

# NODULAÇÃO E ATIVIDADE DA NITRATO REDUTASE EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO EM SOJA

## *NODULATION AND NITRATE REDUCTASE ACTIVITY AFFECTED BY MOLYBDENUM APPLICATION IN SOYBEAN*

**Mariana Zampar TOLEDO<sup>1</sup>; Rodrigo Arroyo GARCIA<sup>2</sup>; Maria Renata Rocha PEREIRA<sup>1</sup>; Carmen Silvia Fernandes BOARO<sup>3</sup>; Giuseppina Pace Pereira LIMA<sup>4</sup>**

1. Doutoranda em Agronomia/Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP, Brasil. [mztoledo@fca.unesp.br](mailto:mztoledo@fca.unesp.br); 2. Professor, Doutor, Centro de Ciências Agrárias, Faculdade de Agronomia, UNOESTE, Presidente Prudente, SP, Brasil; 3. Professora Adjunta, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências de Botucatu - IBB - UNESP, Botucatu, SP, Brasil; 4. Professora Livre docente, Departamento de Botânica, IBB - UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

**RESUMO:** Entre os nutrientes essenciais para o processo de fixação biológica do nitrogênio pela soja, o molibdênio destaca-se por ser cofator da enzima nitrato redutase, afetando a sua atividade e, consequentemente, o processo de nodulação. O trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de molibdênio na nodulação de soja e na atividade da enzima nitrato redutase. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, semeando-se a soja em vasos de 12 L e conduzindo-se duas plantas por vaso. Os tratamentos constaram de duas vias de aplicação (via semente e via foliar) e duas doses de molibdênio (12 e 24 g ha<sup>-1</sup> via semente e 30 e 60 g ha<sup>-1</sup> via foliar) na forma de molibdato de amônio, mais a testemunha. Avaliou-se o número e massa seca de nódulos, teor de nitrogênio nas folhas e atividade da enzima nitrato redutase, em dois horários de coleta das folhas de soja (às 10 e 22 horas). Concluiu-se que a nodulação em soja é afetada pela dose e via de aplicação de molibdênio, sendo que maior número e massa de nódulos são obtidos com a aplicação do micronutriente via semente. A atividade da enzima nitrato redutase é afetada pela adubação com molibdênio e é maior quando o micronutriente é aplicado via foliar em dose superior à recomendada.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max*. Enzima. Nitrogênio. Fixação biológica. Luz.

## INTRODUÇÃO

A assimilação do nitrogênio, como relatado por Lam et al. (1996), é um processo vital que controla o crescimento e o desenvolvimento das plantas e tem efeitos marcantes na fitomassa e na produtividade final das culturas.

De acordo com Mengel e Kirkby (2001), a soja (*Glycine max* (L.) Merrill), quando em simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, é capaz de ter a sua exigência de nitrogênio totalmente satisfeita por meio do processo de fixação biológica. Complementarmente, Crawford et al. (2000) observaram que durante a assimilação do N em compostos orgânicos, o nitrato é, primeiramente, reduzido à forma amoniacal por meio de um processo que envolve a participação de duas enzimas, dentre elas a nitrato redutase. Esta enzima é essencial na redução do nitrato a nitrito, que posteriormente transforma-se no radical amino, compondo substâncias aminadas na planta como os aminoácidos e proteínas, conforme disposto em Araújo et al. (1999). A essencialidade de alguns micronutrientes é extremamente importante para o processo de fixação biológica do N. Martens e Westermann (1991) relatam que, dentre estes, o molibdênio tem papel fundamental na participação da enzima nitrato redutase como cofator,

possibilitando a incorporação do nitrogênio pelas plantas.

A forma de disponibilizar molibdênio às plantas pode ser realizada tanto via sementes ou por meio de pulverizações foliares. Amara e Nasr (1995) afirmaram ter obtido melhores resultados quando o Mo foi aplicado via pulverização foliar. A adubação foliar com molibdato de amônio ou sódio pode ser uma alternativa viável, pois em experimento de campo Vieira et al. (1992) verificaram que a aplicação foliar de 20 g ha<sup>-1</sup> de molibdênio, em feijoeiro, pode substituir ou completar a adubação nitrogenada. Em face da facilidade, do baixo custo e da eficiência de aplicação, outra alternativa de aplicação do Mo é via semente, por ocasião do plantio, imediatamente antes do inoculante, como observado por Campo e Lantmann (1998). Gris et al. (2005) verificaram que a aplicação de molibdênio em sementes de soja e via foliar tiveram a mesma eficiência. Porém, a atividade da enzima nitrato redutase em função da via de aplicação do molibdênio não é especificada na literatura.

O molibdênio também influencia a nodulação em soja, como verificado por Albino e Campo (2001). Os autores observaram que a aplicação de Mo em soja via sementes, em virtude de seu contato com o inoculante, reduz o número de

células de *Bradyrhizobium*, a nodulação e a fixação biológica do nitrogênio. Segundo Tong e Sadowsky (1994), doses altas de Mo afetam o *Bradyrhizobium*, podendo diminuir o número de células viáveis na superfície da semente e, assim, prejudicar a nodulação e a fixação biológica do nitrogênio.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de molibdênio na nodulação e na atividade da enzima nitrato redutase.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação no Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo. Utilizou-se uma porção de solo coletada de 0 a 20 cm de profundidade de um Latossolo Vermelho Distroférico (Embrapa, 1999) de textura média (590 g kg<sup>-1</sup> de areia, 340 g kg<sup>-1</sup> de argila e 70 g kg<sup>-1</sup> de silte). A terra foi secada ao ar e passada em peneira com malha de 2 mm, e em seguida amostras foram coletadas para análise química de acordo com Raij e Quaggio (1983), cujos resultados foram: M.O.: 15,0 g dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>): 4,4; P<sub>resina</sub>: 2,0 mg dm<sup>-3</sup>; H + Al: 72 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K, Ca e Mg: 0,6; 8,0 e 2,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; CTC: 82,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB: 10,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V: 12,8%. Aplicou-se calcário dolomítico (CaO: 39%, MgO: 13% e PRNT: 91%) em toda a terra peneirada, para elevar a saturação por bases a 70%, conforme Raij et al. (1996). A terra corrigida foi mantida em sacos de plástico por 30 dias com o teor de água em torno de 210 g kg<sup>-1</sup> (capacidade de campo pré-determinada). Em seguida, o solo foi adubado com 150 mg dm<sup>-3</sup> de P (superfosfato simples) e 120 mg dm<sup>-3</sup> de K (cloreto de potássio). Em vasos de 12 L foram semeadas quatro sementes da cultivar Embrapa 48, sendo que apenas duas plantas foram conduzidas até o final do experimento. Foram realizadas regas diárias para que o solo permanecesse próximo à capacidade de campo.

Os tratamentos constaram de duas vias de aplicação de molibdênio, na forma de molibdato de amônio, e duas doses do micronutriente, sendo aquela recomendada para a cultura e outra constando do dobro da dose, mais a testemunha (sem fornecimento de molibdênio), totalizando cinco tratamentos. A aplicação via semente foi realizada imediatamente antes do plantio e após o tratamento das sementes com fungicida e inoculante, nas doses de 12 e 24 g ha<sup>-1</sup>. Considerando-se a aplicação foliar, aos 33 dias contados a partir da semeadura, utilizaram-se as

doses de 30 e 60 g ha<sup>-1</sup>, aplicadas com auxílio de uma barra de pulverização manual com volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>.

No início do florescimento da cultura realizou-se amostragem de folhas, coletando-se o terceiro trifólio plenamente desenvolvido a partir do ápice das plantas. Essas amostras foram lavadas em água deionizada, colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 60 ± 2 °C durante 72 horas e moídas. Determinou-se a concentração de nitrogênio conforme metodologia de Malavolta et al. (1997). Neste mesmo período, os vasos foram desmontados e as raízes lavadas em água corrente e, depois da remoção do solo nelas aderido, os nódulos foram destacados e contados. Esses nódulos foram colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 60 ± 2 °C, até atingir massa constante, sendo então avaliada sua massa seca de acordo com Marcondes e Caíres (2005).

Para determinação da atividade da nitrato redutase, as amostras de folhas foram coletadas em dois horários, às 10 e 22 horas. Segundo Vincentz et al. (1993), a luminosidade é um fator importante na indução e manutenção da atividade da redutase do nitrato nos tecidos vegetais. Assim, Hipkin et al. (1984) relatam que a atividade da enzima nitrato redutase nas folhas de várias espécies aumenta durante as horas de luz e decresce no escuro. A coleta das amostras foi realizada ao acaso, separando-se folhas do terço médio das plantas, até que atingissem aproximadamente 1 g. Cada amostra foi congelada imediatamente em nitrogênio líquido e mantida em *freezer* até a determinação da atividade da enzima nitrato redutase. Utilizou-se o método descrito por Jaworski (1971), calculando-se a atividade da enzima pela quantidade de nitrito liberada pelos tecidos vegetais na solução de incubação e obtida por meio de uma curva padrão. Inicialmente macerou-se 0,5 g de cada amostra em 5 mL de solução de nitrato de potássio em tampão fosfato de potássio 0,2 M (pH 7,5). Os extratos foram transferidos para tubos de ensaio e levados em banho-maria a 37 °C por 60 minutos, na ausência de luz. A paralisação da reação foi induzida com a adição de 1 mL de sulfanilamida 1% e 1 mL de  $\alpha$ -naftil (n-naftil-etileno-diamino) 0,2%. O conteúdo dos tubos foi, então, centrifugado a 10.000 rpm por 15 minutos à temperatura média de 4 °C. O sobrenadante foi, finalmente, separado para leitura em espectrofotômetro a 540 nm.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, considerando-se o delineamento experimental inteiramente

casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os dados de atividade da enzima nitrato redutase foram avaliados em esquema fatorial 5 x 2 (tratamentos x horário de coleta das folhas).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Tabela 1.** Teor de nitrogênio e nodulação (número e massa seca de nódulos) em função da via de aplicação e dose de molibdênio em soja.

Via de aplicação	Dose	Teor de nitrogênio (%)	Número de nódulos por vaso	Massa seca de nódulos por vaso (mg)
Semente	1	2,21	50,88 a	326,08 b
	2	2,20	55,00 a	507,50 a
Foliar	1	2,44	26,63 b	220,71 bc
	2	2,16	28,50 b	162,20 cd
Testemunha		2,45	17,88 c	78,81 d
C.V. (%)		9,94	10,40	24,39
$F_{calc}$		1,563ns	76,218**	27,435**

Médias seguidas da mesma na não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ );\*\* significativo a 1% de probabilidade; ns: não significativo.

O teor de nitrogênio nas plantas não apresentou diferença estatística entre os valores obtidos em cada tratamento (Tabela 1). Os resultados corroboram os obtidos por Campo e Lantmann (1998) e Marcondes e Caires (2005) que demonstraram que a presença do molibdênio não alterou a concentração de nitrogênio em folhas de soja. Também Albino e Campo (2001) não verificaram diferença estatística entre os teores de nitrogênio em plantas de soja, avaliando-se doses de 20, 40 e 80 g de molibdênio, na forma de molibdato de sódio, aplicado via semente imediatamente após a inoculação. Nesses casos, a testemunha sem o micronutriente, apresentou teores de N similares aos obtidos com as aplicações. Os autores atribuíram os resultados ao cultivo em casa de vegetação, em condições axênicas, onde é possível se manter uma boa nodulação e, por conseqüência, uma boa fixação biológica de nitrogênio, especialmente porque a demanda de N para a cultura no início da floração é bem inferior à demanda no enchimento de grãos. Tanaka et al. (1993), objetivando verificar o efeito da aplicação do molibdênio via semente, na forma de Quimol, juntamente com outras práticas de adubação para a cultura da soja, concluíram que apesar de incrementar a produtividade de grãos, o micronutriente não alterou a concentração de nitrogênio das folhas coletadas na época de florescimento.

Nas avaliações referentes à nodulação de plantas de soja (Tabela 1), observou-se efeito significativo dos tratamentos. Em ambas as determinações referentes à nodulação (número e massa seca de nódulos), observou-se que a aplicação

Na Tabela 1 encontram-se os dados médios de teor de nitrogênio e de nodulação (número e massa seca de nódulos) de plantas de soja, em função da via de aplicação e dose de molibdênio e respectiva análise de variância.

de molibdênio promoveu acréscimo nos valores em ambas as vias de aplicação em comparação à testemunha. Campo e Lantmann (1998), Marcondes e Caires (2005) e Albino e Campo (2001) não verificaram efeito da aplicação de molibdênio na nodulação de soja.

Considerando-se o número de nódulos, valores superiores foram obtidos quando se aplicou o micronutriente via semente, independente da dose. As doses de molibdênio não diferiram estatisticamente entre si, considerando cada via de aplicação. Resultados obtidos por Campo et al. (1999) mostraram que a aplicação foliar isolada de Mo apresentou eficiência similar à aplicação nas sementes, sem reduzir o potencial de fixação biológica. Porém, nas condições deste experimento, constatou-se que a aplicação via semente permitiu obter maior número de nódulos. De acordo com Parducci et al. (1989), a aplicação de molibdênio via semente constitui a forma mais prática, eficaz e econômica para suprir Mo, embora Amara e Nasr (1995) tenham afirmado ter obtido melhores resultados quando o nutriente foi aplicado via pulverização foliar. Fullin et al. (1999), estudando duas vias de aplicação de molibdênio na adubação de feijoeiro irrigado constataram que houve diminuição no número de nódulos em relação à testemunha quando o molibdênio foi aplicado via foliar ou via semente.

Quanto à massa seca de nódulos (Tabela 1), valores superiores foram observados quando se aplicou molibdênio via semente utilizando-se o dobro da dose recomendada, seguido do tratamento via semente na dose recomendada. Albino e Campo

(2001) estudando a aplicação via semente de molibdênio em soja, verificaram que a massa seca dos nódulos foi inferior na menor dose. Contudo, para aplicação do micronutriente via pulverização foliar, maior massa seca foi obtida com a dose de molibdênio recomendada, apesar de não ter diferido estatisticamente da dose correspondente ao dobro desta. Segundo Tong e Sadowsky (1994), doses altas de Mo podem afetar o *Bradyrhizobium*, podendo diminuir o número de células viáveis na superfície da semente e prejudicar a nodulação e a fixação biológica de nitrogênio, comportamento

observado neste experimento quando da pulverização foliar.

Conforme análise de variância dos dados referentes à atividade da enzima nitrato redutase em soja (Tabela 2), não houve significância da interação entre os tratamentos e o horário de coleta ou deste último isoladamente. Apesar de Campbell (1999) ter afirmado que a atividade desta enzima varia em função da presença ou ausência de luz, o mesmo não foi verificado no presente experimento, considerando que não houve efeito significativo dos horários de coleta.

**Tabela 2.** Atividade da enzima nitrato redutase em função da via de aplicação, dose de molibdênio e horário de coleta das folhas de soja.

Via de aplicação	Dose	Horário de coleta		Média
		10h	22h	
Semente	1	1,73	1,76	1,75 ab
	2	1,82	3,17	2,49 ab
Foliar	1	2,43	2,28	2,35 ab
	2	2,78	2,85	2,81 a
Testemunha		1,73	1,40	1,57 b
Média		2,10	2,29	-
C.V. (%)		38,47		
F <sub>calc</sub> horário		0,535ns		
F <sub>calc</sub> tratamento		3,058*		
F <sub>calc</sub> interação		1,243ns		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ); \* significativo a 5% de probabilidade; ns: não significativo

Menor atividade da enzima nitrato redutase foi observada para a testemunha sem aplicação de molibdênio, quando da avaliação dos tratamentos isoladamente, não havendo, porém, diferença estatística para os demais tratamentos, com exceção da aplicação do dobro da dose recomendada de Mo via pulverização foliar. Cazetta e Villela (2004) verificaram, em plantas de braquiária, que a atividade da enzima nitrato redutase duplicou quando se aplicou molibdênio, em relação ao controle, sem o micronutriente. Porém, quando aplicado juntamente com uma fonte de nitrogênio, o acréscimo de molibdênio não resultou em alteração na atividade da enzima. Existem trabalhos nos quais se constatam que a aplicação de molibdênio proporciona maior absorção deste micronutriente pela cultura da soja (VITTI et al., 1984) e, conseqüentemente, maior atividade da enzima

redutase de nitrato (LANTMANN et al., 1989; SFREDO et al., 1997). Assim, infere-se que maiores doses de Mo fornecidas às plantas resultariam em maior atividade da enzima, fato observado no presente experimento quando da aplicação via foliar.

## CONCLUSÕES

A nodulação em soja é afetada pela dose e via de aplicação de molibdênio, sendo que maior número e massa de nódulos são obtidos com a aplicação do micronutriente via semente.

A atividade da enzima nitrato redutase é afetada pela adubação com molibdênio e é maior quando o micronutriente é aplicado via foliar em dose superior à recomendada.

**ABSTRACT:** Among the nutrients that are essential for the biological nitrogen fixation by soybean plants, molybdenum stands out for being a cofactor of the nitrate reductase, affecting enzymatic activity and, consequently, the nodulation process. The research had as objective to evaluate the effects of molybdenum application on soybean nodulation and nitrate reductase activity. The experiment was conducted in greenhouse, sowing soybean in 12 L pots, with two plants per plot. The treatments consisted of two application via (with the seeds and leaf dressing) and two

molybdenum doses (12 and 24 g ha<sup>-1</sup> with the seeds; 30 and 60 g ha<sup>-1</sup> leaf dressing) in ammonium molybdate form, plus the control. The number and dry mass of nodules and nitrogen content in soybean leaves were evaluated. Samples of leaves for the evaluation of nitrate reductase activity were taken at 10 a.m. and 10 p.m. It was concluded that soybean nodulation is affected by Mo dose and application via, resulting in higher number and weight of nodules when it is applied with the seeds. The enzymatic activity of the nitrate reductase is influenced by Mo fertilization and it is higher for leaf dressing with the double of the recommended dose.

**KEYWORDS:** *Glycine max.* Enzyme. Nitrogen. Biological fixation. Light.

---

## 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, 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.
- ARAÚJO, P. R. A.; ARAÚJO, G. A. A.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A. A. Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão cv. Meia Noite. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos Expandidos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 735-736.
- CAMPBELL, W. H. Nitrate reductase structure function and regulation on bridging to gap between biochemistry and physiology. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 277-303, 1999.
- CAMPO, R. J.; ALBINO, U. B.; HUNGRIA, M. **Métodos de aplicação de micronutrientes na nodulação e na fixação biológica do N<sub>2</sub> em soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 7 p.
- CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Importância dos micronutrientes na fixação biológica do N<sub>2</sub>. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 98, p. 6-9, 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.
- CAZETTA, J. O.; VILLELA, L. C. V. Nitrate reductase activity in leaves and stems of tanner grass (*Brachiaria radicans* Napper). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 6, p. 640-648, 2004.
- CRAWFORD, N. M.; KAHN, M. L.; LEUSTEK, T.; LONG, S. R. Nitrogen and sulfur. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Eds.). **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 786-849.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação, 1999. 412 p.
- FULLIN, E. A.; ZANGRANDE, M. B.; LANI, J. A.; MENDONÇA, L. F.; DESSAUNE FILHO, N. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 7, p. 1145-1149, 1999.
- GRIS, E. P.; CASTRO, A. N. C.; OLIVEIRA, F. F. de. Produtividade da soja em resposta à aplicação de molibdênio e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, p. 151-155, 2005.

HIPKIN, C. R.; AL CHARBI, A.; ROBERTSON, K. P. Studies on nitrate reductase in British angiosperm. II-variation in nitrate reductase activity in natural populations. **New Phytologist**, Cambridge, v. 97, p. 641-651, 1984.

JAWORSKI, E. K. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, New York, v. 43, p. 1274-1279, 1971.

LAM, H. M.; COSCHIGANO, K. T.; OLIVEIRA, I. C. The molecular-genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 47, p. 569-593, 1996.

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, n. 1, p. 45-49, 1989.

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

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

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 p.

PARDUCCI, S.; SANTOS, O. S.; CAMARGO, R. P. **Micronutrientes Biocrop**. Campinas: Microquímica, 1989. 101 p.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. 285 p.

RAIJ, B. V. ; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 31 p.

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

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; BULISANI, E. A.; CAMPIDELLI, C.; DIAS, O. S. Resposta da soja ao molibdênio aplicado em solo arenoso de cerrado de baixa fertilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 253-256, 1993.

TONG, Z.; SADOWSKY, M. J. A selective medium for the isolation and quantification of *Bradyrhizobium japonicum* and *Bradyrhizobium elkanii* strains from soils and inoculants. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 60, p. 581-586, 1994.

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

VINCENTZ, M.; MOUREAUX, T.; LEYDECKER, M. T. Regulation of nitrate and nitrite reductase expression in *Nicotiana plumbaginifolia* leaves by nitrogen and carbon metabolites. **The Plant Journal**, Oxford, v. 3, p. 313-324, 1993.

VITTI, G. C.; FORNASIERI FILHO, D.; PEDROSO, P. A. C.; CASTRO, R. S. A. Fertilizante com molibdênio e cobalto na cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, p. 349-352, 1984.