

Molibdênio foliar sobre a nodulação da soja

Clair Aparecida Viecelli¹, Tharles Wagner Vanin¹ e Gláucia Cristina Moreira¹

¹Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia, Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Loteamento FAG - Cascavel/PR.

clairviecelli@yahoo.com.br, tharlesvanin@hotmail.com, glauciacm@fag.edu.br

Resumo: O presente trabalho foi conduzido na região de Cascavel, PR, e teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de molibdênio foliar sobre a nodulação na cultura da soja. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em vasos plásticos, onde foi testado quatro tratamentos, para cada tratamento havia cinco repetições, contendo cinco plantas cada. Após o plantio, foi feito o manejo do experimento por quarenta dias, sem o uso de defensivos agrícolas ou adubação, nesse período foi feito o raleamento dez dias após a data de plantio e quando houve incidência de plantas daninhas, foi feito o manejo manual das mesmas, após os quarenta dias decorrentes, foi feita a coleta das plantas de soja, as mesmas foram lavadas em água corrente para retirar restos de solos existentes nas raízes, após isso, foram encaminhadas para um laboratório onde foi feita a contagem e pesagem dos nódulos de fixação de nitrogênio presente na raiz das plantas. Os dados foram submetidos a ANAVA e o teste de médias por Tukey a 5% de probabilidade, pelo programa do SISVAR. Pelos resultados obtidos nas condições experimentais, pode-se concluir que não houve efeito do molibdênio sobre a nodulação da soja.

Palavras-chave: Nódulos, micronutrientes, fertilizante foliar.

Molybdenum foliar on nodulation of soybean

Abstract: This study was conducted in Cascavel region, PR, and aimed to assess the effect of molybdenum on nodulation in soybean. The experiment was conducted in a greenhouse in plastic pots, where he was tested four treatments, each treatment had five replications of five plants each. After planting, the management has done the experiment for forty days without the use of pesticides or fertilizers during this period thinning was done ten days after the date of planting and where there incidence of weeds was made of manual handling them, after the forty days due, was collected from soybean plants, they were washed in water to remove residual soils found in the roots, after that, were sent to a laboratory which carried out the counting and weighing of the nodules nitrogen fixation in the root of this plant. Data were submitted to ANAVA and Tukey mean test for a 5% probability by SISVAR program. From the results obtained in experimental conditions, we can conclude that there was no effect of molybdenum on nodulation of soybean.

Key words: Nodules, Micronutrients, Foliar fertilizer.

Introdução

Segundo Pacheco (1975), a cultura da soja é tida como uma das mais antigas, sendo que tal planta constitui a maior dádiva que a natureza proporcionou a humanidade e com justa razão, tem sido considerada por certos autores como a oitava maravilha do mundo, grão divino, ouro do solo. No Brasil, seu primeiro cultivo aconteceu no estado do Rio Grande do

sul, por volta de 1914, quando o Eng^o Agr^o E. C. Craig, professor da Escola Superior de Agronomia e Veterinária da Universidade Técnica do Rio Grande do Sul, procurou fomentar sua expansão sem encontrar, contudo, grande receptividade.

De acordo com Embrapa (2003), a soja como cultura comercial chegou no Paraná, em meados dos anos 50. Até então, a cultura era quase uma curiosidade. Sua produção era irrisória e pouca e pequenas lavouras existiam na região, o que destinava a produção totalmente ao uso doméstico. Em meados dos anos 60, que a cultura teve grande salto no estado, passando 8 mil toneladas para 150 mil, hoje o Brasil produz cerca de 67,86 milhões de toneladas ano da soja.

Atualmente, muito se tem escrito sobre adubação com micronutrientes, e procurado definir e conceituar o termo. A cultura da soja apresenta elevada capacidade de suprir suas necessidades nutricionais em nitrogênio (N) por meio da fixação biológica do nitrogênio (FBN), graças ao estabelecimento da associação simbiótica entre essa leguminosa e a bactéria do gênero *Bradyrhizobium*, por intermédio do complexo enzimático da nitrogenase.

O micronutriente molibdênio (Mo) faz parte da molécula da nitrogenase, que catalisa a redução do N^2 atmosférico a NH^3 . A nitrogenase de Mo consiste de uma ferro-proteína (Fe-proteína) e de uma Mo ferro proteína (MoFe-proteína). Segundo Malavolta (1989), os micronutrientes são elementos essenciais exigidos em proporções muito pequenas. Os macronutrientes presentes no solo são o N, P, K, Ca, Mg, S, C, H e O. Os micronutrientes são B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn. A absorção desses nutrientes se dá pelas raízes e é afetada pelo pH, ou acidez do solo. Por exemplo, quando um solo é ácido, com um pH em torno de 5,0 a 5,5, tem-se maior disponibilidade de micronutrientes para as plantas do que quando um solo é corrigido com calcário para pH acima de 6,0, com exceção de Mo e Cl. Por outro lado, nas condições de solo ácido, ocorrem vários prejuízos à produção da maioria das culturas. Conforme Malavolta *et al.* (2002), macronutrientes são elementos exigidos em maior proporção, quilos por hectares.

Segundo Teixeira e Marin (1998), a Fe-proteína funciona como doadora de elétrons para a MoFe-proteína, em um processo dependente de hidrólise de MgATP. Conforme Nunes *et al.* (2003), embora a estrutura da nitrogenase seja conhecida com detalhe, o mecanismo molecular da FBN está longe de ser completamente compreendido. O Mo também faz parte da enzima redutase de nitrato, que catalisa a redução de NO^3 – a NO^2 . As quantidades de Mo requeridas pelas plantas são pequenas e sua aplicação via semente constitui-se uma das formas mais práticas e eficazes de adubação. De acordo com Campo e Lantmann (1998), o Mo não tem ocasionado toxicidade ao *Bradyrhizobium japonicum* quando aplicado nas

sementes antes do inoculante, por ocasião da semeadura da soja. As principais fontes de Mo são o molibdato de sódio e de amônio, o ácido molíbdico e o trióxido de Mo.

Segundo Albino e Campo (2001), para a FBN em soja, essas quatro fontes de Mo têm sido tão úteis quanto os produtos comerciais. As respostas da soja à adubação com Mo, no Brasil, têm sido variáveis. De acordo com Malavolta (1989), diminuindo a acidez do solo até níveis adequados para a vida das plantas, a calagem eleva a produção por uma combinação favorável de varias coisas. Em pesquisas realizadas em diferentes condições de solo e clima não foram observados aumentos no rendimento de grãos ou de matéria seca de soja com a aplicação de Mo.

Entretanto, em outros trabalhos foram obtidos aumentos significativos na produtividade da soja ao Mo aplicado (Vitti *et al.*, 1984; Sfredo *et al.*, 1997; Voss e Pottker, 2001). Lantmann *et al.* (1989), observaram que a resposta da soja à adição de Mo esteve intimamente relacionada com o pH do solo, sendo as maiores respostas obtidas em solos com pH, em CaCl₂, baixo (< 4,3 em LRa e < 4,8 em LEa). Existem trabalhos nos quais relatam que tanto a aplicação de Mo (Vitti *et al.*, 1984), como a calagem, (Mascarenhas *et al.*, 1990) proporcionam maior absorção de Mo pela cultura da soja e, conseqüentemente, maior atividade da enzima redutase de nitrato, resultando em maior teor de proteína nos grãos (Lantmann *et al.*, 1989; Mascarenhas *et al.*, 1990; Sfredo *et al.*, 1997).

Quaggio *et al.* (1998), verificaram que para otimizar o rendimento de soja na carência de Mo, seria necessário elevar a saturação por bases do solo para 70%. Contudo, se esse valor fosse reduzido até próximo de 50%, seria necessária a aplicação de cerca de 50 g ha⁻¹ de Mo, para manter o mesmo rendimento de grãos. Segundo Rosolem e Caires (1998), a calagem tem sido considerada prática eficiente para o suprimento adequado de Mo, por torná-lo mais disponível às plantas, em conseqüência da elevação do pH do solo, que promove liberação de íons-Mo adsorvidos na superfície dos óxidos de ferro e alumínio.

Segundo Ferreira *et al.* (2003), devido a deficiência natural de alguns solos, a exportação pelas sementes perante elevadas produções, e a não realização de adubação molibdica, pela maioria dos agricultores, aos poucos esta se diminuindo a reserva de nutrientes no solo e conseqüentemente tende a afetar a capacidade produtiva. O Mo tem importantes funções no sistema enzimático metabolismo do N, e por esse motivo plantas dependentes de simbiose, quando sujeitas a deficiências desses nutrientes, ficam deficientes de N. O solo independente da sua classificação ou fertilidade, a aplicação de Mo se faz eficiente. De acordo com Raij (1991), o Mo é o único micronutriente cuja a disponibilidade

no solo aumenta com a elevação do pH do solo. As deficiências são mais comuns em solos ácidos de texturas mais leves.

De acordo com Berger *et al.* (1996), doses de Mo via foliar aumentam a produtividade da cultura da soja, sendo que os melhores resultados encontrados foram em aplicações entre os 14 e 28 dias após a emergência da cultura (DAE). Segundo Pessoa *et al.* (2000), o fornecimento adequado equilibrado para a soja, pode contribuir não só para aumentar a produtividade mas também melhorar as qualidades fisiológicas da semente, já que a disponibilidade de nutrientes influencia formação do embrião e na formação dos cotilédones, com efeito sobre o vigor da semente. Em baixo pH a produção encontra-se prejudicada na ausência de Mo, assim como o teor de N na folha (Fepaf, 1987). Conforme Teixeira *et al.* (2005), não se tem uma confirmação em que parte da semente o Mo se encontra, sabe-se apenas que do total absorvido pela planta, cerca de 24% a 65% são deslocados para a semente.

A soja obtém a maior parte do seu N que necessita através de sua associação simbiótica com bactéria *Bradyrhizobium japonicum*. A adubação nitrogenada se faz desnecessária e muitas vezes prejudicial à fixação simbiótica do N. Mesmo em solos com grandes quantidades de restos vegetais, não há efeito da aplicação de N, no sulco de semeadura, na produção de grãos (Embrapa 1996).

A simbiose com a soja ocorre, predominantemente, com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, caracterizadas pelo crescimento lento e reação alcalina em meio de cultura contendo extrato de levedura e manitol - meio YM. Em 1982, porém, foram isoladas de nódulos de soja coletados na China, em locais considerados de origem dessa leguminosa, algumas estirpes de crescimento rápido (tempo de geração de duas a quatro horas) e reação ácida em meio de cultura. Posteriormente, outras estirpes de crescimento rápido foram isoladas na China e no Vietnã. Atualmente, estas estirpes de crescimento rápido são classificadas como *Sinorhizobium*, com duas espécies, *S. fredii* e *S. xinjiangensis*. A FBN representa um dos principais fatores que aumentam a competitividade da soja no mercado internacional (Embrapa 2003).

Todavia, Pupo (1979) destaca que a prática de embeber as sementes inoculadas em solução de sais de micronutrientes é totalmente contra-indicada por matar o inoculante. Inoculante é uma substância que contenha microorganismos com atuação favorável ao desenvolvimento vegetal (SEAB 1997).

Segundo Malavolta *et al.* (1997), a FBN é uma simbiose que consta de uma troca de favores, pois as leguminosas fornecem carboidratos, e estas fixam o N e fornecem para as

plantas aminoácidos e amidas, que são transportados via xilema pela corrente respiratória. Num primeiro momento, a planta excreta flavonóides pelas raízes, as quais atraem as bactérias promovendo a expressão dos genes nodulantes, sendo este reconhecido pela planta, induz a formação de nódulos. Após se multiplicarem próximo as raízes, as bactérias se prendem aos pelos absorventes invadindo a hospedeira, posteriormente as células do córtex interno se divide formando o conjunto do primórdio nodular, onde se multiplicaram intensivamente levando a emergência dos nódulos na superfície das raízes, as quais são especializadas em realizar as trocas metabólicas entre os dois simbiossiontes. A inoculação é feita através de bactérias que formam nódulos nas raízes da soja, onde fixam o N do ar, recebendo em troca elementos necessários para a sua subsistência (Fundação Cargil 1986).

De acordo com Marschner (1993), o Mo tem papel vital na fixação simbiótica do N pelos rizóbios e exerce papel indispensável na assimilação do nitrato absorvido do solo pela soja. O suprimento adequado de Mo pode influir positivamente na eficiência do *Rhizobium* no processo de fixação simbiótica do nitrogênio (Araujo *et al.*, 1987).

Com relação à qualidade fisiológica de sementes em função da aplicação de Mo, há ainda poucos dados na literatura e não conclusivos. O Mo é indispensável para a FBN, para a maioria dos solos aonde já vem sendo cultivada, as recomendações são via tratamento de semente ou via foliar, nos estádios de desenvolvimento v3-v5 (Embrapa 2004).

Dessa forma, O presente teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de molibdênio foliar sobre a nodulação na cultura da soja, em condições de casa de vegetação.

Material e Métodos

O presente trabalho foi instalado em área experimental pertencente à Faculdade Assis Gurgacz, FAG, localizada no município de Cascavel, PR, tendo como coordenadas geográficas 53° 30' 36" de longitude Oeste de Greenwich e 24° 56' 24" de latitude Sul, com altitude de 680 metros. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho, Distroférico típico, de textura argilosa. Segundo Vieira e Vieira (1983), os Latossolos são solos não hidromorficos que apresentam horizonte B latossolico em um perfil normalmente profundo, onde o teor de argila se dilui lentamente em profundidade. A precipitação média anual é de 1.971 mm, a temperatura média anual é de 19,6° C, e a umidade relativa do ar está entre 60% e 70%.

Antes de começar a instalação do experimento, foi preparados os vasos plásticos para que os mesmos pudessem ser usados para o plantio da soja, foram usados vinte vasos plásticos, onde cada um possui a capacidade de 10 litros onde foram preenchidos com até $\frac{3}{4}$ de sua capacidade total com solo e areia na proporção de 2:1, e após o preenchimento o solo

foram molhados para umedecer o solo, não deixando o mesmo encharcar. Os vasos plásticos foram mantidos dentro de uma casa de vegetação.

Os tratamentos realizados na semente foram 0,1; 0,2 e 0,3 L. ha⁻¹ de Mo, e a testemunha sem tratamento, todas as sementes foram tratadas com inseticida a base de Fipronil.

Após o preparo dos materiais que foram usados no experimento, se sucedeu o plantio, a variedade escolhida foi à CD 232, este por ser uma cultivar de ciclo precoce, de alta resistência a pragas, boa sanidade a doenças, possui alta rusticidade e sistema radicular agressivo, aonde o seu ciclo precoce viabiliza a rapidez dos estudos referente a nódulos de fixação de nitrogênio. Recomendações feitas pela instituição produtora da cultivar. Foram plantadas exatamente dez plantas por vaso plástico, havendo quatro tratamentos diferentes, aonde cada tratamento possuía cinco repetições e a cada repetição havia dez plantas, totalizando duzentas plantas.

O manejo do experimento se deu diariamente com irrigação, uma vez ao dia. De acordo com Kiehl (1979), a água gravitacional, a que não seria retida pelo solo, depois deste ser molhado até o encharcamento, drenando para as camadas mais profundas pela ação da gravidade. Após dez dias da data do plantio, foram raleadas as plantas de soja, cortando com uma tesoura as plantas mais fracas rente ao solo, deixando exatamente cinco plantas por repetição, restando um total de vinte e cinco plantas por tratamento, somando ao todo no experimento cem plantas. As plantas raleadas por não terem nenhuma finalidade de avaliação foram descartadas. O manejo das plantas daninhas também aconteceu diariamente, para que estas não retirassem nutrientes existentes no solo, que posteriormente seria aproveitado pela soja ou ainda pelo fato de virem interferir no processo alopático da matéria seca sobre o soja, sendo esta interferência podendo ser positivo ou negativo. De acordo com Fancelli e Neto (2007), essas plantas, como outras quaisquer, exigem os fatores básicos para a sua sobrevivência e perpetuação, como água, nutrientes e luz, constituindo-se em eficientes agentes consumidores.

Durante a fase de desenvolvimento da planta, não foi aplicado nenhum defensivo agrícola, sendo estes herbicidas, inseticidas ou fungicidas, também não se fez uso de qualquer tipo de fertilizante químico de cobertura ou fertilizante foliar.

Após decorridos quarenta dias da data de plantio, foi feita a coleta separadamente das plantas por tratamento, foi retirado a terra cuidadosamente dos vasos plásticos para que não danifiquem as plantas, após feito o processo de retirada da terra as plantas passaram por processo de lavagem para retirar a terra agregada nas raízes para que não venham a interferir

futuramente nos dados coletados e analisados. As plantas depois de sofrerem o processo de separação e lavagem, foram levadas para um laboratório, no laboratório foi feito um processo de contagem e pesagem dos nódulos de fixação de nitrogênio, separadamente uma a uma, tratamento por tratamento, os dados de cada parte da planta foram anotados em planilha, para que fossem analisados e feito o diagnostico do experimento. Após a coleta dos dados foi realizada a análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa SISVAR.

Resultados e Discussão

Após quarenta dias decorridos da data de plantio, foi observado que a aplicação de Molibdênio mais Fipronil no tratamento de semente da soja, não induziram a diferenças estatísticas significativas em relação ao número de nódulos de fixação de nitrogênio da testemunha em relação aos demais tratamentos, já em relação as concentrações testadas para avaliar o peso dos nódulos houve diferença estatística significativa, quando comparadas entre si. (Tabela 01).

Tabela 01 – Número e massa de nódulos de fixação de nitrogênio em função da aplicação de Molibdênio no tratamento de sementes da soja

Tratamentos	Variáveis avaliadas	
	Massa (g)	Número ^{ns}
Testemunha	1,7ab	91,0
0,1 L ha ⁻¹	1,8ab	92,2
0,2 L ha ⁻¹	2,3b	91,2
0,3 L ha ⁻¹	1,2 ^a	76,4

Nota: As médias nas colunas seguidas de letras diferentes, dentro de cada parâmetro, diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS: Não significativo.

Esses resultados confirmam os obtidos por Campo e Lantmann (1998), Galvão (1991), e Albino e Campo (2001), de que a aplicação de molibdênio (Mo) não afeta a nodulação da soja.

Campo e Lantmann (1998) trabalharam com doses de Mo via semente (4,5 e 9,0 g ha⁻¹ de Mo), em três localidades do Estado do Paraná (Londrina, Ponta Grossa e Campo Mourão) onde a soja tinha sido cultivada por mais de oito anos, e verificaram que não houve efeito da aplicação de Mo sobre o número e a massa de nódulos por planta. Galvão, (1991) constatou que a aplicação de 0,25 kg ha⁻¹ de Mo no solo com incorporação não alterou o número e a massa de nódulos por planta em quatro cultivos consecutivos de soja. Albino e Campo (2001), observaram que a aplicação de 40 g ha⁻¹ de Mo nas sementes de soja, antes do inoculante,

reduziu em cerca de 15% o número de células viáveis de *Bradyrhizobium* por semente, em relação ao tratamento apenas inoculado, mas não influenciou o número e a massa de nódulos, bem como a extração de nitrogênio (N) pela parte aérea das plantas.

A calagem aumenta o rendimento de soja (Quaggio *et al.*, 1982; Gallo *et al.*, 1986; Quaggio *et al.*, 1998) e reduz a resposta da cultura à aplicação de Mo, por torná-lo mais disponível às plantas, em consequência da elevação do pH do solo (Lantmann *et al.*, 1989; Campo e Lantmann, 1998). Destaca-se ainda que a aplicação de Mo não influenciou a concentração de N nas folhas de soja, o que está de acordo com os resultados obtidos por Tanaka *et al.*, (1993) e por Campo e Lantmann (1998). As necessidades nutricionais em N pela cultura da soja foram plenamente supridas pelo processo de fixação simbiótica do N², independentemente da aplicação de Mo nas sementes.

Esse menor valor no número de nódulos por planta observado no experimento pode ser resultante do efeito tóxico do Mo quando aplicado juntamente nas sementes, promovendo uma redução da população de bactérias responsáveis pela nodulação, resultando em um menor número de nódulos por planta. O mesmo foi observado por Gault e Brockwell (1980), que afirmam que o contado direto das sementes inoculadas com soluções contendo Mo aumentou a mortalidade de *Rhizobium* e diminuiu, com isso, a nodulação.

De acordo com Kamicker & Brill, (1986), alguns fatores são determinantes na nodulação ou fixação biológica do nitrogênio (FBN) por leguminosas sendo a tensão da água, teor de O² no nódulo, temperatura e pH do solo, salinidade, toxinas e predadores os principais que podem atuar junto à vasta variedade de estirpes de rizóbio que se encontram no solo.

Outro ponto importante a ser ressaltado sobre a nodulação em soja refere-se à aplicação de produtos químicos na semente ou na cultura em desenvolvimento visando o controle de ervas daninhas. Esta constatação colabora com os resultados obtidos por Arruda *et al.* (2001). Os autores realizaram trabalho que teve por objetivo analisar a nodulação e fixação de N em soja tratada com sulfentrazone (herbicida). Os dados obtidos mostram que a massa seca de nódulos, os teores de nitratos, aminoácidos e ureídeos decresceram com o incremento na dose de sulfentrazone, a causa provável deste comportamento foi à menor produção de fotoassimilados pela planta e desta forma restou menor quantidade para ser alocada para os nódulos, pois é dos fotoassimilados que vem a energia essencial para a formação e manutenção da enzima nitrogenase. Camara (2001), enfatiza que aplicação de Co, Mo e fungicidas nas sementes também podem ser fatores com interferência direta na sobrevivência do rizóbio e consequência imediata na nodulação.

A ausência de resposta à adição de Mo pode estar relacionada com níveis adequados de disponibilidade de Mo no solo ou com concentrações de Mo na semente suficiente para satisfazer as necessidades das plantas (Ishizuka, 1982).

Desta forma, fica claro que (FBN) pelas plantas é um processo que apresenta várias interações entre bactéria e hospedeiro (planta), sendo regulado por sinais químicos e hormonais, além de fatores externos. Entretanto, ressalta-se que é um processo dispendioso para a planta. Assim sugerem-se estudos sobre técnicas de manejo, como a adubação foliar a base de Mo, com intuito de buscar equilíbrio entre a adição de N e a fixação biológica em vista da importância do volume financeiro envolvido neste três mercado de insumos (adubo foliares e inoculantes e adubos nitrogenados).

Para respostas mais completas à aplicação de Mo, para outras aplicações desse micronutriente via foliar e, ou, tratamento de sementes, o experimento deve ser repetido em outras classes de solos do Oeste do Paraná e, principalmente, em outro sistema de cultivo.

Conclusão

A aplicação de Mo não interferiu significativamente na nodulação da planta da soja, quando comparado à testemunha.

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.
- ARAUJO, G.A.A.; FONTES, L.A.N.; AMARAL, F.A.L. & CONDÊ, A.R. Influência do molibdênio e do nitrogênio sobre duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.34, n.2, p.333-339, 1987.
- ARRUDA, J.S.; et al. Nodulação e fixação de nitrogênio em soja tratada com sulfentrazone. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 325-330, fev. 2001.
- BERGER, P.G.; VIEIRA.C.; ARAÚJO, G.A.A. Efeito de doses e épocas de aplicação de molibdênio sobre a cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.7, p. 473-480, 1996.
- CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção II**. Gil Miguel de Sousa Câmara (editor). Piracicaba: G.M.S. Câmara, 450 p, 2000.
- CAMPO, R.J.; LANTMANN, A.F. Efeitos de micronutrientes na fixação biológica do nitrogênio e produtividade da soja. **Revista de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.2, p.337-344, 1998.

CARGIL, Fundação Cargil. **Evolução do uso de fertilizantes nas culturas do cafeeiro, cana de açúcar e soja**. Campinas, p. 129, 1986.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de Produção de Soja – Paraná**. Londrina, p.74, 1996.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de Produção de Soja – Paraná**. Londrina, p.218, 2003.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de Produção de Soja – Paraná**. Londrina, p.118, 2004.

FANCELLI, A.L.; NETO, D.D.; **Produção de feijão**. Piracicaba: Editora Ceres, 386p, 2007.

FEPAP, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. **Adubação foliar**. Botucatu, p.422, 1987.

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

GALLO, P.B.; MASCARENHAS, H.A.A.; QUAGGIO, J.A.; BATAGLIA, O.C. Resposta diferencial de soja e sorgo à calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, p.253-258, 1986.

GALRÃO, E.Z. Micronutrientes e cobalto no rendimento da soja em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.117-120, 1991.

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

ISHIZUKA, J. Characterization of molybdenum absorption and translocation in soybean plants. **Soil Sci. Plant Nutr.** 28:63-78, 1982.

KAMICKER, B.J.; BRILL, W.J. Identification of *Bradyrhizobium japonicum* nodule isolates from Wisconsin soybean farms. **Applied and Environmental Microbiology**, v.51, n.3, p.487-492, 1986.

KIEHL, E.J.; **Manual de edafologia – relações solo planta**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 193p, 1979.

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. **ABC da adubação**. São Paulo: Ceres, 1989. 291p.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F.P.; ALCARDE, J.C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 200p, 2002.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed.London: Academic Press, 889p, 1993.

MASCARENHAS, H.A.A.; TEIXEIRA, J.P.F.; NAGAI, V.; TANAKA, R.T.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A. A calagem nos teores de óleo e de proteína em soja. **Bragantina**, Campinas, v.49, n.1, p.171-182, 1990.

NUNES, F.S.; RAIMONDI, A.C.; NIEDWIESKI, A.C. Fixação de nitrogênio: estrutura, função e modelagem bioinorgânica das nitrogenases. **Química Nova**, São Paulo, v.26, n.6, p.872-879, 2003.

PACHECO, O. M. **Cultura da soja**. Boletim Técnico da Cultura da Soja, Santa Maria, N.5, p. 3-6, 1975.

PESSOA, A.C.S.; RIBEIRO, A.C.; CHAGAS, J.M.; CASSINI, S.T.A. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro “ouro negro” em resposta a adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.1, p. 75-84, 2000.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, p. 343, 1979.

QUAGGIO, J.A.; GALLO, P.B.; FURLANI, A.M.C.; MASCARENHAS, H.A.A. Isoquantas de produtividade de soja e sorgo para níveis de calagem e molibdênio. **Revista Brasileira**, Viçosa, v.22, n.2, p.337-344, 1998.

QUAGGIO, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C. Respostas da soja à aplicação de doses crescentes de calcário em solo de cerrado. II - Efeito residual. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.6, p.113-118, 1982.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 231p, 1991.

ROSOLEM, C.A.; CAIRES, E.F. **Yield and nitrogen uptake of peanuts as affected by lime, cobalt and molybdenum**. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.21, p.827-835, 1998.

SEAB, Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná. **Coletânea da legislação de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes**. Curitiba, p. 16, 1997.

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 de cerrado de baixa fertilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.2, p.253-256, 1993.

TEIXEIRA, I.R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G.A.A.; ANDRADE, M.J.B. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta a adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, Campinas, V.64, n.1, p.83-88, 2005.

TEIXEIRA, K.R.S.; MARIN, V.A.; BALDANI, J.I. **Nitrogenase: bioquímica do processo de FBN**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 25p. (Documentos, 84)

VIEIRA, S.S.; VIEIRA, M.N.F.; **Manual de morfologia e classificação de solos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 234p, 1983.

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.

VOSS, M.; PÖTTKER, D. Adubação com molibdênio em soja, na presença ou ausência de calcário aplicado na superfície do solo, em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.5, p.787-791, 2001.