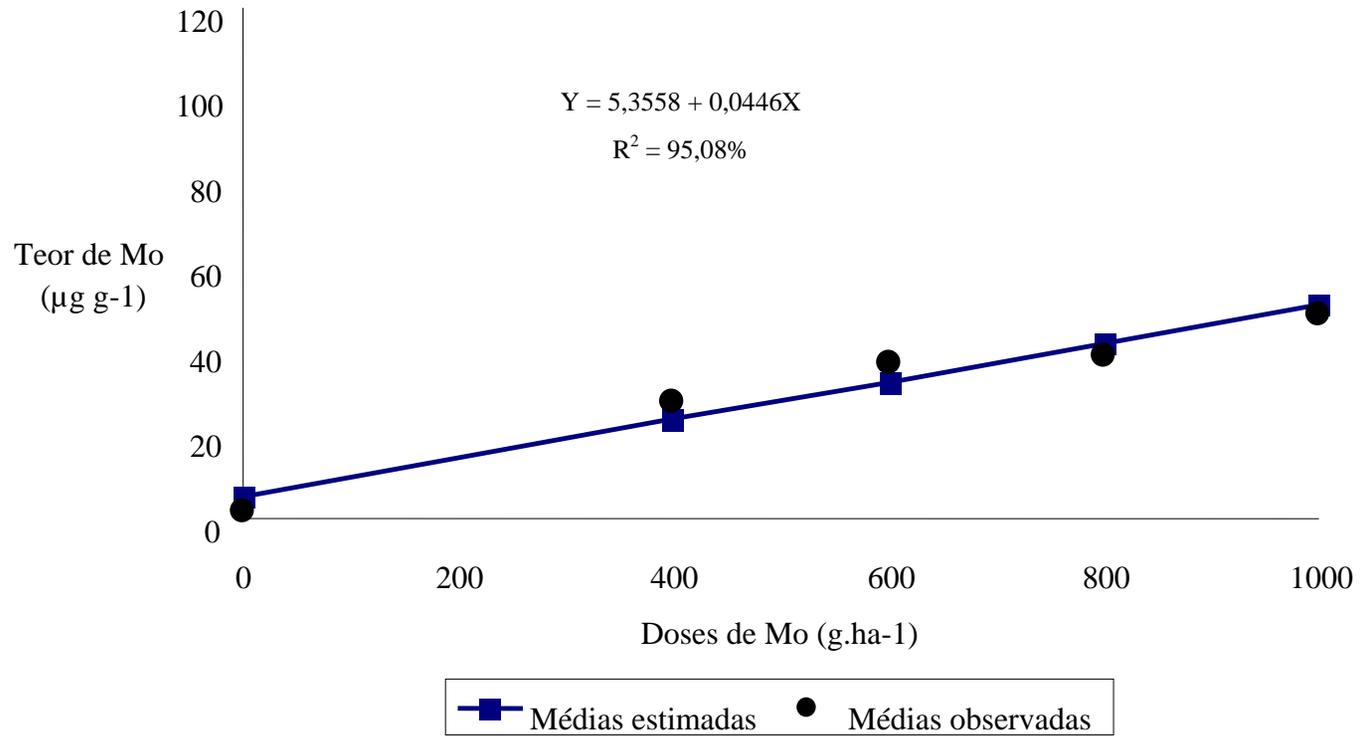
Tratamento	Altura	MSPA	MSR	Nº Nódulos	PSNP	Teor de N
1 x 1000g	38,31 b	10,28 a	3,97 a	78,75 a	471,25 a	3,37 a
1 x 800g	38,81 b	10,93 a	3,98 a	71,00 a	428,75 a	3,67 a
1 x 600g	41,50 a	11,41 a	4,12 a	72,50 a	446,25 a	3,41 a
1 x 400g	41,25 a	11,43 a	4,21 a	71,75 a	461,25 a	3,69 a
2 x 500g	42,12 a	11,77 a	4,00 a	81,50 a	461,25 a	3,63 a
2 x 400g	38,50 b	9,71 a	3,20 a	71,25 a	401,25 a	3,41 a
2 x 300g	41,43 a	12,71 a	4,30 a	77,50 a	481,25 a	3,57 a
2 x 200g	40,43 a	10,32 a	3,11 a	66,50 a	382,50 a	3,46 a
Testemunha	35,81 b	9,47 a	3,56 a	81,00 a	445,00 a	2,55 b
Test. + Mo	36,62 b	9,76 a	3,52 a	51,50 b	368,75 a	3,53 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

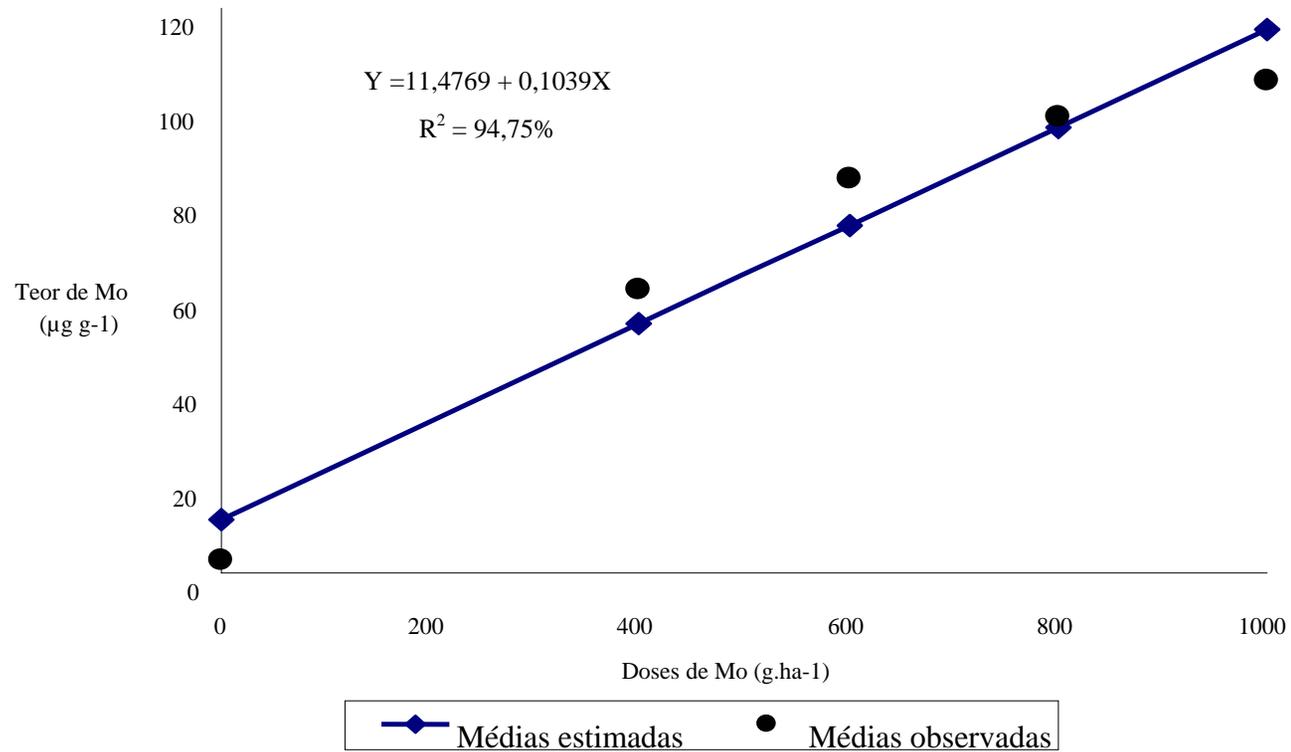
**TABELA 2.** Altura de plantas (cm), matéria seca de parte aérea (MSPA) e matéria seca de raiz (MSR) em gramas, número de nódulos por planta, peso seco de nódulos por planta (PSNP) em mg.planta<sup>-1</sup> e teor de N na folha (%), de plantas de soja oriundas de sementes do ensaio 2, cultivar CD-215/Ituiutaba, enriquecidas com diferentes doses de Mo. UFLA, Lavras-MG, 2007.

Tratamento	Altura	MSPA	MSR	Nº Nodulos	PSNP	Teor de N
1 x 1000g	27,81 a	10,32 a	3,43 a	83,00 a	367,50 a	3,60 a
1 x 800g	34,75 a	11,42 a	3,78 a	74,25 a	415,00 a	3,39 a
1 x 600g	30,43 a	9,33 a	3,06 a	78,00 a	352,50 a	3,42 a
1 x 400g	30,68 a	9,58 a	3,13 a	66,25 a	326,25 a	3,37 a
2 x 500g	31,00 a	11,05 a	3,48 a	75,25 a	392,50 a	3,19 a
2 x 400g	32,43 a	12,28 a	3,72 a	76,00 a	418,75 a	3,07 a
2 x 300g	34,37 a	12,08 a	3,93 a	77,25 a	455,00 a	3,24 a
2 x 200g	30,12 a	10,12 a	3,27 a	72,25 a	335,00 a	3,45 a
Testemunha	28,87 a	8,57 a	3,08 a	71,50 a	420,00 a	2,59 b
Test. + Mo	29,93 a	9,65 a	3,41 a	45,25 b	410,00 a	3,43 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.



**FIGURA 1.** Equação de regressão linear para o teor de Mo nas sementes de soja colhidas no ensaio 1, cultivar Conquista/Lavras, e enriquecida em função da dose de Mo aplicada. UFLA, Lavras, MG, 2007.



**FIGURA 2.** Equação de regressão linear para o teor de Mo nas sementes de soja colhidas no ensaio 2, cultivar CD-215/Ituiutaba, e enriquecida em função da dose aplicada. UFLA, Lavras- MG, 2007.

## ANEXOS

**TABELA 1A.** Resumo da análise de variância dos dados referentes ao teor de Mo nas sementes colhidas no ensaio 1, cultivar Conquista/Lavras. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	Quadrado Médio
		Teor de Mo
Dose	4	2485,4265*
Aplicação	1	55,5544 <sup>ns</sup>
Dose x Aplicação	4	18,2289 <sup>ns</sup>
Bloco	3	85,8030
Resíduo	27	14,4276
Total	39	
CV (%)		12,51
Média Geral		30,37

\*Teste de F significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo.

**TABELA 2A.** Resumo da análise de variância dos dados referentes ao teor de Mo nas sementes colhidas no ensaio 2, cultivar CD-215/Ituiutaba. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FV	GL	Quadrado Médio
		Teor de Mo
Dose	4	13495,2111*
Aplicação	1	43,2016 <sup>ns</sup>
Dose x Aplicação	4	24,6610 <sup>ns</sup>
Bloco	3	114,3063
Resíduo	27	81,1268
Total	39	
CV (%)		12,93
Média Geral		69,67

\*Teste de F significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo.

**TABELA 3A.** Resumo da análise de variância dos dados referentes à altura de plantas, matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR), número de nódulos por planta, peso seco de nódulos por planta (PSNP) e teor de N na folha, de plantas de soja oriundas de sementes do ensaio 1, cultivar Conquista/Lavras, e enriquecidas com diferentes doses de Mo. UFLA, Lavras-MG, 2007.

49

FV	GL	Quadrado médio					
		Altura	MSPA	MSR	Nº Nódulos	PSNP	Teor de N
Tratamento	9	19,2571*	4,4040 <sup>ns</sup>	0,7094 <sup>ns</sup>	310,3916*	5946,9444 <sup>ns</sup>	0,4317*
Bloco	3	4,5848	7,2032	1,4440	1263,6916	76364,1666	0,1456
Resíduo	27	8,1520	3,6070	0,4678	86,3027	10062,3148	0,0922
Total	39						
CV (%)		7,23	17,61	18,00	12,84	23,07	8,85
Média Geral		39,48	10,78	3,80	72,32	434,75	3,43

\*Teste de F significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo.

**TABELA 4A.** Resumo da análise de variância dos dados referentes à altura de plantas, matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR), número de nódulos por planta, peso seco de nódulos por planta (PSNP) e teor de N na folha, de plantas de soja oriundas de sementes do ensaio 2, cultivar CD-215/Ituiutaba, e enriquecidas com diferentes doses de Mo. UFLA, Lavras-MG, 2007.

50

FV	GL	Quadrado médio					
		Altura	MSPA	MSR	Nº Nódulos	PSNP	Teor de N
Tratamento	9	19,7710 <sup>ns</sup>	6,0430 <sup>ns</sup>	0,3723 <sup>ns</sup>	428,9000*	7101,6666 <sup>ns</sup>	0,3185*
Bloco	3	14,7348	10,2220	0,5663	835,5333	19987,5000	0,2017
Resíduo	27	12,6006	3,0788	0,2365	114,7740	5520,3703	0,0851
Total	39						
CV (%)		11,43	16,80	14,16	14,90	19,09	8,90
Média Geral		31,04	10,44	3,43	71,90	389,25	3,27

\*Teste de F significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo.