



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**UTILIZAÇÃO DE MOLIBDÊNIO VIA FOLIAR NO
ENRIQUECIMENTO DE SEMENTES DE SOJA**

FERNANDO CAVICCHIOLI FONSECA

2006

FERNANDO CAVICCHIOLI FONSECA

UTILIZAÇÃO DE MOLIBDÊNIO VIA FOLIAR NO
ENRIQUECIMENTO DE SEMENTES DE SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Prof^a. Dr^a. Regina Maria Quintão Lana

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

FERNANDO CAVICCHIOLI FONSECA

UTILIZAÇÃO DE MOLIBDÊNIO VIA FOLIAR NO
ENRIQUECIMENTO DE SEMENTES DE SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 18 de dezembro de 2006.

Prof. Dr. Gaspar Henrique Korndörfer

UFU

Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues

UFU

Prof. Dr. Arnaldo Junqueira Netto

UFLA

Prof^ª. Dr^ª. Regina Maria Quintão Lana

ICIAG-UFU

(Orientadora)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- F676u Fonseca, Fernando Cavicchioli, 1974-
Utilização de molibdênio via foliar no enriquecimento de sementes
de soja / Fernando Cavicchioli Fonseca. - 2006.
25 f. : il.
- Orientador: Regina Maria Quintão Lana.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Pro-
grama de Pós-Graduação em Agronomia.
- Inclui bibliografia.
1. Soja - Semente - Teses. I. Lana, Regina Maria Quintão. II. Uni-versidade
Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 633.34:631.53.02

DEDICO

Às pessoas que mais amo nesta vida, meus pais (Áurea e Joaquim) e minhas filhas (Heloisa e Caroline).

AGRADEÇO

À Deus, pela benção dessa vida maravilhosa que me proporciona, repleta de alegrias, saúde e muita paz. Pela proteção, inspiração, me guiando, e iluminando meu caminho.

À Universidade Federal de Uberlândia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realização do Mestrado.

À UBY AGROQUÍMICA LTDA, em nome de seus diretores Sr. Olce Simões, Sr. Oinei da Silva e Sr Lécio Silva, pelo apoio total e incentivo.

À Professora Dra. Regina Maria Quintão Lana, pela orientação, ensinamentos, paciência e principalmente pela amizade.

Aos professores Dr. Gaspar Korndörfer, Dr. Carlos Ribeiro e Dr. Arnaldo Junqueira, pela atenção, disponibilidade e dedicação na avaliação desta dissertação.

A Fundação Mato Grosso, em especial ao amigo Luiz Carlos Tessaro, pela condução do experimento.

Aos meus amigos e colegas da UBYFOL, que de uma maneira ou outra sempre me ajudaram, em especial à Rosana Licursi pelo auxílio, paciência e incentivo.

A secretária da pós-graduação e grande amiga Cida, pela amizade, ajuda e motivação.

Aos amigos e colegas de estudo do curso de mestrado em agronomia da UFU, em especial Paulo, Wélisson e Leila.

Aos meus pais, minhas filhas, meus irmãos, minha ex-esposa, parentes e amigos, pela compreensão da minha ausência durante o mestrado.

A todos que ajudaram, incentivaram, apoiaram e contribuíram para concretização de mais essa conquista, OBRIGADO.

QUE DEUS OS ABENÇOE.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVO	03
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
3.1 Acúmulo de nutrientes nas sementes	04
3.2 Molibdênio	05
3.3 Enriquecimento de sementes com Molibdênio via aplicação foliar ...	09
3.4 Utilização de sementes enriquecidas com molibdênio	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1 Local e características de solo	13
4.2 Fontes de molibdênio	13
4.3 Tratamentos e delineamento experimental	14
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5.1 Produtividade	16
5.2 Teor e acúmulo de molibdênio nas sementes	17
6 CONCLUSÕES	20
7 REFERÊNCIAS	21

RESUMO

Fonseca, Fernando Cavicchioli. **Utilização de molibdênio via foliar no enriquecimento de sementes de soja.** 2006, 28p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Solos) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

O uso de sementes ricas em Mo é um método alternativo de fornecimento de Mo que tem apresentado resultados consistentes no aumento da eficiência na FBN e nos rendimentos da soja. Este trabalho teve como objetivo estudar o enriquecimento de sementes de soja com molibdênio, aplicado via foliar no estágio reprodutivo, na forma de molibdato de potássio, visando otimizar sua utilização na cultura da soja. O experimento foi conduzido em um solo de textura arenosa, classificado como Neossolo Quartzarênico, localizado na Fazenda Adriana, no município de Alto Garças – MT. O experimento foi instalado utilizando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com seis (6) tratamentos e seis (6) repetições. Os tratamentos consistiram em uma testemunha com ausência de Mo; o Padrão com 800 g ha⁻¹ Mo, utilizando molibdato de sódio e dividido em duas aplicações, em R3 e R5.4; e quatro tratamentos utilizando molibdato de potássio, com aplicação única em R5.1, nas doses de 91, 182, 273 e 364 g ha⁻¹ Mo. Cada unidade experimental foi constituída de nove fileiras de 7 m de comprimento, espaçadas 0,45 m entre si. A parcela útil de 7, 2 m², formada por quatro fileiras centrais com 4 m de comprimento, excluindo-se como bordadura as fileiras externas e 1,5 m em cada extremidade. A cultivar utilizada foi FMT-Perdiz. Foram avaliados produtividade, teor e acúmulo de molibdênio nas sementes. Não houve diferença estatística na produtividade. O teor de molibdênio nas sementes apresentou resposta linear quanto as aplicações foliares de molibdato de potássio ($y = 1,947667 + 0,040086.x$). Tanto o acúmulo, como também o teor de Mo nas sementes apresentaram diferenças significativas, sendo que a aplicação de 364 g ha⁻¹ Mo, na forma de molibdato de potássio (18,23 mg kg⁻¹ e 73,54 g ha⁻¹), foi superior estatisticamente até mesmo ao tratamento Padrão de 800 g ha⁻¹ Mo, na forma de molibdato de sódio (13,74 mg kg⁻¹ e 59,40 g ha⁻¹). Pode-se concluir que a aplicação foliar de Mo na fase reprodutiva, visando enriquecimento de sementes de soja com molibdênio, não afetou a produtividade da lavoura na qual recebeu este tratamento; que uma única aplicação de 364 g ha⁻¹ Mo, na forma de molibdato de potássio, resultou sementes mais ricas em Mo do que duas aplicações de 400 g ha⁻¹ Mo cada (800 g ha⁻¹ Mo), na forma de molibdato de sódio, e que a aplicação foliar de molibdato de potássio, no estágio reprodutivo da soja, foi eficiente em fornecer Mo para as plantas e obter sementes ricas em molibdênio.

Palavras-chave: molibdato de potássio, molibdato de sódio, adubação foliar.

¹Orientadora: Profa. Dra. Regina Maria quintão Lana – UFU

Abstract

Fonseca, Fernando Cavicchioli. **Use of leaf application of molybdenum for soybean seed enrichment.** 2006, 25p. Dissertação (Masters in Agriculture / Soils) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

The use of Mo rich seeds is an alternative for supplying Mo that has presented consistent results on increasing NBF and soybean yield. Soybean enrichment with molybdenum was analyzed through leaf application during the reproduction stage, as potassium molybdate, to optimize its use in soybean culture. The experiment was done on a sandy soil, classified as a neosol, located at the Fazenda Adriana, in the county Alto Garças – MT. The experimental design was randomized blocks with 6 treatments and 6 repetitions. The treatments were a control with no MO, a Standard with 800 g ha⁻¹ Mo, using sodium molybdate divided into two applications, in R3 and R5.4; and four treatments using potassium molybdate, with a single application at R5.1, in the doses 91, 182, 273 or 364 g ha⁻¹ Mo. Each experimental unit consisted of nine 7 m long rows spaced 0,45m from each other. The area evaluated measured 7,2 m², consisting of the four 4 m long rows, excluding the outside rows and 1.5 m at each row end. The cultivar used was FMT-Perdiz. Yield, molybdenum contents and accumulation in the seeds were evaluated. There were no significant differences for yield among the treatments. Molybdenum contents in the seeds increased according to leaf applications of potassium molybdate ($y = 1,947667 + 0,040086 x$). Both Mo accumulation and contents in the seeds presented significant differences, and the application of 364 g ha⁻¹ Mo, as potassium molybdate (18,23 mg kg⁻¹ and 73,54 g ha⁻¹) were greater than the standard treatment with 800 g ha⁻¹ Mo as sodium molybdate (13,74 mg kg⁻¹ and 59,40 g ha⁻¹). It can be concluded that Mo leaf application in the reproductive stage, for soybean seed enrichment with molybdenum did not affect the crop yield, and a single application of 364 g ha⁻¹ Mo as potassium molybdate resulted in seeds richer in Mo than two applications of 400 g ha⁻¹ Mo each (800 g ha⁻¹ Mo) as sodium molybdate, and leaf application of potassium molybdate, in soybean reproductive stage was effective in supplying Mo for the plants and to obtain molybdenum rich seeds.

Keywords: potassium molybdate, sodium molybdate, foliar fertilization.

¹Supervisor: Profa. Dra. Regina Maria Quintão Lana – UFU

INTRODUÇÃO

O Brasil mantém a privilegiada posição de segundo maior produtor de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), com cerca de 28% do total mundial, em grande parte pela organização de toda a cadeia produtiva. A área plantada com soja que vinha crescendo nos últimos sete anos no Brasil sofreu recuo na safra de 2005/2006. Muitos fatores contribuíram para que houvesse esse comportamento: as perdas ocorridas na safra anterior (04/05); o endividamento do produtor, o que dificulta seu acesso ao crédito; o baixo preço da soja no mercado internacional, a falta de perspectivas de mudança nesse quadro; a desvalorização do dólar diante do real, e a dificuldade de infraestrutura, que encarecem o escoamento do produto. Depois de alguns anos de euforia, esses fatores têm causado uma certa desilusão ao agricultor com a cultura da soja. (VENCATO et al., 2005).

A soja tornou-se a cultura anual de maior expressão econômica no Brasil. Entre os fatores responsáveis pela sua expansão e pela sua competitividade, destaca-se a sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico quando em simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, dispensando a utilização de adubos nitrogenados.

A cultura da soja seria inviabilizada economicamente se os produtores tivessem que aplicar todo o nitrogênio necessário para suprir as demandas da planta, pois essa cultura requer grandes quantidades de N, dado o seu elevado teor de proteína e, na ausência da simbiose com *Bradyrhizobium*, seria uma cultura inviável diante dos custos elevados que o agricultor teria com fertilizantes (VARGAS; HUNGRIA, 1997).

No Brasil, as taxas de fixação biológica têm sido estimadas entre 70% a 85% do N acumulado pelas plantas, representando uma fixação de 109 a 250 kg ha⁻¹ de N (CAMPO et al., 2002). A eficiência do processo de FBN depende de vários fatores inerentes à soja e à bactéria. O desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo de soja, com aumentos sucessivos de rendimento, implicam em necessidades crescentes de nitrogênio. Rendimentos de soja de 5000 kg ha⁻¹ têm sido obtidos com frequência, em trabalhos de pesquisa, comprovando que as tecnologias usadas para a soja são adequadas. Entretanto, em lavouras comerciais raramente, se produz mais que 4000 kg ha⁻¹, demonstrando que a utilização dessas tecnologias, pelos produtores, não está adequada.

O metabolismo do nitrogênio, bem como a eficiência do processo de fixação biológica de N_2 , podem ser seriamente prejudicados pela deficiência de cobalto (Co) e molibdênio (Mo), pois o primeiro é essencial aos microorganismos fixadores de N_2 e o segundo faz parte das enzimas redutase do nitrato e da nitrogenase.

Para aumentar a eficiência do processo de fixação biológica de nitrogênio, a busca de novas técnicas tem sido indispensável.

Segundo Campo e Hungria (2002), o uso de sementes ricas em Mo é um método alternativo de fornecimento deste nutriente, apresentando resultados consistentes no aumento da eficiência na FBN e nos rendimentos da soja.

A resposta da soja à aplicação de Mo depende de vários fatores, entre eles da quantidade desse micronutriente estocado na semente.

A tecnologia de utilização de sementes enriquecidas em Mo passou a ser recomendada no Brasil, pela EMBRAPA, a partir de 2003, demonstrando aumento da eficiência da FBN e aumento nos rendimentos da soja em 6 a 12 %.

A recomendação oficial para se proceder ao enriquecimento das sementes com Mo é realizar duas aplicações de 400g de Mo, utilizando-se uma fonte solúvel em água (molibdato de sódio), nos estágios reprodutivos R3 e R5.4, com intervalo de no mínimo 10 dias (TECNOLOGIAS , 2006).

Poucos estudos foram realizados com este foco, visando novas fontes e doses de molibdênio para enriquecimento de sementes de soja.

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo estudar o enriquecimento de sementes de soja com molibdênio, aplicado via foliar no estágio reprodutivo, na forma de molibdato de potássio, visando otimizar sua utilização na cultura da soja.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ACÚMULO DE NUTRIENTES NAS SEMENTES

O estado nutricional de uma planta determina o de suas sementes e, conseqüentemente, o vigor de seus descendentes por várias gerações. Plantas superiores alocam uma quantidade desproporcional de nutrientes minerais para suas sementes (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Segundo Jacob Neto (1998), as sementes, à semelhança dos demais órgãos da planta, apresentam composição química bastante variável por se tratar de um órgão que é formado no final do ciclo da planta. Durante o seu desenvolvimento, acumulam reservas de nitrogênio, carboidratos, lipídios e minerais. Uma gama muito ampla de minerais podem estar presentes na parede celular e nas organelas (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Elemento tal como o Mo, apesar de sua importância, ainda não foi determinado em que parte constituinte da semente ele se encontra. Sabe-se apenas que do total de Mo absorvido pelas plantas de feijão, 24 a 65% é translocado para as sementes (JACOB-NETO; THOMAS; FRANCO, 1988).

Em alguns casos, especialmente para os micronutrientes como Mo, a reserva interna da semente é suficiente para que a planta originada possa crescer sem dependência externa (JACOB-NETO; ROSSETO, 1998, CAMPO; HUNGRIA, 2002).

A concentração de nutrientes minerais nas sementes também pode afetar a fixação biológica de nitrogênio atmosférico das plantas por elas geradas, principalmente no caso das leguminosas (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Diversos autores observaram que a aplicação de nutrientes à planta-mãe, feita por meio da adubação no solo e principalmente pela pulverização foliar, aumentou o conteúdo de nutrientes na semente produzida (JACOB-NETO; ROSSETO, 1998, MORAES, 2006).

Segundo Brodrick e Giller (1991 apud FERREIRA et al., 2003), a reserva da semente pode fornecer quantidade suficiente de Mo por, no mínimo, uma geração, sem a necessidade de suplementação de molibdênio e sem comprometer a produtividade.

3.2 MOLIBDÊNIO

Conforme relatado por Epstein e Bloom (2006), no final dos anos 30, P.R.Stout e D.I.Arnon, trabalhando no laboratório de nutrição de plantas, da Universidade da Califórnia, chefiado por D.R. Hogland, aperfeiçoaram técnicas de remoção de elementos contaminantes das soluções nutritivas e, em 1939, eles publicaram um trabalho evidenciando que o molibdênio é um micronutriente essencial às plantas de tomate. Desde 1956 o molibdênio é reconhecido como essencial para as plantas em geral. Concentrações de molibdênio tão baixas quanto $0,1\mu\text{mol}$ por litro (10 partes por bilhão), em soluções nutritivas, previnem completamente o aparecimento dos sintomas de deficiência de molibdênio. Essa descoberta mostra a necessidade de evitar contaminação acidental em experimentos de exigência de micronutrientes pelas plantas.

O molibdênio ocorre no solo como ânion de molibdato (MoO_4^{-2}), que é absorvido por sesquióxidos e argilas. A disponibilidade do MoO_4^{-2} é maior em solos neutros do que em solos ácidos, devido ao fato de sua adsorção ser máxima em pH 4 (MENGEL; KIRKBY, 1987)

O molibdênio é absorvido principalmente como molibdato (MoO_4^{-2}) e, nessa forma, é transportado pelo xilema. Normalmente, a maioria das plantas requer molibdênio em quantidades muito baixas, com níveis críticos de deficiência, entre 0,1 e $0,5\text{ mg kg}^{-1}$ de matéria seca, entretanto, com relação aos outros micronutrientes, as plantas podem tolerar altas concentrações de molibdênio, podendo chegar até 1 g kg^{-1} de matéria seca. (MARSCHENER, 1995)

O Mo é encontrado em toda a crosta terrestre, porém, sempre em pequenas concentrações. As formações sedimentares são os ambientes mais ricos em Mo, especialmente os depósitos marinhos, onde as concentrações podem exceder a 0,04% (CAMPO; HUNGRIA 2002).

O molibdênio faz parte de um número muito grande de reações no metabolismo da planta. O molibdênio é o componente de duas enzimas essenciais do metabolismo do nitrogênio: A) redutase do nitrato, que ocorre em duas fases, sendo que na primeira fase cataliza a redução do nitrato (NO_3^-) a nitrito (NO_2^-). Essa enzima contém molibdênio como grupo prostético e é considerada a proteína principal contendo aquele nutriente na planta. A deficiência de molibdênio reduz a atividade dessa enzima, acumulando nitrato na planta. (MENGEL; KIRKBY, 1987; MARSCHENER, 1995). Já na segunda fase,

ocorre a redução do nitrito (NO_2^-) a amônia (NH_3), sendo que este forma os aminoácidos.

B) Nitrogenase – enzima complexa responsável pela fixação do N_2 pelos rizóbios, que reduz a amônia (NH_3) (MARSCHNER, 1995). Portanto, a deficiência de molibdênio diminui a síntese e a atividade, reduzindo a fixação biológica de N.

Segundo Marschner (1995), o Mo participa ainda da estrutura das enzimas xantina oxidase-desidrogenase, sulfito-oxidase e aldeidooxidase, que catalisam diversas reações bioquímicas nas plantas. A participação do Mo como co-fator nessas enzimas está intimamente relacionada com o transporte de elétrons durante as reações bioquímicas. A participação do Mo na oxidação do sulfito pela sulfito oxidase ainda não é clara em plantas superiores, como ocorre em microorganismos.

O Mo interfere no crescimento e no desenvolvimento das plantas, influenciando no metabolismo do nitrogênio, participando como co-fator das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato, tornando-se um nutriente indispensável ao desenvolvimento da soja e sendo fundamental para a obtenção de incrementos no rendimento da cultura. A nitrogenase é essencial para a fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico pelos rizóbios, e a redutase do nitrato é indispensável para o aproveitamento do nitrato absorvido pela planta. A redutase do nitrato é a principal proteína que contém Mo nos tecidos vegetais, e o sintoma de deficiência de molibdênio é o acúmulo de nitrato que resulta da diminuição da atividade desta enzima (MARSCHNER, 1995).

Devido a sua configuração eletrônica, o Mo possui propriedades semelhantes a dos metais, como o vanádio e o tungstênio. O Mo é transportado no solo na forma de MoO_4^{2-} . Esta forma aniônica é muito parecida a de outros metais, tais como, SO_4^{2-} e HPO_4^{2-} , portanto esta aproximação química pode trazer implicações na disponibilidade de Mo no solo e na absorção pelas plantas. (JACOB-NETO; ROSSETO, 1998)

O suprimento de Mo é realizado predominantemente na forma de molibdato (MoO_4^{2-}), presente na solução do solo, que chega às raízes, principalmente, via fluxo de massa. Sua translocação na planta ocorre na forma aniônica de oxidação máxima Mo (VI), mas também na forma Mo (V) e Mo (IV) (MARTENS; WESTERMANN, 1991 apud CAMPO; HUNGRIA 2002).

Devido à sua boa mobilidade na planta, em condições de deficiência na solução do solo, o Mo pode ser translocado das partes mais velhas para as mais novas das plantas (MORAES, 2006). Ao contrário do que ocorre com os outros micronutrientes, a deficiência de Mo manifesta-se inicialmente nas folhas mais velhas ou nas

intermediárias, através de colorações amareladas ou verde-amareladas, apresentando preferentemente clorose internerval, seguida de necrose marginal e encurvamento dos bordos foliares. Segundo Meschede et al. (2004), quando ocorre baixa disponibilidade de molibdênio no solo, este é distribuído das folhas para os nódulos, aumentando a deficiência na planta.

A calagem, de maneira geral, aumenta a disponibilidade de Mo (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), e a maior disponibilidade ocorre em pH superior a sete (GUPTA; LIPSETT, 1981). A possibilidade de ocorrer deficiência de Mo é maior em solos de baixa fertilidade e com pH ácido, podendo a calagem corrigir essa deficiência, desde que o solo tenha teores adequados deste micronutriente, considerando que a atividade do molibdato aumenta 100 vezes para cada unidade de aumento de pH (GRIS et al., 2005).

A adição direta do adubo contendo Mo ao solo é muitas vezes ineficaz, por sua adsorção à matéria orgânica e aos óxidos de ferro e de alumínio, tornando-se assim não disponível às plantas, requerendo, para isso, quantidades de Mo superiores em dez vezes, para equiparar a eficiência com a de outros métodos (VARGAS; RAMIREZ, 1989; JACOB-NETO; ROSSETO, 1998; ALBINO; CAMPO, 2001). Além disso, a quantidade total de Mo necessário por unidade de área para um bom desenvolvimento das plantas é muito pequena (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Outras formas de aplicação, tais como aplicação direto a semente ou foliar, visando suprir as necessidades da planta parecem ser mais adequadas que a adubação ao solo.

Uma forma eficiente de sua aplicação consiste em embeber as sementes em soluções que contenham Mo (ROSSETTO et al., 2002). Contudo, o contato direto das sementes com estas soluções tem provocado a perda do poder germinativo, reduções do crescimento e da produção da planta ou até mesmo aumentado a mortalidade de *Rhizobium* e, diminuindo, com isso, a nodulação (ALBINO; CAMPO, 2001). Diversos estudos foram desenvolvidos e os resultados mostraram que a aplicação foliar isolada de Mo e Co ou em conjunto com herbicidas pós-emergentes, baculovírus ou inseticidas para lagartas, nos estádios V4 e V5 da cultura da soja, apresentaram resultados similares aos da aplicação nas sementes, sem reduzir o potencial de FBN (CAMPO; ALBINO; HUNGRIA, 1999). Melhores resultados foram obtidos quando o Mo foi aplicado via pulverização foliar. (Hegazy et al., 1990, Yanni 1990, Amara e Nasr 1995 apud ALBINO; CAMPO, 2001).

Um método mais prático de aplicar Mo, sem causar maiores danos, seria a utilização das próprias reservas da semente, desde que esta possua concentração adequada do elemento.

Método alternativo de fornecimento de Mo que tem apresentado resultados consistentes no aumento da eficiência na FBN e dos rendimentos da soja é o uso de sementes enriquecidas de Mo (CAMPO; HUNGRIA, 2002).

Harris et al. (1965) salientaram a importância da seleção de sementes com diferentes concentrações de Mo, em estudos que visam medir os efeitos da aplicação deste elemento. Estes mesmos autores, trabalhando com sementes oriundas de várias regiões dos Estados Unidos, perceberam que as sementes vindas do Texas não respondiam à aplicação de Mo. O solo do Texas é rico nesse micronutriente e seu teor nos grãos de soja chega a 22,4 mg kg⁻¹, sendo suficiente para sua progênie se desenvolver normalmente em solos com diversos graus de deficiência do elemento.

Jacob-Neto e Franco (1995), Pessoa et al. (2000) encontraram diferentes concentrações de Mo nas sementes de feijão provenientes de distintos ambientes de crescimento e de diferentes cultivares. Foi relatada, por esses autores, a importância do tamanho das sementes na concentração total de Mo nelas.

O uso de sementes produzidas em solos contendo elevado teor de Mo e com pH em H₂O próximo a 6,0 pode garantir níveis adequados desse micronutriente para a cultura em plantio posterior (BRODRICK et al., 1995), pois tem sido verificado que o Mo acumula-se nas sementes (FERREIRA et al., 2003).

Jacob-Neto e Rossetto (1998) relatam que a maioria dos trabalhos estabeleceu a concentração de Mo nas sementes sem se preocupar em estabelecer o seu nível crítico. Isto foi realizado por Jacob-Neto (1985) e Jacob-Neto e Franco (1986), que verificaram que a concentração de 3,51 µg semente⁻¹ Mo é suficiente para as plantas de feijão se desenvolverem sem adubação complementar. Segundo Jacob-Neto e Franco (1995), as concentrações de molibdênio nas sementes dos cultivares Doko (7,05 mg kg⁻¹) e Emgopa 301 (2,95 mg kg⁻¹) não foram suficientes para as plantas se desenvolverem sem adubação complementar com Mo. O nível crítico para soja foi encontrado como sendo em torno de 3,5 µg semente⁻¹ Mo (JACOB-NETO;ROSSETTO, 1998) . Esta concentração de Mo nas sementes ou acima possibilitou o aumento do número de grãos e de vagens por planta e o peso das plantas secas, quando crescidas em solos ácidos (JACOB-NETO; ROSSETTO, 1998). Já Broch e Ranno (2005) comentam que trabalhos da EMBRAPA-SOJA classificam as sementes em três categorias: Sementes

ricas (acima de $7,6 \text{ mg kg}^{-1}$); sementes de médio teor ($7,6$ a $0,25 \text{ mg kg}^{-1}$) e sementes pobres em Mo, as quais apresentam teores que não são possíveis de serem detectados pelas análises.

Segundo Ferreira et al. (2003), a interferência das características químicas dos solos, a diferença entre sementes quanto às reservas de Mo e a presença de quantidades extremamente pequenas desse nutriente nos solos podem dificultar a interpretação dos seus níveis críticos.

3.3 ENRIQUECIMENTO DE SEMENTES COM MOLIBDÊNIO VIA APLICAÇÃO FOLIAR

Para aumentar a concentração de molibdênio nas sementes é necessário que as plantas cresçam em solos com alta disponibilidade desse nutriente. Jacob-Neto (1985), trabalhando com dois solos ácidos, mostrou que a aplicação foliar é mais eficiente, por aumentar a concentração de Mo nas sementes, que a adição de Mo ao solo.

A utilização da adubação com molibdênio, aplicada via foliar, para aumentar a concentração de Mo nas folhas e nas sementes também foi relatada por outros autores, tais como GUPTA (1979); DALLPAI (1996); PESSOA et al.(2000); CAMPO et al. (2001; 2002); FERREIRA et al. (2003); LEITE et al. (2003); MORAES (2006).

Uma questão importante da aplicação foliar está relacionada à escolha da melhor época de aplicação de Mo no ciclo fenológico da planta. Foi constatado por Jacob-Neto e Thomas e Franco (1988) que a melhor época de aplicação foliar de Mo em feijão, visando o enriquecimento de sementes, situa-se entre a floração (R6) e o enchimento de grãos (R8). Para a soja, também foi constatado que esse período é a melhor época de aplicação de Mo (JACOB-NETO; FRANCO, 1995; CAMPO et al, 2002).

Com relação à época de aplicação, verificou-se que desde a floração (R3) até 30 dias após (R5.4) foi possível obter sementes com altos teores de Mo nos grãos (CAMPO et al, 2001; 2002) .

Conforme apresentado por Campo et al. (2001), verificou-se que, de modo geral, as cultivares BR 16, BR 37, BRS 133 e EMBRAPA 48 apresentaram concentrações de Mo nas sementes ($\mu\text{g g}^{-1}$ semente) bastante similares, em relação as doses de Mo aplicados via foliar. Em média, as cultivares apresentaram teores de Mo nas sementes

de 2, 9, 17 e 30 $\mu\text{g g}^{-1}$ semente, respectivamente, para as doses de Mo aplicadas via foliar, de 0, 400, 800 e 1600 g ha^{-1} Mo.

Campo et al. (2002) demonstram que se fazendo duas aplicações é possível reduzir a dose de Mo a ser aplicada. Com apenas 800 g ha^{-1} Mo, divididos em duas aplicações, foi possível obter, aproximadamente o dobro do teor de Mo nas sementes de soja, obtido com uma aplicação de 1600 g ha^{-1} Mo. Verifica-se que não há grandes diferenças entre os teores de Mo nas sementes, em relação às doses aplicadas em R3 e em R6, apenas uma tendência de maior teor nas sementes para as aplicações realizadas em R3, quando comparadas às realizadas em R6, para todas as doses aplicadas. Por outro lado, para todas as doses, a aplicação parcelada em duas vezes foi sempre superior à aplicação única (CAMPO et al., 2002).

A aplicação de altas doses de Mo nos estágios reprodutivos da planta não influenciam o rendimento de grãos e os teores de N nos grãos, em relação à testemunha sem aplicação de Mo. Nessa época, a aplicação foliar de Mo na soja tem o objetivo de aumentar o teor de Mo nas sementes (CAMPO et al., 2001; 2002).

Atualmente, a recomendação para se proceder ao enriquecimento das sementes de soja com Mo é realizar duas aplicações foliares de 400 g ha^{-1} Mo, utilizando-se uma fonte solúvel em água (molibdato de sódio), nos estágios reprodutivos R3 e R5.4, com intervalo de no mínimo 10 dias. (TECNOLOGIAS..., 2006).

3.4 UTILIZAÇÃO DE SEMENTES ENRIQUECIDAS COM MOLIBDÊNIO

Gurley e Giddens (1969 apud JACOB-NETO; ROSSETTO, 1998) verificaram que, para as sementes que tinham Mo igual a 0,05; 19 e 48,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ Mo, a produção foi respectivamente de 1505, 2332 e 2755 kg ha^{-1} .

Segundo Campo e Hungria (2002), mesmo com a ausência de nódulos, o uso de sementes enriquecidas em Mo proporcionou rendimentos superiores às sementes mais pobres em Mo. Sementes de soja mais ricas em Mo, até teores de 11,8 $\mu\text{g g}^{-1}$, apresentaram N total nos grãos e rendimentos de grãos superiores aos tratamentos com as sementes pobres em Mo (1,3 $\mu\text{g g}^{-1}$), demonstrando a importância do Mo para o metabolismo e absorção do N pela soja.

Somente o uso de sementes enriquecidas em Mo proporcionou 34,4% de aumento de rendimento (CAMPO; HUNGRIA, 2002).

À medida que aumentam os teores de Mo nas sementes, a resposta à aplicação complementar de Mo é menos significativa. O maior rendimento de grãos foi obtido com o uso de sementes ricas em Mo, com adição complementar de 10 g ha⁻¹ Mo, via tratamento de sementes, que resultou em 2,6% de aumento de rendimento, em relação a testemunha, sendo essa semente pobre em Mo, com adição de 20 g ha⁻¹ Mo, via tratamento de sementes. (CAMPO et al., 2001).

Segundo Campo et al. (2002), houve resposta significativa à aplicação de Mo e em todos os tratamentos que se utilizou semente rica em Mo, quanto ao rendimento de grãos e N total nos grãos, sendo igual ao tratamento com 200 kg ha⁻¹ de N, mostrando assim a importância do Mo para a fixação biológica do N. (CAMPO et al., 2002).

Trabalhos realizados mostram que na safra 1997/98, a utilização de sementes mais ricas em Mo, em relação às sementes mais pobres, resultou em aumentos no rendimento de 22,1 %, sem complementação adicional de Mo, via tratamento de sementes e de 31,6%, com a complementação de 20 g ha⁻¹ Mo. Na safra seguinte, 1998/99, os resultados obtidos foram ainda maiores. Aumentos de 55,7%, quando se utilizaram sementes com 13,3 µg g⁻¹ Mo, em relação às sementes com 0,73 µg g⁻¹ Mo, e de 68,2%, quando foi aplicada, via tratamento de sementes, uma complementação de 10 g ha⁻¹ Mo. Na safra 1999/00, os resultados pela utilização de sementes enriquecidas em Mo foram menos expressivos, devido à ocorrência de veranico no enchimento de grãos, mas, ainda assim, os resultados mostram aumentos de rendimento de 14,7%, quando compararam as sementes com teores de 2,4 e 31,6 µg g⁻¹ Mo, sem complementação de Mo. (CAMPO et al., 2001; CAMPO; HUNGRIA, 2002 , 2004)

Os resultados de rendimento de grãos mostraram que soja proveniente de semente pobre em Mo e de sementes enriquecidas com Mo respondem a complementações de Mo e que os ganhos de rendimento com o uso de sementes enriquecidas são maiores do que com as sementes pobres. Considerando a média dos diferentes tratamentos, a soja proveniente de sementes enriquecidas em Mo apresentou rendimentos médios superiores em 8,7% e 9,7%, independente da suplementação com Mo via tratamento de sementes, respectivamente para as cultivares BR 37 e EMBRAPA 48. Análises complementares dos diversos experimentos mostraram que grãos provenientes de sementes ricas em Mo apresentaram maior peso de 100 sementes, maiores teores de N nos grãos e maiores produções de N ha⁻¹, além dos teores de

proteína e rendimento de grãos, demonstrando assim, que o uso de sementes enriquecidas em Mo favorece a FBN (CAMPO; HUNGRIA, 2004).

MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL E CARACTERÍSTICAS DE SOLO

O experimento foi conduzido em campo, na fazenda Adriana (Sementes Adriana), no município Alto Garças – MT, na safra 2004/2005, em solo classificado como Neossolo Quartzarênico, textura arenosa (EMBRAPA, 1999), cujas características químicas e físicas encontram-se na tabela – 01.

Tabela 01. Principais características químicas e físicas originadas de um solo Neossolo Quartzarênico, coletado de 0 - 20 cm de profundidade, na Fazenda Adriana, município Alto Garças – MT, 2004.

pH	P ¹	K	Ca	Mg	Al	H	Mat. Org.	S. b.	CTC pH 7,0	
H ₂ O	CaCl ₂	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³				g dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	
6	5	3	4	2	1	0	2	1	3	5
,	,	2	6	,	,	,	,	9	,	,
3	5	,	,	3	2	0	0	,	6	6
		0	0					5		

Areia	Silte	Argila	Sat. Bases	Zn	Cu	Fe	Mn	S	B
g Kg ⁻¹			%	mg dm ⁻³					
8		1		7	3		2	4	0
4	3	1	64,6	,	,	9	0	,	,
9	4	7		4	4	5	,	0	3
							9		

Analises realizadas pelo laboratório Agro Análises – Cuiabá – MT

S.b. – Soma de Bases, CTC pH 7,0 – Capacidade de troca catiônica total

P e K - extraído em solução de HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹ (Mehlich - 1);

Ca, Mg e Al – extraídos com solução de Cloreto de Potássio 1 mol L⁻¹;

Zn, Cu, Fe e Mn - extraídos em solução de HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹ (Mehlich - 1);

S – Fosfato de Cálcio;

B – Água quente.

4.2 FONTES DE MOLIBDÊNIO

Foram utilizadas como fontes de Mo o molibdato de sódio e o molibdato de potássio (POTAMOL – 14% de Mo, 10% de K₂O e densidade = 1,3 Kg L⁻¹).

4.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado utilizando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com seis (6) tratamentos e seis (6) repetições.

Os tratamentos consistiram em uma testemunha com ausência de Mo; o Padrão com 800 g ha⁻¹ Mo, utilizando molibdato de sódio e dividido em duas aplicações, em R3 e R5.4; e quatro tratamentos utilizando molibdato de potássio, com aplicação única em R5.1, nas doses de 91, 182, 273 e 364 g ha⁻¹ Mo.

Cada unidade experimental foi constituída de nove fileiras de 7 m de comprimento, espaçadas 0,45 m entre si. A parcela útil de 7, 2 m², formada por quatro fileiras centrais com 4 m de comprimento, excluindo-se como bordadura as fileiras externas e 1,5 m em cada extremidade.

A adubação de plantio foi feita com 450 kg ha⁻¹ da fórmula 02-20-10 + 0,55% Mn, 0,55% Zn, 0,15% Cu e 0,17% B, e adubação de cobertura com 116 kg ha⁻¹ KCl, aos 20 dias após a emergência.

Em todos os tratamentos, as sementes foram tratadas com fungicida Thiabendazole + Thiran, na dose de 2 ml kg⁻¹ de semente. Foram aplicados às sementes, cobalto e molibdênio, nas doses de 1,6 g ha⁻¹ e 12 g ha⁻¹, respectivamente. Utilizou-se também inoculante turfoso, na dose de 5 g kg⁻¹ de sementes. (TECNOLOGIAS... 2003).

A variedade utilizada no experimento foi a FMT – Perdiz, sendo o plantio realizado em 12 de novembro de 2004 e a colheita em 5 de abril de 2005.

Nas pulverizações foliares dos tratamentos, utilizou-se pulverizador pressurizado a CO₂, com vazão de 150 Lha⁻¹.

Com os conhecimentos adquiridos, pode-se relacionar alguns fatores que levaram a essa determinação da época, tais como a elevada mobilidade do Mo na planta, o início da formação dos grãos, sendo estes o forte dreno principal; a duração da fase

fenológica da cultura (R5, formação de grãos) e custo de aplicação. Por esta razão estabeleceu-se a época de aplicação no estágio R5.1, para este trabalho.

Considera-se o estágio R6 muito tardio para ter acúmulo de Mo nas sementes, pois essa fase é caracterizada pelo máximo enchimento das vagens e o estágio R3 muito prematuro, uma vez que, terminada a fase de floração, inicia-se a formação de vagens, tendo ainda um período para as vagens formarem-se, para posteriormente iniciar-se o enchimento dos grãos.

A produtividade foi determinada a partir da colheita da parcela útil, corrigindo o teor de umidade dos grãos para 13 % e transformando-a para um hectare.

Avaliou-se também o teor de molibdênio nas sementes. As análises de Mo foram realizadas pelo Laboratório IBRA, localizado em Campinas – SP, utilizando o procedimento para análise de minerais recomendado pela ESALQ, em tecido vegetal, com digestão a seco, e determinação por espectrometria de emissão atômica (ICP-EAS).

O acúmulo de molibdênio nas sementes foi determinado multiplicando o teor deste nutriente pelo peso médio das sementes.

Os dados de produtividade, teor e acúmulo de molibdênio nas sementes e a eficiência no fornecimento de Mo para enriquecimento de sementes foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Nott, a 5 % de probabilidade. A curva de resposta de teor de molibdênio do molibdato de potássio foi realizada com o auxílio do Sistema SISVAR 4.6 (Build 61) para análises estatísticas (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PRODUTIVIDADE

A aplicação de Mo na fase reprodutiva não apresentou diferença significativa sobre a produtividade da soja (TABELA 2), concordando com CAMPO et al., 2001 e 2002, CAMPO; HUNGRIA, 2002 e 2004, FERREIRA et al. 2003.

TABELA 2 – Produtividade de soja cv. Perdiz (kg ha^{-1}), em função da aplicação de molibdênio na fase reprodutiva, visando enriquecimento de sementes – Faz Adriana – Alto Garças – MT - safra 2004/2005.

Tratamentos	Produtividade (kg ha^{-1})
Ausência de Mo	4121,2 a
800 g ha^{-1} Mo (molibdato de sódio)	4322,4 a
91 g ha^{-1} Mo (molibdato de potássio)	4132,3 a
182 g ha^{-1} Mo (molibdato de potássio)	4268,3 a
273 g ha^{-1} Mo (molibdato de potássio)	4036,6 a
364 g ha^{-1} Mo (molibdato de potássio)	4033,4 a
F	1,762 ns
CV %	5,31

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Nott, a 5 %.

A aplicação de Mo na fase reprodutiva tem o objetivo de aumentar o teor de Mo nas sementes (CAMPO et al., 2001), visando obter sementes com maior vigor e poder germinativo, que resultará em um *stand*, proveniente dessas sementes, mais uniforme e plantas nutricionalmente balanceadas, aumentando conseqüentemente a resistência à doenças, menor gasto de energia e produtividades mais elevadas. Também a fixação e assimilação do nitrogênio pela soja é mais eficiente, dado à maior atividade das enzimas nitrogenase e nitrato redutase. O molibdênio (Mo) exerce, nas plantas, importante papel nas reações de transferência de elétrons. Participa como co-fator das enzimas

nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfato e na formação da proteína Mo-Fe-S (MARTENS ; WESTERMANN, 1991).

Não se observou aumento de produtividade de grão de soja (TABELA 2), visto que a demanda de Mo, exigida pela cultura para um bom desenvolvimento vegetativo, foi fornecida via tratamento de sementes, conforme boletins de recomendação técnica (TECNOLOGIAS...,2003), almejando a produtividade esperada da região. Neste trabalho, utilizou-se 16 g ha⁻¹ Mo no tratamento de sementes. A ausência de resposta à adição de Mo esta relacionada com níveis adequados de disponibilidade de Mo no sistema de plantio, devido ao fornecimento inicial, suficiente para satisfazer as necessidades das plantas. Isso pode explicar a não significância da diferença de produtividade com os tratamentos, mostrando que a planta se encontrava nutricionalmente balanceada garantindo a produtividade esperada.

Por outro lado, Jacob Neto e Franco (1995) verificaram aumento de produtividade da soja e do feijão com a aplicação foliar, no campo. Entretanto, isto ocorreu em dependência da cultivar e da disponibilidade de Mo no solo, visto que não houve o fornecimento inicial de Mo à cultura, visando atender apenas as necessidades nutricionais. Isto pode caracterizar que a aplicação foliar de Mo, além de aumentar o conteúdo de Mo nas sementes, pode também aumentar a produtividade das culturas (JACOB NETO; ROSSETTO, 1998).

O fornecimento de Mo nas plantas pode ser feito com dois objetivos, um visando à nutrição da cultura para alcançar produtividades adequadas, e outro, visando o enriquecimento das sementes com alto teor de Mo. Pressupõe que o plantio da semente enriquecida com Mo acarretará melhor redistribuição do N e produtividades mais elevadas.

5.2 TEOR E ACÚMULO DE Mo NAS SEMENTES

Na tabela 3, observa-se que a aplicação de Mo na fase reprodutiva resultou no enriquecimento das sementes com molibdênio, mesmo estando a planta adequadamente suprida com todos os nutrientes, portanto, não refletindo aumento de produtividade na colheita, porém apresentando sementes com maior teor de Mo, em relação à ausência de aplicação de Mo na fase reprodutiva. O plantio da semente com maior teor de nutrientes proporciona plantas mais vigorosas, mais uniformes, mais resistentes ao estresse das condições ambientais, resultando maior produtividade. Somente o uso de sementes

enriquecidas em Mo proporcionou 34,4% de aumento de rendimento (CAMPO; HUNGRIA, 2002).

A elevação da concentração de Mo na matéria seca das sementes, proveniente de aplicações foliares no estágio reprodutivo de fontes solúveis e de alta mobilidade na planta, evidencia a sua grande capacidade de translocação e armazenamento neste órgão da planta. (JACOB NETO; FRANCO, 1995, CAMPO; HUNGRIA, 2004, MORAES, 2006).

TABELA 3. Teor e acúmulo de Mo nas sementes de soja cv. Perdiz, em função da aplicação de molibdênio na fase reprodutiva, visando enriquecimento de sementes com molibdênio – Faz Adriana – Alto Garças – MT – safra 2004/2005.

Tratamentos	Teor Mo (mg kg ⁻¹)	Acúmulo Mo (g ha ⁻¹)
Ausência de Mo	2,63 a	10,84 a
800 g ha ⁻¹ Mo (molibdato de sódio)	13,74 d	59,40 d
91 g ha ⁻¹ Mo (molibdato de potássio)	5,41 b	22,35 b
182 g ha ⁻¹ Mo (molibdato de potássio)	9,27 c	39,55 c
273 g ha ⁻¹ Mo (molibdato de potássio)	10,68 c	43,11 c
364 g ha ⁻¹ Mo (molibdato de potássio)	18,23 e	73,54 e
F	42,833 **	36.016 **
CV %	21,07	22,67

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Nott, a 5 %.

Tanto o conteúdo, como também o teor de Mo nas sementes (Tabela 3), apresentaram diferenças significativas, sendo que a aplicação de 364 g ha⁻¹ Mo na forma de molibdato de potássio foi superior estatisticamente a todos os tratamentos.

O molibdato de potássio resultou num maior teor de Mo nas sementes de soja, em relação ao molibdato de sódio. Isso pode ser observado comparando-se 364 g ha⁻¹ Mo via molibdato de potássio, em relação ao tratamento padrão 800 g ha⁻¹ Mo via molibdato de sódio, tendo os teores de Mo nas sementes respectivamente, 18,23 mg kg⁻¹ e 13,74 mg kg⁻¹, resultando em uma diferença de 32,67 % a mais no teor de Mo nas sementes.

Com relação à dosagem, o teor de Mo nas sementes apresentou resposta linear dentro das doses testadas de molibdato de potássio ($y = 1,947667 + 0,040086x$) conforme apresentado na FIGURA 1, concordando com os resultados obtidos por

Campo em diversos experimentos (CAMPO, et al., 2001; CAMPO, et al., 2002). Esse comportamento também foi observado na cultura do feijão, em trabalho realizado por Ferreira et al. (2003), onde se concluiu que o teor de Mo nas sementes aumenta com a adubação molíbdica, via aplicação foliar na fase reprodutiva.

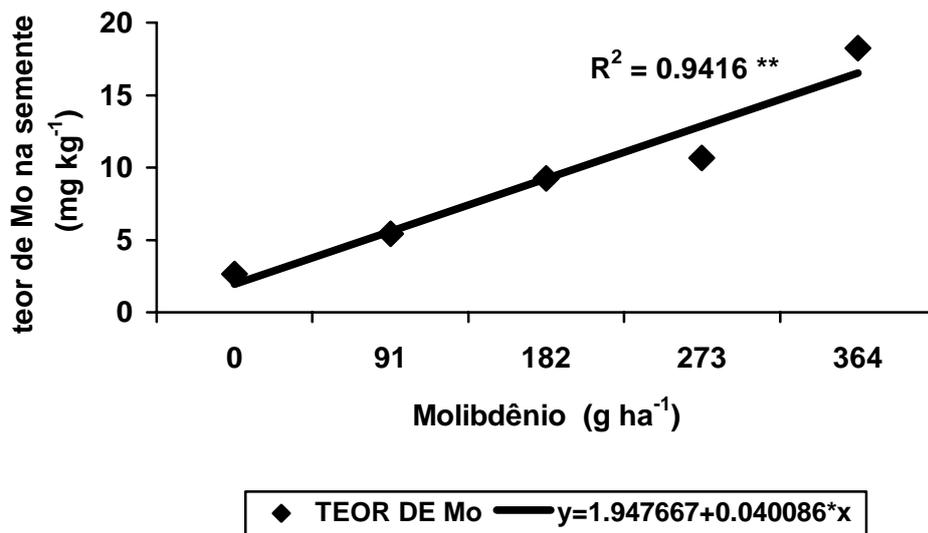


FIGURA 1 – Teor de Mo nas sementes de soja, cv. Perdiz, em função de doses de Mo aplicado na fase R5.1, utilizando-se como fonte o molibdato de potássio. Faz Adriana - Alto Garças - MT, safra 2004/2005.

A aplicação de Mo, na fonte molibdato de sódio, foi avaliada em diversos locais, visando estudar doses de Mo para enriquecimento de sementes de soja. Em Londrina - PR, as doses de 0,0, 400, 800, 1600 g ha⁻¹ foram aplicadas em R6 e os resultados dos teores de Mo nos grãos indicaram aumentos lineares dos teores de Mo nas sementes das diversas cultivares.

Campo et al. (2002), estudando épocas de aplicação de Mo, verificaram que não houve grandes diferenças entre os teores de Mo, em relação às doses aplicadas em R3 e em R6, apenas uma tendência de maior teor para R3, em relação à R6, para todas as doses aplicadas. Por outro lado, para todas as doses, a aplicação parcelada em duas vezes foi sempre superior à aplicação única.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos neste experimento pode-se concluir que:

A aplicação foliar de Mo na fase reprodutiva, visando enriquecimento de sementes de soja com molibdênio, não afetou a produtividade da lavoura na qual recebeu este tratamento.

Uma única aplicação de 364 g ha^{-1} Mo, na forma de molibdato de potássio, resultou sementes mais ricas em Mo do que duas aplicações de 400 g ha^{-1} Mo cada (800 g ha^{-1} Mo), na forma de molibdato de sódio.

A aplicação foliar de molibdato de potássio, no estágio reprodutivo da soja, foi eficiente em fornecer Mo para as plantas e obter sementes ricas em molibdênio.

REFERÊNCIAS

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, DF, v.36, n.3, p.527-534, 2001.

AMARA, A. M.; NASR, S. A. Impact of foliar application with biofertilizers and micronutrients on the growth and yield of *Bradyrhizobium* inoculated soybean plants. **Annals of Agricultural Science**, Cairo, v. 40, n. 2, p. 567-578, 1995.

BROCH, D.L; RANNO, S.K. Efeito do teor de Mo nas sementes e da aplicação de Mo e Co via Sementes sobre a produtividade da soja, safra 2004/2005. In FUNDAÇÃO MS: **Tecnologia e produção: soja milho 2005/2006**. Maracajú-MS,, 2005 p 115-119

BRODRICK, et al. Seed analysis as a mean of identifying micronutrient deficiencies of *Phaseolus vulgaris* L. in the tropics. **Tropical Agriculture**, St. Augustine, v.72, n.4, p.277-284, 1995.

CAMPO, R. J.; ALBINO, U. B.; HUNGRIA, M. **Métodos de aplicação de micronutrientes na nodulação e na fixação biológica do N₂ em soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1999. 7p. (EMBRAPA-CNPSo. Pesquisa em Andamento, 19).

CAMPO, R. J., et al. Compatibilidade de aplicação conjunta nas sementes, de fungicidas, micronutrientes e inoculantes, sobre a sobrevivência do *Bradyrhizobium* e a eficácia de fixação biológica do nitrogênio. (04.0.94.322-18). In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; SARAIVA, O.F. (Org.). **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja - 2000: microbiologia de solos**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p.29-39. (Embrapa Soja. Documentos, 163).

CAMPO, R. J.; et al. Compatibilidade de aplicação de inoculantes com defensivos agrícolas e micronutrientes (04.20010.340-02). In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F. (Org.). **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja - 2001: microbiologia de solos**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 36-42. (Embrapa Soja. Documentos, 197).

CAMPO, R. J.; et al. Compatibilidade de aplicação de inoculantes com defensivos agrícolas e micronutrientes (04.2001.340-02). In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F. (Org.). **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja - 2002: microbiologia de solos**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 20,25-38. (Embrapa Soja. Documentos, 216).

CAMPO, R. J.; et al. Compatibilidade de aplicação de inoculantes com defensivos agrícolas e micronutrientes (04.2001.340-02). In: SARAIVA, O. F. (Org.). **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja - 2003: microbiologia de solos**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. p. 45-57. (Embrapa Soja. Documentos, 243).

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Importância dos micronutrientes na fixação biológica do nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA MERCOSOJA, 2., 2002, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 355-366. (Embrapa Soja; Documentos, 180).

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Utilização de sementes de soja enriquecidas com Mo – como e por que enriquecer? In: RELAR – LATIN-AMERICAN CONFERENCE ON RHIZO BIOLOGY, 22., 2004, Miguel Pereira, RJ. **Anais...** Miguel Pereira: Embrapa Agobiologia, 2004. 153 p.

CAMPO, R. J.; LANTMANN, A. F. Efeitos de micronutrientes na fixação biológica do nitrogênio e produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 8, p. 1245-1253, ago. 1998.

DALLPAI, D.L. **Determinação espectrofotométrica de molibdênio em solo e tecido vegetal e adsorção de molibdato em alguns solos de Minas Gerais**. 1996. 56 p
Dissertação Mestrado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 1996.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina : Planta, 2006. 403 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília,DF, 1999, 412 p.

FERREIRA et al. Diagnose do estado nutricional molibídico do feijoeiro em razão do molibdênio contido na semente e da sua aplicação foliar. **Revista Brasileira Agrocência**, Pelotas, RS, v. 9, n. 4, p. 397-401, out-dez, 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. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.225-258.

FERREIRA, D.F. **Sisvar**, versão 4.6 (Build 6.1) Lavras: DEX/UFLA, 2003. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/dff02.htm>>. Acesso em: 05 out. 2006.

GRIS, E.P. et al, Produtividade da soja em resposta à aplicação de molibdênio e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, SP, v. 29, p. 151-155, 2005.

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

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

JACOB-NETO, J. **Variação estacional, concentração nas sementes e níveis críticos de molibdênio nos nódulos de feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L.).1985. 141p. Dissertação Mestrado –Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, RJ. 1985.

JACOB-NETO, J.; FRANCO, A.A. **Adubação de molibdênio em feijoeiro**. Seropédica: EMBRAPA-UAPNPBS, 1986. 4p. (Comunicado Técnico n.12)

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**. Angra dos Reis, RJ, v.1, p.1, 1995.

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

JACOB-NETO, J.; THOMAS, R. J. ; FRANCO, A. A. Variação estacional da concentração de molibdênio nos nódulos e demais partes da planta de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L). **Turrialba**, San Jose, v.38, n.1, p. 51-58, 1988.

JOHANNES, E.; GUNARTO, L. Nodulation and uptake of nitrogen and phosphorus by soybean inoculated with four strains of *Bradyrhizobium japonicum* and applied with phosphorus, molybdenum and copper. **Philippine Agriculturist**, Laguna, v. 70, p. 193-201, 1987.

LEITE, U. T.; et al. Doses Crescentes de molibdênio na produção de sementes de feijão enriquecidas com o nutriente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29. 2003, Ribeirão Preto, SP. **Solo**: alicerce dos sistemas de produção. UNESP, 2003.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.

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.). **Micronutrients in agriculture**. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p.90-112.

MASCARENHAS, H. A. A. et al. A calagem nos teores de óleo e de proteína de soja. **Bragantia**, Campinas, SP, v.49, p.171-182, 1990.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic, 1995. 889 p.

MENGUEL, K.; KIRKIBY, E.A. **Principes of plant nutrition**. Worblanpen – Bern: International Potash Institute, 1987, 687 p.

MESCHEDE, D. K.; et al. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p.139-145, 2004.

MORAES, L. M. de F. **Translocação de Co e Mo aplicados em diferentes épocas na cultura da soja**. 2006. 43 p. Dissertação Mestrado. Universidade Federal deUberlândia. Uberlândia, MG, 2006

PESSOA, A.C.S.; et al. 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, v.24, p.75-84, 2000.

PIRES, A. A. **Parcelamento e época de aplicação foliar do molibdênio na cultura do feijoeiro**. 2003. 60f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003

ROSSETTO, C.A.V.; et al. Embebição de sementes de soja em solução de fosfato de potássio. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v 37, n 3, p 385-392, 2002.

SFREDO, G. J.; et al. Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteína da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 21, p. 41-45, 1997.

TECNOLOGIAS de produção de soja: região central do Brasil 2004. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Agropecuária Oeste: Embrapa Cerrados: EPAMIG: Fundação Triângulo, 2003. 237 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 4).

TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 11).

VARGAS, R.; RAMIREZ, C. Respuesta de la soya y el maní a *Rhizobium* y a la fertilización con N, P y Mo en un típico pellustert de cañas, guanacaste. **Agronomía Costarricense**, San José, v. 13, p. 175-182, 1989.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina : Embrapa-CPAC, 1997. p. 295-360.

VENCATO, A. et al; **Anuário brasileiro da soja 2005**. Santa Cruz do Sul, RS. Gazeta Santa Cruz, 2005. 136 p.