



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira
Departamento de Fitotecnia, Sócio-Economia e Tecnologia de Alimentos.

MOLIBDÊNIO E CÁLCIO VIA SEMENTE NO DESENVOLVIMENTO, NODULAÇÃO E PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA

Edir Rodrigues Lima
Engenheiro Agrônomo

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Especialidade Sistemas de Produção.

Ilha Solteira – SP
Junho de 2006



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira
Departamento de Fitotecnia, Sócio-Economia e Tecnologia de Alimentos.

MOLIBDÊNIO E CÁLCIO VIA SEMENTE NO DESENVOLVIMENTO, NODULAÇÃO E PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA

Edir Rodrigues Lima
Engenheiro Agrônomo

Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá
Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Especialidade Sistemas de Produção.

Ilha Solteira – SP
Junho de 2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP-Ilha Solteira

L732m Lima, Edir Rodrigues
 Molibdênio e cálcio via semente no desenvolvimento, nodulação e produção de sementes de soja / Edir Rodrigues Lima. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2006
 44 p.

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2006

 Orientador: Marco Eustáquio de Sá
 Bibliografia: p. 39-44

 1. Soja. 2. Cálcio. 3. Molibdênio. 4. Sementes.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Molibdênio e Cálcio Via Semente no Desenvolvimento, Nodulação e Produção de Sementes de Soja

AUTOR: EDIR RODRIGUES LIMA

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

Departamento de Fitotecnia Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

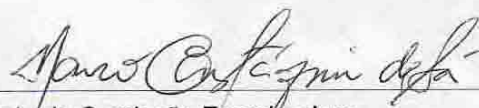
Profa. Dra. CECI CASTILHO CUSTODIO

Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste - UNOESTE - Presidente Prudente

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

Departamento de Fitossanidade Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Data da realização: 26 de junho de 2006.



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

“Sucesso é uma questão de não desistir, e fracasso é uma questão de desistir cedo demais” Walter Burke

DEDICO

Aos meus pais:

**José Rodrigues Lima e Hercília Rodrigues Lima
pelo amor, carinho, dedicação, compreensão,
educação, orações e esforços sem medida para
que eu até aqui chegasse...**

**Aos meu querido irmão Edson Rodrigues
Lima e à minha sobrinha Quézia da Silva
Lima pelos momentos compartilhados,
companheirismo, apoio, incentivo e
presença em minha vida**

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde e proteção com que têm me abençoado.

Ao professor e orientador Dr. Marco Eustáquio de Sá, pelos ensinamentos, estímulo, exemplo de competência, humildade e profissionalismo, pela sábia orientação deste trabalho, amizade e confiança a mim concedida, fundamentais à minha formação como profissional e principalmente como ser humano.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Ilha Solteira pela oportunidade de realização deste trabalho e aos seus professores pela contribuição à minha formação profissional.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À Adelaide Buzetti de Sá, Elielda Mariane Fernandes, Leandro Rebuá Rodrigues, Anna Letícia Malagoli da Silva, Francisco Guilhien Gomes Júnior, Aginaldo José de Freitas Leal, Flávia Araújo Matos e Helena Mazumi Shimidu pela essencial ajuda no desenvolvimento do trabalho.

Aos Professores Salatiér Buzetti e Edson Lazarini pelas contribuições e sugestões ao trabalho.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão pelo apoio na realização dos trabalhos.

Aos meus queridos Marisa Piovesana, Anna Letícia Malagoli, Fábio Simões Albuquerque, Gleice Melero, Sabrina Melero, Simone da Silva, Andréa C. P. Rodrigues, Bruno Paniago, Ariozano Timóteo, Carlos Eduardo pela amizade e companheirismo em todos os momentos.

Aos meus colegas de curso da Pós-Graduação em Agronomia, e em especial aos meus amigos Flávia Matos, Francisco Guilhien, Aginaldo Leal, Eliane Cardoso, Flávio Binotti, Luciane Arantes, Fernando Nakayama, Marcio Lustosa, Adriano Maller e Flávia Matos pelo agradável convívio e apoio em todos os momentos.

Aos meus colegas da Casa da Agricultura de Adamantina, Prefeitura do Município de Adamantina e do Instituto Educacional de Adamantina, pelo apoio e incentivo, em especial a Takashi Yokoyama, Miriam Spósito Yokoyama, Geraldo César da Silva, Maria Inês, Marlene Pardo, Maurício Konrad e Isabel Contarini.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	pág.
Lista de Tabelas-----	vi
Lista de Figuras-----	viii
Resumo-----	09
Abstract-----	11
1. Introdução-----	13
2. Revisão de Literatura-----	14
2.1. Cálcio-----	14
2.2. Molibdênio-----	17
2.3. Fontes e formas de aplicação dos nutrientes-----	20
3. Material e Métodos-----	22
4. Resultados e Discussão-----	25
5. Conclusões-----	38
6. Referências Bibliográficas-----	39

LISTA DE TABELAS

- Tabela 01. Análise de variância referente ao estande inicial, estande final, número de nódulos e massa seca dos nódulos em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05.....25
- Tabela 02. Médias, teste de Tukey e DMS referentes ao estande inicial, estande final, número de nódulos e massa seca dos nódulos em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05.....26
- Tabela 03. Análise de variância referente à massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular29
- Tabela 04. Médias, teste de Tukey e DMS referentes à massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05.....30
- Tabela 05. Análise de variância referente à altura de plantas, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de sementes por vagem, massa de cem sementes e produtividade de sementes.31
- Tabela 06. Médias, teste de Tukey e DMS referentes à altura de plantas, número de vagens por planta, massa de cem sementes, e produtividade de sementes em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05.....32
- Tabela 07. Desdobramento da interação significativa entre variedades x doses de cálcio x doses de molibdênio, para o número de sementes por planta de soja em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05.....33

Tabela 08. Desdobramento da interação significativa entre variedades x doses de cálcio, para o número de sementes por vagem de soja em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05.34

Tabela 09. Desdobramento da interação significativa entre cálcio x doses de molibdênio, para o número de sementes por vagem de soja em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05....35

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01. Produção de massa seca da parte aérea de soja em função de doses de Mo em Selvíria - MS, 2004/05.30
- Figura 02. Produtividade de sementes de soja em função de doses de Mo em Selvíria - MS, 2004/05.36

RESUMO

MOLIBDÊNIO E CÁLCIO VIA SEMENTE NO DESENVOLVIMENTO, NODULAÇÃO E PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA.

A cultura da soja se constitui num dos principais produtos de exportação do Brasil, sendo responsável por grande parte do agronegócio no país e importante no desenvolvimento de sua economia. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do tratamento de sementes de quatro variedades de soja com quatro doses de molibdênio na presença e ausência de cálcio, sobre a nodulação, desenvolvimento das plantas e produção de sementes. O trabalho foi conduzido em área experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, no município de Selvíria – MS, situada nas coordenadas geográficas 50°57' longitude Oeste de Greenwich e 21°44' de latitude Sul, com altitude de 335 metros. O clima é do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 23,5° C, precipitação pluvial anual média de 1.370 mm e umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual). O solo é do tipo Latossolo Vermelho distrófico (LVd), sendo que a análise química apresentou: matéria orgânica: 18 g dm³; pH(CaCl₂): 5,5; P: 6 mg dm³; K⁺: 2,2 mmol_c dm³; Ca²⁺: 19 mmol_c dm³; Mg²⁺: 16 mmol_c dm³; H⁺+Al³⁺: 28 mmol_c dm³ e saturação por bases de 57 %. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 4 repetições, com as parcelas constando de 6 linhas de 5 metros espaçadas de 0,50 m e objetivando densidade de 20 plantas por metro de sulco. Os tratamentos foram constituídos através do arranjo fatorial entre variedades (BRS 133, Vencedora, Conquista e Monsoy 6101), doses de molibdênio (0, 75, 150 e 225 g ha⁻¹) e ausência ou presença cálcio (0 ppm e 100 ppm), totalizando 32 tratamentos. Avaliaram-se as populações inicial e final de plantas; número de nódulos; massa seca dos nódulos, massa seca da parte aérea e das raízes; altura de plantas; número de vagens; número de sementes por planta e por vagem; massa de cem sementes e produtividade de sementes. Observou-se

incremento na população inicial quando foi adicionado cálcio via sementes; a produção de massa seca da parte aérea foi influenciada pelos níveis de adubação com molibdênio, sendo a dose mais adequada para obtenção da máxima produtividade de 124,3 g ha⁻¹; A produtividade de sementes respondeu de maneira linear crescente às doses de Mo utilizadas via semente; Não foi observado efeito das doses de Ca e Mo sobre a nodulação das plantas; Recomenda-se o plantio da variedade Vencedora com 225 g ha⁻¹ de Mo via semente e sem utilização de Ca.

Palavras chave: *Glycine max* (L.) Merrill, nutrição mineral, tratamento de sementes.

ABSTRACT

MOLYBDENUM AND CALCIUM IN SOYBEAN SEEDS ON DEVELOPMENT, NODULATION AND SEED PRODUCTION.

The soybean is one of the main products of exportation of Brazil, being responsible for great part of the agribusiness in the country and important in the development of its economy. This work objectived to evaluate the seed treatment effect of four soybean varieties with four rates of molybdenum with or without calcium on the nodulation, plant development and seed production. The work was carried out at experimental area from Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, Selvíria – MS, county located in the geographic coordinates 50°57' longitude West and 21°44' of South latitude, with altitude of 335 meters. The climate is Aw type, with annual average temperature of 23,5° C, pluvial precipitation annual of 1,370 mm and relative humidity of air between 70 and 80% (average annual). The soil is a dystrophic Red Latosol (Oxisol), and the chemical analysis of the soil presented: organic matter: 18 g/dm³; pH (CaCl₂): 5.5; P: 6 mg dm⁻³; K⁺: 2,2 mmol_c dm⁻³; Ca²⁺: 19 mmol_c/dm³; Mg²⁺: 16 mmol_c dm⁻³; H⁺+Al³⁺: 28 mmol_c dm⁻³ and 57% of bases saturation. The used experimental design was randomized blocks with four replications, with the plots consisting of six lines of five meters with 0,5 m between lines and objectifying density of 20 seeds for meter of line. The treatments had been constituted through the factorial arrangement among cultivars (BRS 133, Vencedora, Conquista and Monsoy 6101), molybdenum rates (0, 75, 150 and 225 g ha⁻¹) and calcium (0 or 100 ppm), totalizing 32 treatments. Were evaluated initial and final plant population; number of nodules, dry mass of nodules, dry mass of aerial part and dry mass of roots; plant height; number of pods; number of seeds per plant and per pod; 100 seeds mass and seed yield. There was increase in the initial plant density when was added calcium in the seeds; the aerial

part dry mass showed response to the Mo levels, with the 124,3 g ha⁻¹ of Mo the more adjusted level for attainment of the maximum productivity; The seed yield showed linear increasing to the used Mo levels; It was not observed effect of the doses of Ca and Mo on the plants nodulation; Is recommended to cultivate the Vencedora variety with the rate of 225 g ha⁻¹ of Mo without Ca.

Key words: *Glycine max* (L.) Merril, mineral nutrition, seed treatment.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja se constitui no principal produto de exportação do Brasil, sendo responsável por grande parte do agronegócio no país e tem grande importância no desenvolvimento de nossa economia. Segundo dados da CONAB (2006), na safra 2005/06 estima-se que foram cultivados 22,2 milhões de hectares de soja com produção estimada de 55,2 milhões toneladas, representando um aumento na produção em relação à safra passada de 3,8 milhões de toneladas.

Com a expansão da cultura da soja por todo o território brasileiro, solos ácidos e de baixa fertilidade natural têm sido utilizados, necessitando de práticas de manejo da adubação e técnicas de nutrição de plantas adequadas para suprir as necessidades da cultura em macro e micronutrientes. Além disso, o uso intensivo do solo por sucessivos anos tem exaurido algumas áreas, surgindo a necessidade de técnicas adequadas de reposição dos nutrientes retirados pela culturas. Assim, a utilização do molibdênio e cálcio aplicados via semente, devido à disponibilidade já na fase inicial de desenvolvimento das plantas e proximidade dos nutrientes do sistema radicular, podem estimular de maneira mais efetiva a nodulação, crescimento radicular, fixação de N, desenvolvimento das plantas e produção de sementes na cultura da soja.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do tratamento de sementes de quatro variedades de soja (MG/BR 46 Conquista, BRS-133, Vencedora e Monsoy 6101) com quatro doses de molibdênio (0, 75, 150 e 225 g.ha⁻¹) na ausência e presença de cálcio (100 ppm), sobre a nodulação, desenvolvimento e produção de sementes de soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CÁLCIO

O Ca é imóvel no floema e não se redistribui na planta, assim a deficiência nutricional se apresenta em órgãos mais novos (MALAVOLTA, 1985). O cálcio encontra-se principalmente nas folhas das plantas e, como não se transloca, é detectado em maior quantidade nas folhas velhas. A maior parte do cálcio aparece na lamela média das paredes celulares, como sal de compostos pécticos. Surge também nos vacúolos celulares, sob a forma de cristais insolúveis (MASCARENHAS, 1977)

Conforme Raij (1991) o cálcio é um elemento que, em solos e em minerais, ocorre na forma catiônica, Ca^{2+} . Tendo sua origem primária nas rochas ígneas, está contido em minerais como dolomita, calcita, apatita, feldspatos cálcios e anfibólios, que ocorrem também em rochas sedimentares e metamórficas. Em solos ácidos de climas úmidos esses minerais são intemperizados e o cálcio é, em parte, perdido por lixiviação. O que fica no solo encontra-se adsorvido nos colóides do solo ou aprisionado na biomassa. Em solos de pH mais elevado, o cálcio pode insolubilizar-se como carbonatos, fosfatos ou sulfatos.

As necessidades das plantas não são das mais elevadas, em relação aos teores existentes, principalmente porque solos com teores baixos do elemento são também muito ácidos. Assim, a acidez dos solos quase sempre limita muito mais o crescimento que a falta de cálcio. Isso tem dificultado o isolamento do efeito do cálcio, como nutriente, da ação de neutralização da acidez com produtos que contêm cálcio, como é o caso de calcários (RAIJ, 1991).

Conforme Mengel e Kirkby (1987) as plantas superiores freqüentemente contém Ca em quantidades apreciáveis e geralmente da ordem de 5-30 mg de Ca g^{-1} de matéria seca. Mascarenhas (1977) afirma que existe aproximadamente 1% de Ca total no solo, quantidade que varia com o clima e tipo de solo, sendo que solos com

elevado teor de matéria orgânica e argila apresentam altos teores de cálcio, e solos arenosos teores mais baixos, sendo isso explicado de acordo com Buckman e Brady (1979), em função dos solos argilosos e com altos teores de matéria orgânica apresentarem maior capacidade de troca catiônica (CTC).

As funções do cálcio foram enumeradas por Mascarenhas (1977), quais sejam: constitui a parede celular, tem efeito sobre a rigidez da parede celular, em baixa concentração estimula a ação do difosfato de adenosina (ADP) como receptor de energia, regula a germinação do grão de pólen, diminui a toxicidade de outros íons, tem efeito sobre o metabolismo de ferro na planta, neutraliza alguns ácidos orgânicos e tem importante papel na atividade de algumas enzimas, como por exemplo, a actimiosina. O autor relata ainda, que o cálcio tem grande importância no desenvolvimento radicular, onde exerce três funções: a) na divisão celular; b) no alongamento celular; c) no processo de desintoxicação dos íons hidrogênio. Segundo o autor, também inibe alguns íons potássicos, regulando sua absorção ativa e pode participar na absorção de nitrogênio.

Considerações de Raij (1987) são que um aspecto importante diz respeito às raízes das plantas necessitarem de cálcio no próprio ambiente de absorção de água e nutrientes, para a sua sobrevivência. Isso porque as plantas não translocam o elemento, pelo floema até as raízes. Conforme Wadleigh (1957), as raízes da maioria das plantas cultivadas exigem um suprimento de cálcio nos pontos de crescimento e não podem depender de cálcio disponível em outras partes do sistema radicular, para continuar a crescer. As raízes não crescem em solo deficiente em cálcio, mesmo que ele seja poroso e tenha suprimento adequado de água. Isto pode ser constatado pela ausência de raízes nas áreas deficientes em cálcio, mesmo que haja cálcio em outros pontos do sistema radicular.

Assim, conforme relatado por Ritchey et al. (1980), tanto o desenvolvimento radicular como o de plantas crescidas em solução com elevada acidez, são negativamente afetados por níveis elevados de alumínio e/ou por níveis baixos de cálcio.

Estas situações ocorrem com frequência em grande parte dos solos brasileiros, notadamente naqueles que possuem elevada acidez nas camadas subsuperficiais (Demattê, 1981; Ritchey et al., 1980).

Ritchey et al. (1982) relataram que em alguns solos altamente intemperizados do Planalto Central Brasileiro, os níveis de Ca nos horizontes superficiais foram

insuficientes para permitir o crescimento normal das raízes de trigo, soja e milho. Nos subsolos de alguns latossolos sob vegetação de cerrado, a toxicidade causada por íons de alumínio pode impedir o desenvolvimento de raízes das culturas, restringindo o crescimento do sistema radicular à camada superficial do solo, onde o calcário é incorporado. Os autores demonstraram que 1,0 a 1,5 mmol_c de Ca por dm⁻³ de solo normalizavam o crescimento de raízes.

Adams e Moore (1983) relataram que em algodão, o crescimento das raízes é reduzido quando a saturação da Ca estiver abaixo de 17%. Rosolem e Marcello (1998) estudando o crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada constataram que um teor de 8,5 mmol_c dm⁻³ de Ca no solo foi suficiente para o crescimento normal do sistema radicular da soja.

Outros trabalhos demonstram que a soja (ROSOLEM et al., 1995), o amendoim (CAIRES E ROSOLEM, 1991) e o milho (ROSOLEM et al., 1994) respondem em crescimento de raízes a teores bem mais elevados de Ca, da ordem de 15 mmol_c dm⁻³.

Ritchey et al. (1983), pesquisando através de um método biológico para estimar a relação entre o teor de cálcio no solo e desenvolvimento de raízes de trigo, verificaram que teores de cálcio trocável no solo abaixo da faixa de 0,2 a 0,5 mmol_c^{de} Ca por kg de solo (4-10 ppm) seriam inviáveis ao crescimento das raízes daquela cultura.

Conforme Ritchey et al. (1987), a ocorrência da deficiência de cálcio em subsolos de perfis altamente intemperizados é provavelmente mais comum do que se imagine. Teores de Ca trocável menores que 0,02 a 0,05 meq 100g⁻¹ tem sido reportado na Colômbia, Brasil e Estados Unidos.

Burton et al. (2000) relatam que plantas de soja, quando crescem em condições que diminuem a concentração de Ca nas sementes, produzem sementes em menor quantidade e de baixa qualidade.

Nesse sentido, Lazarini (1990) citou que o uso eficiente de fertilizantes, corretivos e outras práticas agronômicas capazes de possibilitar a liberação de Ca²⁺ na solução do solo, forma esta prontamente disponível às plantas, possibilitará o aumento da produção agrícola.

Bevilaqua et al. (2002) estudando aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja cvs. FT Cometa e BR 16, verificaram que a aplicação de Ca e B aumentou a massa de grãos por planta,

não tendo afetado a qualidade fisiológica de sementes, sendo que as maiores respostas a Ca e B nos componentes de rendimento foram observadas nas fases de floração e pós-floração.

Burton et al. (2000) verificaram que níveis reduzidos de Ca na solução nutritiva reduziram a matéria seca das folhas durante o enchimento de sementes, a produção de sementes, a concentração de Ca das sementes e a germinação das sementes e aumentaram a incidência de distúrbios nas plântulas, assim como podridão aquosa do hypocótilo e epicótilo.

2.2. MOLIBDÊNIO

O molibdênio é o menos abundante dos micronutrientes na litosfera (MORTVEDT, 2000) citado por Fageria et al. (2002) relata que as concentrações do elemento no solo variam de 0,2 a 5,0 mg kg⁻¹ (média de 2,0 mg kg⁻¹), sendo a concentração crítica no solo para a cultura da soja de 0,1 a 0,3 mg kg⁻¹. De acordo com os autores, quando o pH do solo está acima de 4,2, a forma de molibdênio predominante é o MoO₄⁻², sendo que a concentração desta espécie aumenta com a elevação do pH, assim como a absorção pela planta.

Conforme relataram Mengel e Kirkby (1987) o molibdênio é absorvido pelas plantas na forma de molibdato, sendo que a sua absorção pode ser reduzida por efeitos de competição com o sulfato (SO₄⁻²) e por outro lado, estimulada por íons fosfato. O conteúdo de molibdênio na planta é comumente baixo e menor que 1 ppm na matéria seca.

O molibdênio é um componente essencial de duas importantes enzimas nas plantas, nitrogenase e redutase do nitrato, de quem o efetivo mecanismo de ambas provavelmente dependem nas reações de transferência de elétrons (Mengel e Kirkby, 1987).

Considerações de Fageria et al. (2002) são que o molibdênio é um componente essencial da redutase do nitrato (uma enzima da fixação de N₂) e é requerido para a assimilação normal do nitrogênio. A principal função do molibdênio no metabolismo de plantas é na redução do NO₃⁻, a deficiência de Mo se assemelha à deficiência de nitrogênio (HAGSTROM E BERGER, 1965) citados por Mengel e Kirkby (1987). A similaridade à deficiência de N é particularmente aplicável às leguminosas nas quais a deficiência de Mo pode restringir o suprimento de N afetando tanto a redução do NO₃⁻

quanto a fixação do N_2 . A deficiência de molibdênio freqüentemente aparece primeiro nas folhas intermediárias e mais velhas (MENGEL E KIRKBY, 1987).

Fageria et al. (2002) consideram que a deficiência de micronutrientes está muito generalizada (por todo o mundo) devido a: 1) aumento na demanda de micronutrientes por práticas intensivas de manejo e adaptação de cultivares altamente produtivos, que podem ter maior exigência em micronutrientes; 2) aumento na produção de culturas em solos marginais com baixos níveis de nutrientes; 3) maior uso de fertilizantes concentrados com menor quantidade de contaminação por micronutrientes; 4) diminuição do uso de esterco animais, compostos e resíduos de culturas; 5) uso de solos com baixa reserva nativa de micronutrientes e 6) envolvimento de fatores naturais e antropogênicos que limitam a adequada disponibilidade para as plantas e criam desequilíbrios entre os nutrientes.

Malavolta (1994), relatando a freqüência relativa de deficiência de micronutrientes no Brasil por cultura e por elemento, considerou ser o molibdênio o segundo elemento em número de ocorrências de deficiência na cultura da soja, sendo a seguinte ordem sugerida pelo autor $Zn > Mo > B > Cu = Mn > Fe$.

Segundo Silva et al. (2002), que estudaram adubação nitrogenada no plantio (0, 8, 16 e 32 $kg \cdot ha^{-1}$) com doses de molibdênio via foliar (0, 40, 80 e 120 $g \cdot ha^{-1}$) e via sementes (20 $g \cdot ha^{-1}$), a aplicação de molibdênio não afetou significativamente a produtividade, mas influenciou significativa e positivamente os teores de P e negativamente os teores de S.

Lantmann et al. (1989) observaram que a soja respondeu à aplicação de molibdênio na ausência de calagem, mas não houve resposta quando o solo tinha pH em água acima de 6,0. No entanto, quando o pH em água era inferior a 5,6, a aplicação de molibdênio às sementes não foi suficiente para que fossem atingidas as produções máximas.

Campo e Lantmann (1998), com o objetivo de verificar o efeito da aplicação de Mo, Co, Zn e B na fixação de N_2 na produtividade da soja, em solos não-ácidos e há longo tempo cultivados com a cultura; e o efeito da aplicação de Mo na fixação do N_2 e na produtividade da mesma, em condições de solos ácidos de primeiro cultivo de soja, observaram que a adição de Mo nos solos LRe (Latosolo Roxo, eutrófico) e LEa (Latosolo Vermelho-Escuro, álico) cultivados com a referida leguminosa por mais de oito anos aumenta a eficiência de fixação biológica do N_2 e a produtividade

da soja; o solo LRd (Latosolo Roxo, distrófico) não responde à adição desse nutriente e que o solo LBd (Latosolo Bruno, distrófico) de primeiro cultivo com soja não responde à adição de Mo; o solo LRa (Latosolo Roxo, álico) de primeiro cultivo com a cultura responde à adição de Mo, apenas na ausência de calcário.

Campo e Hungria (2002) observaram efeito positivo do molibdênio na fixação biológica de nitrogênio, com produtividade 17 % superior no tratamento inoculação + Mo, comparado ao tratamento só com inoculação.

O efeito positivo da aplicação de Mo na fixação biológica do N₂ pela soja foi observado em diversos trabalhos, no entanto, outros resultados mostram efeitos tóxicos do Mo sobre a bactéria *Bradyrhizobium*, a nodulação e a eficiência de fixação do N₂ pelo efeito osmótico causado pela utilização de sais como fonte desse elemento. Tais trabalhos tem sido realizados principalmente, em condições controladas, e em campo, a toxicidade na bactéria inoculada ocorre com a mesma intensidade, mas tem recebido menor atenção porque a presença da bactéria no solo tem favorecido boa nodulação e fixação do nitrogênio (CAMPO et al., 1999).

Conforme Yamada (2004) em 2003 o Brasil consumiu 400.000 t de produtos com micronutrientes, equivalentes em nutrientes a 3.600 t de B, 2.000 t de Cu, 18.000 t de Zn, 12.000 t de Mn e 360 t de Mo.

De acordo com Ferreira et al. (2001) o tratamento de sementes é usualmente o meio mais prático de aplicar molibdênio para a cultura da soja, pois tanto a aplicação foliar quanto via sementes tem sido eficiente, e a aplicação às sementes requer doses bem menores, da ordem de 30 a 60g ha⁻¹, enquanto na aplicação foliar, são necessárias doses maiores, da ordem de 1000 a 2000 g ha⁻¹.

O Co e o Mo são indispensáveis para a eficiência da Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN), para a maioria dos solos onde a soja vem sendo cultivada. As indicações técnicas atuais desses micronutrientes são para aplicação de 2 a 3 g de Co e 12 a 30 g de Mo.ha⁻¹ via semente ou em pulverização foliar, nos estádios de desenvolvimento V3-V5. A utilização de sementes enriquecidas em Mo aumenta a fixação biológica de nitrogênio, aumentando os rendimentos da soja. (EMBRAPA, 2003).

Como se observa, ainda faltam informações sobre a utilização de Ca e Mo para a soja, de forma que ter dados sobre o comportamento dos cultivares nas mais diversas condições de cultivo e de nutrição das plantas, é fundamental para que se

alcance maiores níveis de produtividade, fato que ganhará maior relevância se ocasionar melhoria na qualidade das sementes obtidas.

2.3. FONTES E FORMAS DE APLICAÇÃO DOS NUTRIENTES

Albino e Campo (2001) destacam que nos estudos científicos, destacam-se como principais fontes de Mo o molibdato de sódio, molibdato de amônio, ácido molibdico e trióxido de Mo, sendo possível encontrar no mercado diversos produtos comerciais fornecedores de micronutrientes, com as mais variadas formulações, sendo que a recomendação atual de aplicação do Mo em soja é via sementes antes da aplicação do *Bradyrhizobium*.

No passado, o fornecimento era realizado quando a sementes recebia as substâncias necessárias na forma de um pélete que a envolvia (RUSCHEL et al., 1970). Atualmente, essa prática não vem sendo adotada, pois o pélete pode dificultar as trocas gasosas da semente, prejudicando-a, e diversas outras formas de aplicação do Mo têm sido descritas (ALBINO E CAMPO, 2001). A aplicação direta do adubo contendo Mo ao solo pode ser uma alternativa, porém, muitas vezes é ineficiente por sua adsorção à matéria orgânica e aos óxidos de ferro e de alumínio, o que o torna não disponível às plantas.

Outra forma de fornecer Mo às plantas, consiste em embeber as sementes em soluções que contenham Mo (GUPTA, 1979), porém essa técnica pode prejudicar a germinação das sementes. Campo et. al (1999) mostraram que a aplicação foliar de Mo também pode ser realizada, sendo que os resultados obtidos foram similares aos da aplicação do micronutriente via sementes. Assim, Campo e Hungria (2002) afirmam que, em sendo possível aplicar o Mo e Co, via semente e foliar, trabalhos adicionais necessitam ser realizados na busca de selecionar os produtos à base desses elementos mais eficientes se aplicados via foliar e os que apresentam maior eficiência se aplicados via semente.

Um método mais prático de aplicar Mo sem causar maiores danos, seria utilização das próprias reservas da semente, desde que esta possua concentração adequada do elemento (GURLEY E GIDDENS, 1969). Segundo Campo e Hungria (2002) o uso de sementes enriquecidas de Mo é um método alternativo que têm apresentado resultados consistentes no aumento da eficiência na fixação biológica do nitrogênio e dos rendimentos da soja.

Devido à eficiência, economia e facilidade de aplicação, os micronutrientes à base de Co e Mo foram recomendados para a cultura da soja para aplicação via semente. Diversos fatores levaram as indústrias de micronutrientes a alterarem a composição e as formulações de seus produtos, de forma que, atualmente, os produtos disponíveis no mercado são líquidos e contêm concentrações variáveis desses elementos. Altas concentrações dos elementos no produto final, aliadas à alta acidez (baixo pH), implicam em problemas ainda maiores para a fixação biológica do nitrogênio quando esses nutrientes são aplicados nas sementes junto com o inoculante. O contato direto da bactéria com os sais que contêm Co e Mo parece ser um dos fatores limitantes da fixação biológica do nitrogênio (CAMPO E HUNGRIA, 2002).

Já no caso do cálcio, a principal fonte é geralmente o calcário, fornecida através da operação de calagem, porém, outras fontes e formas de aplicação são objeto de pesquisas na cultura da soja. Nesse sentido, Bevilaqua et. al. (2002) estudaram a aplicação foliar de cálcio e boro, utilizando como fonte o cloreto de cálcio, sobre os componentes de rendimento e qualidade de sementes da soja. Com relação à aplicação de cálcio via sementes, esta não é usual, pela impossibilidade de suprir toda a exigência nutricional da planta desta forma. No entanto, com o objetivo de estudar o efeito do elemento sobre a germinação e estágios iniciais de desenvolvimento das plantas, é uma alternativa que pode apresentar resultados promissores.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi conduzido na safra 2004/05, em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente à 50°57' longitude Oeste e 21°44' de latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo da área experimental foi classificado por Demattê (1980) e reclassificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA SOLOS, 1999), como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, muito argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, epicompactado, muito profundo e moderadamente ácido (LVd).

O clima é do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 23,5°C, precipitação pluvial anual média de 1.370 mm e umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

A cultura anterior à soja do presente experimento foi o feijão seguido de pousio invernal. Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental e a análise de solo realizada de acordo com metodologia proposta por Raij e Quaggio (1983) apresentou as seguintes características químicas: matéria orgânica: 18 g/dm³; pH(CaCl₂): 5,5; P: 6 mg/dm³; K⁺: 2,2 mmol/dm³; Ca²⁺: 19 mmol/dm³; Mg²⁺: 16 mmol/dm³; H⁺+Al³⁺: 28 mmol/dm³ e saturação por bases de 57 %.

As parcelas foram constituídas por 6 linhas de 5,0 m de comprimento espaçadas de 0,50 m entre si. A área útil considerada foi constituída pelas 4 linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha. Não foi realizada inoculação das sementes haja vista que nos anos de 2000 e 2001 a área havia sido cultivada com soja. O preparo de solo consistiu de uma aração e duas gradagens.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições por tratamento, sendo estes constituídos pela combinação de quatro variedades de soja (MG/BR 46 Conquista, Vencedora, BRS-133 e Monsoy 6101) e doses de molibdênio nas sementes (0, 75, 150, 225 g ha⁻¹ de Mo) na ausência e presença de cálcio (100 ppm), totalizando 32 tratamentos. As fontes de Mo e Ca utilizadas foram o molibdato de sódio (Na₂MoO₄.2H₂O) e o cloreto de cálcio (CaCl₂), respectivamente, sendo esses sais dissolvidos em água e aplicados às sementes antes da semeadura, sendo determinadas as doses com base na quantidade de sementes utilizadas de cada variedade por hectare no caso do Mo (g ha⁻¹) e com relação ao peso das mesmas no caso do cálcio (ppm de Ca com relação às sementes). Os sais foram diluídos em água na proporção de 10% em sacos plásticos e foram aplicados diretamente às sementes de maneira manual, sendo estas imediatamente semeadas.

A semeadura da soja foi realizada manualmente em 01 de novembro de 2004, utilizando espaçamento de 0,50 m entrelinhas, objetivou-se densidade de aproximadamente 20 sementes por metro linear e profundidade de 5 cm. Na adubação mineral de semeadura foram aplicados 250 kg.ha⁻¹ da fórmula 04-30-10+Zn e os tratos culturais consistiram da aplicação de herbicida em pós emergência, complementados por capinas manuais. O tratamento fitossanitário constitui-se da aplicação de inseticidas para o controle de lagartas e percevejos de acordo com as recomendações para a cultura da soja na região (EMBRAPA, 2003). O fornecimento de água foi realizado através de um sistema de aspersão convencional, de acordo com a necessidade da cultura. A colheita foi realizada no estágio R8.

Foram realizadas as seguintes avaliações:

- **altura das plantas:** Foi avaliada na época da colheita, medindo-se a extremidade superior da planta até o solo em 10 plantas por parcela, utilizando-se os valores médios para realização da análise estatística;
- **número e massa de nódulos:** Foram coletadas duas amostras do solo por tratamento, no estágio R1, com pá reta, num raio de 0,20 m das plantas em 0,2 m de linha e profundidade de 0,3 m (0,12 m³), visando a manutenção da integridade do sistema radicular e dos nódulos existentes. O sistema radicular foi acondicionado em sacos de plástico juntamente com o solo. As amostras foram levadas para o laboratório, onde ocorreu a lavagem das raízes, os nódulos de *Bradyrhizobium* foram destacados, contados, coletados e depois

secos em estufa (65°C) até atingir massa constante, que foi determinada em balança de precisão, obtendo-se a massa seca dos nódulos;

- **massa do sistema radicular e da parte aérea:** No estágio R1 foram coletadas as plantas em 0,2 m de linha à 0,2 m das plantas e 0,3 m de profundidade (0,12 m³), sendo levadas ao laboratório onde foram secas em estufa (65°C) até atingir massa constante, quando determinou-se então a massa seca da parte aérea e do sistema radicular das mesmas;
- **população de plantas:** foi avaliada através da contagem das plantas em 2 linhas de 4 m da área útil das parcelas no início e final do desenvolvimento da cultura, estimando-se a população de plantas por hectare no início (10 dias após emergência) e final do ciclo da soja (5 dias antes da colheita);
- **componentes de produção:** por ocasião da colheita foram coletadas 10 plantas em local pré-determinado, na área útil de cada parcela e levadas para o laboratório para determinação de:
 - **número de vagens por planta:** obtido da relação entre número total de vagens e número total de plantas;
 - **número de sementes por planta:** obtido através da relação entre número total de sementes obtido pelas dez plantas amostradas;
 - **número médio de sementes por vagem:** obtido através da relação entre número total de sementes pelo número total de vagens;
- **produtividade de sementes:** as plantas da área útil de cada parcela foram arrancadas e deixadas para secagem a pleno sol. Após a secagem, as mesmas foram submetidas a trilha mecânica, os grãos foram pesados e os dados transformados em kg.ha⁻¹ (13% base úmida);
- **massa de 100 sementes:** realizado utilizando-se 8 subamostras de 100 sementes, as quais foram pesadas em balanças de precisão 0,1 g, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), expressando-se os valores médios.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente utilizando o programa SANEST (ZONTA E MACHADO, 1986) através da aplicação do teste F, sendo a comparação entre médias feita através da aplicação do teste de Tukey a 5 %. Para as doses de molibdênio foi feita análise de regressão polinomial, sendo que foi adotado como critério para escolha dos modelos, coeficiente de determinação significativo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância referente ao estande inicial, estande final, número médio de nódulos por planta e massa seca dos nódulos encontra-se na Tabela 1. As médias, testes de Tukey e diferenças mínimas significativas (DMS) são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 01. Análise de variância referente ao estande inicial (E.I.), estande final (E.F.), número de nódulos (N.N.) e massa seca dos nódulos (M.S.N.) em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05.

Causas de Variação	-----Quadrado Médio-----			
	E.I.	E.F.	N.N.	M.S.N.
Variedades (A)	134042708333,33**	60602864583,33**	145,21**	0,04**
Doses de Ca (B)	25312500000,00**	3300781250,00	<0,01	<0,01
Doses de Mo (C)	351041666,66	2700781250,00	0,93	<0,01
Blocos	255208333,33	4894531250,00*	4,22	<0,01
A x B	5681250000,00	2582031250,00	1,46	<0,01
A x C	2535069444,44	1316753472,22	2,87	<0,01
B x C	4372916666,66	1417447916,66	0,90	<0,01
A x B x C	1497222222,22	1684809027,77	3,82	<0,01
Resíduo	2339616935,48	1584316196,23	3,39	<0,01
Média Geral	282344,00	222578,00	44,0	0,13
C.V. (%)	17,131	17,88	29,94	6,87

** e * significativo ao nível de 1% e 5 % de probabilidade, respectivamente.

Foram verificadas variações significativas para o fator variedade em todas as variáveis analisadas constantes das tabelas de 1,3 e 5. O estande inicial de plantas (Tabela 2), da variedade BRS 133 teve média significativamente superior às demais variedades (370.000 plantas por hectare), seguida pelas variedades Vencedora com 238.438 plantas por hectare e Conquista com 259.688 plantas por hectare, que não diferiram entre si, sendo porém superiores à variedade Monsoy 6101 que teve a

menor média dentre as variedades avaliadas (216.250 plantas por hectare). Observou-se ainda que a presença de cálcio favoreceu o estabelecimento das plantas, visto que a adição do nutriente proporcionou incremento no estande inicial, dados que corroboram com as observações de Sandhya e Singh (1994) que constataram melhor performance das plântulas de amendoim resultantes de sementes embebidas em solução de 0,25 % de CaCl_2 por 8 horas. Os mesmos autores observaram que houve baixa germinação inicial de sementes em função do baixo conteúdo inicial de cálcio, porém, com a embebição em Ca(OH)_2 a 0,15 %, seguido de secagem, houve avanço no processo de germinação e no estabelecimento de plântulas. Keiser e Müllen (1993) e Burton et al. (2000) também verificaram que baixos conteúdos de Ca nas sementes estão associados com menor germinação, fato este que irá refletir em menor emergência de plântulas.

Tabela 02. Médias, teste de Tukey e DMS referentes ao estande inicial (E.I.), estande final (E.F.), número de nódulos (N.N.) e massa seca dos nódulos (M.S.N.) em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05.

		E.I. (plantas.ha ⁻¹)	E.F. (plantas.ha ⁻¹)	N.N. (nº.planta ⁻¹)	M.S.N. (g.planta ⁻¹)
Variedades	BRS 133	370.000a**	282.188a	44,0b	0,19a
	Vencedora	283.438b	217.813b	83,0a	0,17a
	Conquista	259.688b	212.500b	35,0b	0,08b
	Monsoy 6101	216.250c	177.813c	15,0c	0,06b
DMS		38.627	31.787	1,20 ⁽¹⁾	0,03 ⁽¹⁾
Doses de Ca	0 ppm	268.281b	217.500	43,0	0,12
	100 ppm	296.406a	227.656	45,0	0,13
	DMS	22.434	13.927	0,64 ⁽¹⁾	0,02 ⁽¹⁾
Doses de Mo	0 g/ha	285.313	218.125	45,0	0,13
	75 g/ha	280.313	219.375	46,0	0,14
	150 g/ha	285.000	236.250	42,0	0,12
	225 g/ha	278.750	216.563	43,0	0,11

** médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey

⁽¹⁾ Dados transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$

As doses de molibdênio não apresentaram efeitos significativos sobre a população inicial de plantas, população final de plantas, número de nódulos e massa seca dos mesmos, com as doses não se ajustando a nenhuma das regressões testadas. Esses dados concordam com os obtidos por Campo e Lantmann (1998) que relataram que não houve efeito da adição de Mo na nodulação (massa e número) em Latossolo Bruno distrófico em primeiro ano de cultivo da soja. Marcondes e Caíres

(2005) também relataram que a aplicação de molibdênio não influenciou significativamente o número e massa dos nódulos da soja cultivada em Latossolo Vermelho textura argilosa, com pH 5,2. Campo e Hungria (2002) também relataram que aplicações de Co e Mo em soja não tem mostrado efeitos positivos sobre a nodulação de soja.

Na população final de plantas houve diferença para as variedades em nível de 1 % de probabilidade, mostrando a mesma tendência verificada para a população inicial, sendo a variedade BRS 133 a que apresentou maior população final de plantas por hectare (282.188), diferindo das demais estatisticamente. As variedades Vencedora e Conquista com médias de 217.813 e 212.500 plantas por hectare, respectivamente, não diferiram entre si, diferindo porém da variedade Monsoy 6101 que obteve média de 177.831 plantas por hectare. Não houve influência das doses de Mo sobre a população final de plantas, semelhantemente aos trabalhos desenvolvidos por Meschede et al. (2004) ao avaliarem características agrônômicas da soja, mediante adubação foliar e aplicação de molibdênio e cobalto via sementes.

No que se refere ao número de nódulos por planta, verificou-se diferença significativa somente para o fator variedade, sendo que a Vencedora proporcionou 83 nódulos por planta, sendo superior às variedades BRS 133, Conquista e Monsoy 6101, que obtiveram 44, 35 e 15 nódulos por planta respectivamente, sendo as duas primeiras semelhantes estatisticamente entre si e a última inferior às demais.

Para massa seca de nódulos, as variedades BRS 133 e Vencedora apresentaram massa seca de nódulos 190 e 170 mg por planta respectivamente, diferindo das demais, mas não entre si. Já as variedades Conquista e Monsoy apresentaram médias inferiores e obtiveram 80 mg por planta e 60 mg por planta, respectivamente, sendo semelhantes entre si estatisticamente. Esses dados foram superiores aos obtidos por Campo e Hungria (2002) para a variedade Conquista que variaram de 3 a 11 mg por planta de acordo com as aplicações complementares de Mo nas sementes de soja e para a variedade BR 16 em estudo sobre a aplicação de Co e Mo sobre sementes de soja normais ($0,73 \mu\text{g.g}^{-1}$) ou enriquecidas ($13,3 \mu\text{g.g}^{-1}$)

com Mo e da inoculação da soja, que variaram de 0,33 a 0,50 gramas por 10 plantas, sendo que os autores encontraram decréscimo na massa de nódulos quando se utilizou Mo em sementes normais em relação às sementes enriquecidas. Não houve efeito da adição de cálcio sobre o número de nódulos e massa seca dos nódulos, resultados esses que concordam com os trabalhos de Lynd e Ansmann (1989) e de Purcino e Lynd (1986) citados por Brauer et al. (2002) onde avaliaram os efeitos das mudanças de pH e Ca na nodulação de diversas espécies leguminosas e concluíram que não houve incremento significativo na nodulação com as adições de Ca para um solo com pH inicial de 6,1. Assim, Brauer et al. (2002) testando os efeitos de calcário e cálcio no desenvolvimento de raízes e nodulação de trevos, concluíram que as mudanças na nodulação estavam mais relacionadas com as mudanças ocorridas no pH do que no conteúdo de cálcio do solo.

Na Tabela 03 são apresentados os resultados obtidos na análise de variância para a massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular. As médias, testes de Tukey e diferenças mínimas significativas são apresentadas na Tabela 04.

Na Tabela 04, observa-se que a variedade BRS 133 apresentou 8.492 kg.ha^{-1} , valor esse significativamente superior às massas secas observadas para as variedades Conquista e Monsoy 6101, com 6.514 kg.ha^{-1} e 5.509 kg.ha^{-1} , respectivamente, sendo que estas variedades não diferiram entre si. A variedade Vencedora apresentou massa seca da parte aérea de 7.628 kg.ha^{-1} e não diferiu estatisticamente das variedades BRS 133 e Monsoy 6101. Esses resultados discordam dos obtidos por Marcondes e Caires (2005) que não verificaram resposta significativa da produção de massa seca da parte aérea das plantas de soja às doses de molibdênio aplicadas (0 e 48 g.ha^{-1}). Não houve efeito significativo da adição de cálcio nas sementes sobre a produção de massa seca da parte aérea das plantas no presente trabalho, apesar de Burton et al. (2000) terem relatado que a massa seca total das folhas de plantas de soja no estágio R5 em soluções nutritivas com 2,0 mM; 0,2 mM e 0,1 mM de Ca, decresceram significativamente com os níveis do nutriente. Quanto à massa seca do sistema radicular, a variedade BRS 133 foi a que

proporcionou maiores valores, sendo significativamente superior às demais. A variedade Vencedora produziu massa seca do sistema radicular de 889 kg.ha⁻¹ diferindo das variedades Conquista (696 kg.ha⁻¹) e Monsoy 6101 (685 kg.ha⁻¹), que não diferiram entre si.

Tabela 03. Análise de variância referente à massa seca da parte aérea (M.S.) e massa seca do sistema radicular (M.S.R.).

Causas de Variação	-----Quadrado Médio-----	
	M.S.	M.S.R.
Variedades (A)	54140604,24**	1254626,86**
Doses de Ca (B)	399271,38	2370,16
Doses de Mo (C)	11721311,78	52589,39
Blocos	2441595,69	179790,58
A x B	4907225,69	52589,39
A x C	1964968,66	92535,00
B x C	3679741,32	70353,05
A x B x C	6024190,10	25612,02
Resíduo	5048867,49	65468,16
Média Geral	7.035,6	843,7
C.V. (%)	31,93	30,32

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A análise de regressão polinomial realizada para as doses de molibdênio e produção de massa seca da parte aérea foi significativa em nível de 1 % de probabilidade, sendo que a variável avaliada apresentou ajuste à regressão quadrática, demonstrando efeito das doses de molibdênio sobre a produção de massa seca da parte aérea das variedades de soja utilizadas, conforme pode ser observada na Figura 01. O ponto de máxima produção de massa seca foi encontrado com a estimativa da aplicação de 124,3 g.ha⁻¹.

Tabela 04. Médias, Teste de Tukey e DMS referentes à massa seca da parte aérea (M.S.) e massa seca do sistema radicular (M.S.R.) em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05.

		M.S. (kg.ha ⁻¹)	M.S.R. (kg.ha ⁻¹)
Variedades	BRS 133	8492,0a**	1105,0a
	Vencedora	7628,0ab	889,0b
	Conquista	6514,0bc	696,0c
	Monsoy 6101	5508,0c	685,0c
DMS		1794,40	167,29
Doses de Ca	0 ppm	7092,0	848,0
	100 ppm	6980,0	839,0
DMS		787,91	89,72
Doses de Mo	0 g/ha	6281,0	783,0
	75 g/ha	7556,0	868,0
	150 g/ha	7493,0	863,0
	225 g/ha	6814,0	861,0

** médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey

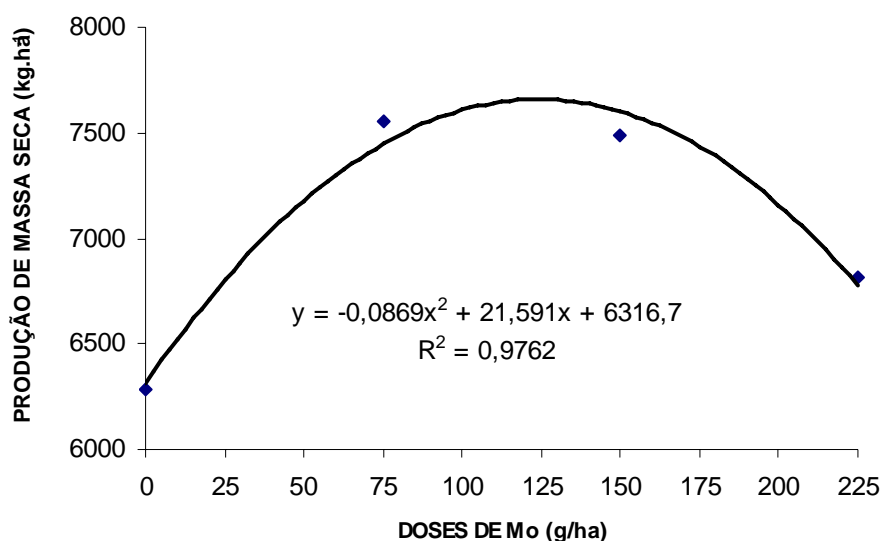


Figura 01. Produção de massa seca da parte aérea de soja em função de doses de molibdênio em Selvíria - MS, 2004/05.

A análise de variância referente à altura de plantas, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de sementes por vagem, massa de cem sementes e produtividade são apresentados na Tabela 05. As médias, testes de Tukey e diferenças mínimas significativas são apresentadas na Tabela 06, 07, 08 e 09.

Tabela 05. Análise de variância referente à altura de plantas (A.P.), número de vagens por planta (N.V.P.), número de sementes por planta (N.S.P.), número de sementes por vagem (N.S.V.), massa de cem sementes (M.C.S.) e produtividade de sementes (P.S.).

Causas de Variação	-----Quadrado Médio-----					
	A.P.	N.V.P.	N.S.P.	N.S.V.	M.C.S.	P.S.
Variedades (A)	6664,49**	5398,78**	26520,27**	1,09**	216,13**	4208156,97**
Doses de Ca (B)	79,90	1012,50	18,75	0,32	0,22	138601,12
Doses de Mo (C)	81,47	694,84	235,96	0,20	0,27	759307,14
Blocos	72,33	128,46	435,57*	0,03	2,08*	618760,39
A x B	86,53	19,91	2006,34	0,41*	0,58	29431,39
A x C	28,74	309,89	818,61	0,17	0,43	482127,43
B x C	17,61	122,91	2527,40	0,45*	0,54	10974,22
A x B x C	33,87	399,91	2341,37*	0,16	0,27	410936,25
Resíduo	50,78	342,55	1144,68	0,10	0,75	351526,95
Média Geral	103,59	63,85	114,9	1,81	16,06	3014,93
C.V. (%)	6,87	28,98	29,42	17,64	5,41	19,66

** e * significativo ao nível de 1% e 5 % de probabilidade, respectivamente.

A altura de plantas das variedades mostrou ser essa uma característica própria de cada variedade utilizada no experimento (Tabela 06), com todas as variedades diferindo estatisticamente entre si. As variedades Monsoy 6101, Vencedora, Conquista e BRS 133 apresentaram alturas médias de plantas de 121,2; 107,3; 99,1 e 86,8 cm, respectivamente. Não foi verificado efeito significativo das doses de Mo nas características agronômicas avaliadas, dados que concordam com os observados por Meschede et al. (2004) que não observaram diferenças significativas nos resultados obtidos para a altura de plantas, quando foi realizada a aplicação de Mo e Co via tratamento de sementes e também do produto via foliar. Marcondes e Caíres (2005) também não encontraram influência significativa das doses de molibdênio utilizadas (0 e 48 g.ha⁻¹) sobre a altura das plantas de soja, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de cem grãos. Para a variável número de vagens por planta, a variedade Vencedora apresentou o maior valor médio (75), sendo este superior à variedade Monsoy 6101 (62) e BRS 133 (46) e semelhante à Conquista (73). A variedade Conquista diferiu estatisticamente da BRS 133, porém não diferiu da variedade Monsoy 6101.

Tabela 06. Médias, Teste de Tukey e DMS referentes à altura de plantas (A.P.), número de vagens por planta (N.V.P.), massa de cem sementes (M.C.S.), e produtividade de sementes (P.S.) em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05

		A.P. (cm)	N.V.P. (unidade)	M.C.S. (g)	P.S. (kg.ha ⁻¹)
Variedades	BRS 133	86,82d**	46,0c	17,13b	2706,0b
	Vencedora	107,30b	75,0a	12,36d	3536,3a
	Conquista	99,05c	73,0ab	16,41c	2860,1b
	Monsoy 6101	121,17a	62,0b	18,36a	2957,2b
DMS		5,69	12,0	0,69	473,48
Doses de Ca	0 ppm	102,83	67,0	16,11	2.982,0
	100 ppm	104,34	61,0	16,02	3.047,8
DMS		2,49	6,49	0,30	207,90
Doses de Mo	0 g/ha	104,69	61,0	16,09	2.862,5
	75 g/ha	103,63	63,0	16,18	2.913,5
	150 g/ha	101,32	68,0	16,02	3.089,8
	225 g/ha	104,71	64,0	15,97	3.193,9

** médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 1% de probabilidade.

A análise de variância revelou a ocorrência de interação entre os fatores: variedades x doses de cálcio x doses de molibdênio para a variável número de sementes por planta. O desdobramento dessa interação está apresentado na Tabela 07. Quando não foi utilizada adubação com molibdênio e na ausência de cálcio, a variedade Vencedora apresentou o maior número de sementes (157 sementes por planta), não diferindo da variedade Conquista que produziu em média 140 sementes por planta, que foi semelhante às demais. As Variedades Monsoy 6101 e BRS 133 produziram respectivamente, 91 e 86 sementes por planta e foram estatisticamente semelhantes. Na ausência de adubação com molibdênio e presença de cálcio, as variedades apresentaram a mesma tendência de comportamento da testemunha. A variedade Vencedora produziu o maior número de sementes por planta (162), diferindo estatisticamente das variedades Monsoy 6101 e BRS 133, que produziram respectivamente 70 e 71 sementes por planta e foram semelhantes entre si. A variedade Conquista produziu em torno de 127 sementes e foi semelhante às demais estatisticamente. Quando foi utilizada a dose de 75 g.ha⁻¹ de molibdênio e adicionado cálcio, a variedade Vencedora produziu 149 sementes por planta, sendo superior estatisticamente à variedade BRS 133 que produziu 73 sementes por planta. As variedades Conquista e Monsoy 6101 produziram respectivamente 110 e 102 sementes por planta e foram semelhantes entre si e às demais variedades.

Tabela 07. Desdobramento da interação significativa entre variedades x doses de cálcio x doses de molibdênio, para o número de sementes por planta de soja em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05

Número de sementes por planta					
Tratamentos		Variedades			
Doses de Mo		BRS 133	Vencedora	Conquista	Monsoy 6101
0 g.ha ⁻¹	sem cálcio	86,3B*	157,3A	140,3AB	91,4B
	com cálcio	70,9B	161,8A	127,0AB	70,0B
75 g.ha ⁻¹	sem cálcio	99,70	161,6	139,0	108,2
	com cálcio	72,7B	148,8A	109,9AB	102,0AB
150 g.ha ⁻¹	sem cálcio	88,7	131,6	72,1 b	115,4
	com cálcio	74,8B	159,3A	156,8Aa	98,7AB
225 g.ha ⁻¹	sem cálcio	90,9B	170,5Aa	99,5B	92,8B
	com cálcio	92,40	115,9 b	144,60	127,0
DMS		47,38 ⁽¹⁾		62,47 ⁽²⁾	

* médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ DMS coluna ⁽²⁾ DMS linha

Quando foi aplicada a dose de 150 g.ha⁻¹ de molibdênio na presença de cálcio, as variedades Vencedora e Conquista se mostraram superiores à variedade BRS 133, produzindo respectivamente 160 e 157 sementes por planta. A variedade Monsoy 6101 produziu 99 sementes por planta e foi semelhante às demais estatisticamente. A aplicação de 225 g.ha⁻¹ de molibdênio na ausência de adubação com cálcio proporcionou a produção de 171 sementes por planta para a variedade Vencedora, que diferiu das demais estatisticamente. As variedades Conquista, BRS 133 e Monsoy 6101 produziram respectivamente 99, 91 e 93 sementes por planta respectivamente e não diferiram entre si pelo teste de Tukey. Com relação à variedade Conquista, com a aplicação de 150 g.ha⁻¹ de molibdênio na ausência de cálcio houve produção de 72 sementes por planta, significativamente inferior ao número de sementes produzidos na presença de cálcio (157), representando um incremento de 46 % em relação ao número de sementes produzidos na ausência do nutriente.

Houve interação significativa entre os fatores cálcio e variedades (Tabela 08), sendo que na ausência de cálcio a variedade Vencedora apresentou 2,09 sementes por vagem, sendo semelhante à variedade BRS 133 que apresentou 1,84 sementes

por vagem e superior às variedades Conquista (1,53 sementes por vagem) e Monsoy 6101 (1,60 sementes por vagem). A variedade BRS 133 não diferiu da variedade Monsoy 6101, sendo porém superior à Conquista. As variedades Conquista e Monsoy 6101 não diferiram entre si estatisticamente. Na presença de cálcio as variedades Vencedora e Conquista apresentaram médias de 2,04 e 1,96 sementes por vagem respectivamente, sendo semelhantes entre si e superiores à variedade Monsoy 6101. A variedade BRS 133 apresentou 1,80 sementes por vagem em média e não diferiu das demais estatisticamente. A variedade Conquista apresentou resposta ao fator cálcio, sendo que houve incremento significativo quando houve adição de cálcio às sementes, sendo a média de sementes por vagem na ausência de cálcio 1,53 sementes por vagem e na presença do nutriente de 1,96 sementes por vagem.

Tabela 08. Desdobramento da interação significativa entre variedades x doses de cálcio, para o número de sementes por vagem (N.S.V.) de soja em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05

Tratamentos	N.S.V.	
	Cálcio	
	Ausente	Presente
Vencedora	2,09a*	2,04a
BRS 133	1,84ab	1,80ab
Conquista	1,53cB	1,96aA
Monsoy 6101	1,60bc	1,64b
DMS 0,29 ⁽¹⁾	0,22 ⁽²⁾	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ DMS coluna ⁽²⁾ DMS linha

Houve interação entre o fator cálcio x doses de molibdênio (Tabela 9), sendo que quando foi utilizada a dose de 150 g.ha⁻¹ de molibdênio, a presença de cálcio proporcionou incremento significativo no número médio de sementes por vagem, passando de 1,5 sementes por vagem na ausência de cálcio para 1,9 sementes por vagem quando houve adição deste nutriente.

Tabela 09. Desdobramento da interação significativa entre cálcio x doses de molibdênio, para o número de sementes por vagem (N.S.V.) de soja em função de variedades, doses de Mo e presença ou ausência de Ca, Selvíria – MS, 2004/05.

N.S.V.				
Tratamentos	Doses de Mo (g.ha ⁻¹)			
Cálcio	0	75	150	225
Ausente	1,88	1,90	1,50b*	1,78
Presente	1,76	1,85	1,90a	1,95
DMS	0,22			

*médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

A massa de cem sementes de todas as variedades diferiram estatisticamente entre si. As variedades Monsoy 6101, BRS 133, Conquista e Vencedora apresentaram massa de cem sementes de respectivamente 18,36; 17,13; 16,41 e 12,36 gramas. Não houve efeito significativo das doses de Mo sobre a massa de cem sementes, apesar de Campo e Hungria (2002) relatarem que aumentos nos rendimentos de grãos e N total nos grãos estavam diretamente correlacionados à massa de cem sementes, mostrando que em tratamentos onde havia maior disponibilidade de Co e Mo para a fixação biológica do nitrogênio os grãos foram mais pesados. A produtividade de sementes da variedade Vencedora se mostrou significativamente superior às demais, obtendo produtividade de 3.536 kg.ha⁻¹. As variedades Monsoy 6101, Conquista e BRS 133, produziram 2.957, 2.860 e 2.706 kg.ha⁻¹, respectivamente e foram estatisticamente semelhantes. Esses resultados concordam plenamente com as observações verificadas quanto ao número de vagens por planta e número de sementes por planta, resultando em maior produtividade de sementes, para a variedade Vencedora. A produtividade de sementes apresentou ajuste à regressão linear crescente, conforme pode ser observado na Figura 02, demonstrando efeito das doses de molibdênio sobre a mesma, onde com o aumento das doses de molibdênio no tratamento de sementes proporcionou um aumento progressivo na produtividade de sementes. Os resultados evidenciam que as doses utilizadas no presente experimento não foram suficientes para atingir a produtividade.

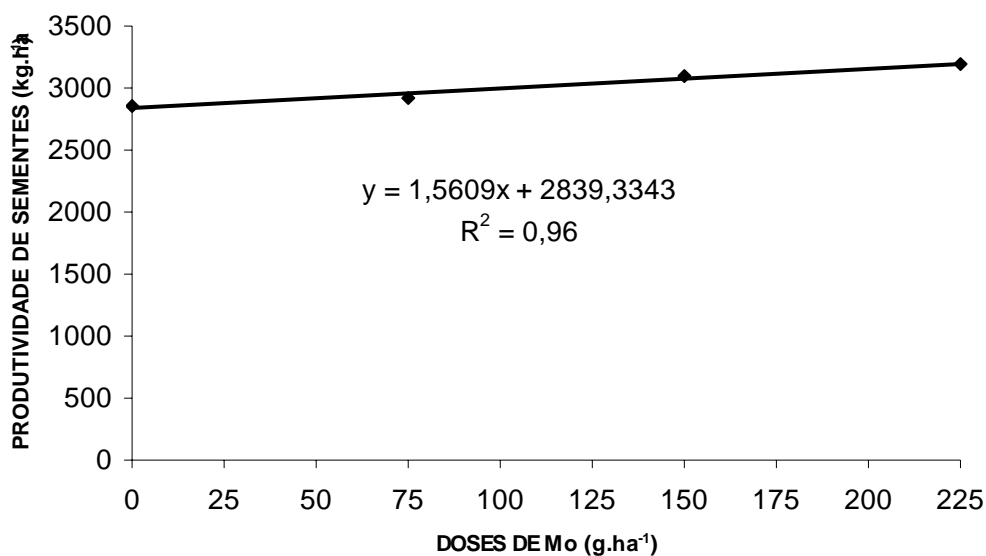


Figura 02. Produtividade de sementes de soja em função de doses de Molibdênio em Selvíria – MS, 2004/05.

máxima das variedades utilizadas em relação ao molibdênio aplicado via semente, sendo que quanto maior a dose utilizada maior foi a produção obtida. Com a aplicação da dose de 225 g.ha⁻¹ de molibdênio houve aumento de 331 kg.ha⁻¹ em produtividade de sementes, o que representou um incremento de 11,55 % em relação à testemunha. Esse aumento na produtividade pode ser explicado em função dos papéis do Mo na planta, conforme Martens e Westermann (1991), o molibdênio exerce importante papel nas reações de transferência de elétrons, participa como cofator das enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfato e na formação da proteína Mo-Fe-S. Assim, Campo e Hungria (2002) esclarecem que a nitrogenase é a enzima responsável no processo de Fixação Biológica do Nitrogênio, por quebrar a tríplice ligação do N₂, transformando-o em 2 moléculas de NH₃ e a redutase do nitrato é uma enzima importante para o processo de metabolização e absorção do N pela soja, evitando o acúmulo de nitrato e aumentando o rendimento da soja. Nesse sentido, Sfredo et al. (1997) observaram que a aplicação de Mo via semente aumentou os teores de N e Mo nos grãos, bem como a produção de grãos em até 480 kg.ha⁻¹ e de proteína em até 300 kg.ha⁻¹, indicando participação efetiva

desse micronutriente no metabolismo do N. Campo e Hungria (2002) também observaram que sementes de soja enriquecidas com Mo ($13,3 \mu\text{g.g}^{-1}$) proporcionaram 34,4 % de aumento no rendimento em relação às sementes normais ($0,73 \mu\text{g.g}^{-1}$). Dados similares ao do presente experimento foram obtidos por Meschede et al. (2004), onde o tratamento com molibdênio e cobalto via sementes promoveu aumento significativo na produtividade da soja, o tratamento nas sementes aumentou 7 % a produtividade de grãos. Campo e Lantmann (1998), em condições de solo ácido (Latossolo Roxo álico), verificaram que o Mo aumentou a fixação biológica do nitrogênio e a produtividade da soja apenas quando não houve adição de calcário e em Latossolo Roxo eutrófico e Latossolo Vermelho Escuro álico cultivados por mais de 8 anos com soja, a adição de Mo aumentou a fixação biológica do nitrogênio e a produção de soja. Os resultados obtidos discordam dos obtidos por Marcondes e Caíres (2005) onde os autores não observaram aumento no rendimento de grãos com a aplicação de molibdênio. A presença de cálcio não afetou significativamente a produtividade de sementes da soja.

5. CONCLUSÕES

Houve incremento na população inicial de plantas quando houve adição de cálcio;

A produção de massa seca da parte aérea das plantas de soja foi influenciada pelos níveis de adubação com molibdênio, sendo a dose mais adequada para obtenção da máxima produtividade de $124,3 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$.

A produtividade de sementes de soja respondeu de maneira linear crescente às doses de Mo utilizadas via semente.

Não foi observado efeito das doses de Ca e Mo sobre a nodulação das plantas.

Com base nos resultados do presente trabalho, recomenda-se o cultivo da variedade Vencedora com 225 g ha^{-1} de Mo via semente e sem utilização de Ca.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, F.; MOORE, B.L. Chemical factors affecting root growth in subsoil horizons of coastal plain soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.47, p.99-102, 1983.

BEVILAQUA, G.A.P.; SILVA FILHO, P.M.; POSSENTI, J.C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.32-34, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretária de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992, 365p.

BRAUER, D.; RITCHEY, D.; BELESKY, D. Effects of lime and calcium on root development and nodulation clovers. **Crop Science**, Madison, v.42, p.1640-1646, 2002.

BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1979. 647p.

BURTON, M.G.; LAUER, M.J.; McDONALD, M.B. **Crop Science**, Madison, v.40, p.476-482, 2000.

CAMPO, R.J.; ALBINO, U.B.; HUNGRIA, M. Métodos de aplicação de micronutrientes na nodulação e na fixação de N₂ em soja. **Pesquisa em andamento**. EMBRAPA-CNPSO, n.19, p.01-07, 1999.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Importância dos micronutrientes na fixação biológica do N₂. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.98, p.06-09, 2002.

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

CAIRES, E.F.; ROSOLEM, C.A. Root growth of peanut cultivars and soil acidity. In: WRIGHT, R.J.; BALIGAR, V.C.; MURRMANN, R.P. (Eds.). **Plant-soil interactions at low pH**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p.239-243.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Sexto levantamento, safra 2005/2006, maio 2006**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 22p, 2006. (versão on-line). Disponível na Internet: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 14 de maio de 2006.

DEMATTÊ, J.L.I. Characteristics of Brazilian soils related to root growth. In: RUSSEL et al. (ed.). **The soil root system in relation to Brazilian agriculture**. Londrina: IAPAR, 1981. p.21-41.

DEMATTÊ, J. L. I. **Levantamento detalhado de solos do Campus Experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba: Departamento de Solos, geologia e fertilizantes, ESALQ/USP, 1980, 48p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA PRODUÇÃO DE INFORMAÇÕES; Rio de Janeiro, EMBRAPA SOLOS, 1999. 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA. **Tecnologia de produção de soja - região central do Brasil – 2004**. Londrina:

EMBRAPA SOJA: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE: EMBRAPA CERRADOS: EPAMIG: Fundação Triângulo, 2003 . 237p.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; CLARK, R.B. Micronutrientes in crop production. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.77, p.185-268, 2002.

FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. VAN.; ABREU, C.A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. 600p.

KEISER, JR.; MÜLLEN, R.E. Calcium and relative-humidity effects on soybean seed nutrition and seed quality. **Crop Science**, Madison, v.33, n.6, p.1345-1349, 1993.

LANTMANN, A.F.; SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; OLIVEIRA, M.C.N. Resposta da soja a molibdênio em diferentes níveis de pH do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.45-49, 1989.

LAZARINI, E. **Efeitos de doses e fontes de cálcio e enxofre na cultura do feijoeiro**. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, 1990. 54p. (Dissertação de mestrado).

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: Micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos**. São Paulo: Produquímica, 1994. 153p.

MALAVOLTA, E. Nutrição de plantas. In: Ferri, M.G. (org.) **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1985. v.1, 400p.

MARCONDES, J.A.P.; CAIRES, E.F. Aplicação de molibdênio e cobalto na semente para cultivo da soja. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.687-694, 2005.

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. (Eds.). **Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies:**

micronutrients in agriculture. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p.549-592

MASCARENHAS, H.A.A. Cálcio no solo e na planta. In: MASCARENHAS, H.A.A. **Cálcio, enxofre e ferro no solo e na planta**. Campinas: Fundação Cargill, 1977, p. 01-24. 95p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

MESCHEDE, D. K.; BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M. C. L.; SCAPIM, C. A.; SCHUAB, S. R. P. Rendimento, teor de proteína 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**, Maringá, v.26, n.2, p.139-145, 2004.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: POTAFÓS, 1987.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo/Piracicaba: Ceres/Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.

RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).

RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E.; COSTA, U.F. Calcium deficiency in clayey B horizons of savannah Oxisols. **Soil Science**, Baltimore, v.133, p.378-82, 1982.

RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E.; SOUSA, D.M.G. Relação entre o teor de cálcio no solo e desenvolvimento de raízes avaliado por um método biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.269-275, 1983.

RITCHEY, K.D.; SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; CORREIA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian savannah Oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, p.40-44, 1980.

RITCHEY, K.D.; SOUSA, D.M.G; SILVA, J.E. Calcium and root penetration in highly weathered soils. In: GOUELEY, L.M.; SALINAS, J.G. **Sorghum for acid soils**. Cali: CIAT 1987. p.117-132.

ROSOLEM, C.; BICUDO, S.J.; MARUBAYASHI, O.M. Soybean yield and root growth as affected by lime rate and quality. In: DATE, R.A. (Ed.). **Plant-soil interactions at low pH**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995. p.543-547.

ROSOLEM, C.A.; VALE, L.S.R.; GRASSI-FILHO, H.; MORAES, M.H. Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.491-497, 1994.

ROSOLEM, C.A.; MARCELLO, C.S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. **Scientia Agricola**, Piracicaba, p.25-37, v.55, n.3, 1998.

SILVA, G.P.; MENEZES, C.C.E.; MENEZES, J.F.S.; IVANOFF, P. Adubação nitrogenada no plantio e molibdênio via foliar na cultura da soja [*Glycine Max* (L.) Merrill] In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2, Foz do Iguaçu, 2002. **Resumos...**p.227.

SANDHYA, K. P.; SING, B. G. Effect of pré-sowing seed treatment with calcium containing compounds on emergence in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Seed Reserch**, New Delhi, v.22, v. 02, p.170-171, 1994.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; NEPOMUCENO, A. L.; OLIVEIRA, M.C.N. Eficacia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteína de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.41-45, 1997.

YAMADA, T. Deficiências de micronutrientes, ocorrência, detecção e correção: o sucesso da experiência brasileira. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.105, p.01-12, 2004. (Encarte técnico).

WADLEIGH, C. H. **Growth of plants**. Washington: United States Department of Agriculture, 1957. p.38-64.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. *SANEST* – **Sistema de análise de variância por microcomputadores**. UFPel, Instituto de Física e Matemática, 1986. 104p.