

Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agrônômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com molibdênio e cobalto

Dana Kátia Meschede¹, Alessandro de Lucca e Braccini^{2*}, Maria do Carmo Lana Braccini³, Carlos Alberto Scapim² e Sandra Regina Pelegrinello Schuab⁴

¹Universidade Estadual do Mato Grosso, Av. São João, s/n. 78200-000, Cáceres, Mato Grosso, Brasil. ²Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ³Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Pernambuco, 1777, 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. ⁴Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: albraccini@uol.com.br

RESUMO. O molibdênio e o cobalto são essenciais para o processo de fixação simbiótica do nitrogênio em leguminosas e para outros processos fisiológicos das plantas superiores. A aplicação de micronutrientes, visando à correção de deficiências nutricionais, pode ser realizada de três modos: diretamente no solo junto com a adubação convencional, em aplicação foliar e via tratamento de sementes. Neste contexto, um experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o rendimento de grãos, o teor de proteínas nas sementes e as características agrônômicas das plantas de soja, mediante adubação foliar e aplicação de molibdênio (Mo) e cobalto (Co) via tratamento de sementes. Para tanto, a cultivar BRS 133 foi submetida a diferentes tratamentos que consistiram da combinação entre aplicação ou não de Mo e Co (Comol), via tratamento de sementes, e da adubação foliar em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura com os seguintes produtos comerciais: Comol (V₄), Bas-Citrus (V₄), Bas-Citrus + Fetrilon (V₄) e Bas-Citrus + Fetrilon (R₄), mais a testemunha sem aplicação. As características avaliadas foram o rendimento de grãos, teor de proteínas, número de dias para maturação, estande final, altura das plantas, grau de acamamento das plantas e altura de inserção das primeiras vagens. A aplicação de molibdênio e de cobalto via sementes e a adubação foliar com Comol (Co + Mo) no estágio V₄ promoveram incrementos significativos no rendimento de grãos. O tratamento das sementes com Mo e Co aumentou o teor de proteínas das sementes de soja. A aplicação de Bas-Citrus + Fetrilon no estágio V₄ aumentou a altura e o grau de acamamento das plantas. As demais características agrônômicas das plantas praticamente não foram influenciadas pela aplicação de molibdênio e cobalto nas sementes e adubação foliar em soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, micronutrientes, nutrição mineral.

ABSTRACT. Grain yield, seed's protein content and plant agronomic traits of soybean in response to foliar fertilization and molybdenum and cobalt seed treatment. The molybdenum and cobalt are essential to nitrogen symbiotic fixation in leguminous and to other physiologic processes in superior plants. Micronutrients application to solve nutritional deficiency can be done through foliar fertilization, seed treatment or directly in the soil, together with conventional fertilization. In this context, an experiment was carried out to evaluate grain yield, protein content of seeds and agronomic traits of soybean plants after foliar fertilization and seed treatment with molybdenum (Mo) and cobalt (Co). For this, a BRS 133 cultivar was submitted to different treatments, consisting in a combination of seed treatment with and without Mo and Co (Comol) and foliar fertilization in different stages of development with the following commercial products: Comol (V₄), Bas-Citrus (V₄), Bas-Citrus + Fetrilon (V₄), Bas-Citrus + Fetrilon (R₄). There was also a control without fertilization. The characteristics evaluated were: grain yield, protein content of seeds, number of days for maturation, plant density, plant height, degree of the plants layering and height of the first pods insertion. The molybdenum and cobalt seed treatment and the foliar fertilization with Comol (Co + Mo) in V₄ stage of development promoted significant increases in grain yield. The seed treatment with Mo and

Co increased the protein content of soybean seeds. The foliar fertilization with Bas-Citrus + Fetrilon in V₄ stage of development increased the plants height and the degree of plants layering. The molybdenum and cobalt seed treatment and foliar fertilization of soybean had no effects on the rest of plant agronomic traits evaluated.

Key words: *Glycine max*, micronutrients, mineral nutrition.

Introdução

O molibdênio encontrado em solos de pH neutro e alcalino está principalmente na forma MoO₄²⁻, que é a mais facilmente absorvida pelas plantas. Esse nutriente participa ativamente como co-fator integrante das enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfato, estando envolvido no processo de transporte de elétrons durante o processo de fixação simbiótica do nitrogênio e, ainda, em outros processos fisiológicos das plantas superiores. O nitrogênio participa no metabolismo das plantas, como constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, citocromos, moléculas de clorofila, sendo considerado um dos elementos mais importantes para o aumento da produção (Ferreira, 1997). Desse modo, a deficiência de Mo no solo poderá reduzir a síntese da enzima nitrogenase, com conseqüente diminuição da fixação biológica do nitrogênio e, portanto, da produtividade. Além disso, quando ocorre baixa disponibilidade de molibdênio no solo, este é redistribuído das folhas para os nódulos, aumentando a deficiência na planta (Salisbury e Ross, 1991).

Segundo Salisbury e Ross (1991), o molibdênio nas plantas apresenta outras possíveis funções: é constituinte essencial da enzima xantina desidrogenase, que realiza a quebra da purina em adenina e guanina e, também, como parte de uma oxidase, que converte ácido aldeído abscísico para o hormônio ABA.

O uso intensivo do solo com a cultura da soja e a falta de manejo adequado têm provocado reduções dos teores de matéria orgânica e aumento da acidez dos solos. Como conseqüência disso, tem ocorrido a deficiência de alguns micronutrientes essenciais à cultura da soja e, conseqüentemente, a redução do processo de fixação simbiótica do nitrogênio. O molibdênio juntamente com cobalto, zinco, cobre, manganês e boro são os elementos que apresentam o maior nível de deficiência, principalmente em solos de cerrado (Sfredo et al., 1997a).

A aplicação de micronutrientes, visando à correção de deficiências nutricionais, pode ser realizada via aplicação foliar (Pessoa, 1998), tratamento de sementes (Cheng, 1985) ou diretamente no solo, junto com a adubação convencional (Cheng, 1985). Devido à alta

mobilidade do molibdênio na planta, a adubação foliar pode proporcionar bons resultados, desde que seja realizada no início do período do desenvolvimento vegetativo da cultura. Entretanto, as quantidades de Mo requeridas pela soja são pequenas (Pessoa, 1998), favorecendo sua aplicação via sementes, por meio da peletização, quando no processo de inoculação.

De acordo com Vidor e Peres (1988), a adubação via tratamento de sementes é a prática mais fácil e eficaz de adubação. Entretanto, a aplicação desse nutriente nas sementes de soja na forma de molibdato (MoO₄²⁻) pode prejudicar a sobrevivência do *Bradyrhizobium*, bem como causar prejuízos à nodulação e à fixação do N₂. É necessário que o processo de inoculação das sementes de soja seja efetuado levando-se em conta todos os cuidados recomendados, como semeadura logo após a inoculação das sementes, quantidade e qualidade do inoculante, bem como boas condições de umidade do solo para garantir rápida germinação, reduzindo os danos causados pela aplicação de Mo junto com a inoculação com *Bradyrhizobium* (Lantmann, 2002).

Segundo Buzetti et al. (1981), Vitti et al. (1984) e Sfredo et al. (1997b), o molibdênio é um nutriente essencial para a soja, capaz de proporcionar aumentos significativos de produção a essa cultura. A quantidade, a forma de aplicação, as condições do solo e as fontes dos nutrientes são, no entanto, fatores que devem ser considerados antes de seu uso como fertilizante.

Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o rendimento de grãos, o teor de proteínas nas sementes e as características agronômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e à aplicação de molibdênio e cobalto via tratamento de sementes.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em área experimental localizada no Centro Técnico de Irrigação (CTI), pertencente ao Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O CTI está localizado na cidade de Maringá, região Noroeste do Estado do Paraná, situado a 23°25' de latitude sul, 51°57' de longitude oeste e 542 metros de altitude. O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho eutroférico

textura argilosa, com topografia suave ondulada e declividade média de 4%. Pela classificação de Köppen, o clima local é caracterizado como “Cfa”, subtropical úmido, mesotérmico, com verão quente, com tendências a concentrar as chuvas no período de verão, mas sem estação seca definida (Iapar, 1987).

As sementes de soja da cultivar BRS 133 foram semeadas manualmente em sulcos espaçados de 0,50m, na profundidade de 5cm, com 18 sementes por metro linear. As parcelas foram constituídas de 6 linhas de 5 metros de comprimento. Para as avaliações, foram consideradas apenas as 2 linhas centrais, descartando-se 0,5m de cada extremidade, totalizando assim uma área útil de 4m². O solo da área experimental foi analisado quanto às características químicas (Tabela 1) e a adubação foi realizada de acordo com as recomendações para a cultura (Embrapa Soja, 2000).

Tabela 1. Características químicas de amostras (0 - 20cm de profundidade) do solo utilizado no experimento antes da sua instalação. UEM, Maringá, Estado do Paraná, 2000.

pH H ₂ O	Al ⁽¹⁾	H+Al ⁽²⁾	Mg ⁽¹⁾	Ca ⁽¹⁾	K ⁽¹⁾	CTC total	V	p ⁽¹⁾	B ⁽¹⁾	Fe ⁽¹⁾	Mn ³	Cu ⁽³⁾	Zn ⁽¹⁾
5,6	0,20	3,50	1,10	3,00	0,15	7,75	54,84	6,0	0,1	55	35	2,6	0,9

⁽¹⁾Extrator KCl 1mol L⁻¹; ⁽²⁾Extrator Ca(CH₃COO)₂ 0,5mol L⁻¹, pH 7,0; ⁽³⁾Extrator Mehlich-1.

A semeadura foi realizada na segunda quinzena do mês de novembro de 2000, e os tratamentos foram constituídos da combinação entre aplicação ou não de molibdênio e cobalto (12% Mo e 2% Co), via tratamento de sementes, e da adubação foliar em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura com os seguintes produtos comerciais: Comol (V₄), Bas-Citrus (V₄), Bas-Citrus + Fetrilon (V₄) e Bas-Citrus + Fetrilon (R₄), mais a testemunha sem aplicação. A composição dos produtos é a seguinte: Comol (12% Mo e 2% Co), Bas-Citrus (10% N, 4% Zn, 3,7% S, 3% Mn e 0,5% B) e Bas-Citrus + Fetrilon (4% Mn, 4% Fe, 1,5% Cu, 1,5% Zn e 1% Mo). A dosagem utilizada dos diferentes produtos comerciais avaliados foi a recomendada pelo fabricante.

O tratamento de sementes com Mo e Co foi realizado no momento da semeadura, juntamente com aplicação do fungicida Vitavax-Thiram (Carboxim + Thiram) na dosagem de 250mL por 100kg de sementes, promovendo-se por meio da agitação manual um maior contato entre as sementes e o produto. Logo após o tratamento com fungicida + micronutrientes (Mo + Co), foi realizada a inoculação das sementes com o produto comercial líquido Nitragin (*Bradyrhizobium japonicum*) na dose

de 150mL para 50kg de sementes. As aplicações foliares foram efetuadas em dois estádios de desenvolvimento da soja, ou seja, V₄ e R₄ (Fehr *et al.*, 1971). No estádio V₄, aproximadamente 25 dias após a emergência, foram realizadas aplicações de todos os produtos e, no estádio R₄ (“canivettino”), aplicou-se somente o tratamento com Bas-Citrus + Fetrilon. Na aplicação foliar foi utilizado pulverizador costal pressurizado a CO₂, com vazão de 200L ha⁻¹.

Os tratos culturais foram os mesmos preconizados pelo sistema de produção da região (Embrapa Soja, 2000). As plantas daninhas foram controladas por meio de aplicação dos herbicidas Trifluralina (Trifluralin) e Scepter 70 DG (Imazaquin), em pré-plantio incorporado na dosagem do produto comercial de 2,4L ha⁻¹ e 0,2kg ha⁻¹ respectivamente, complementado com capinas manuais. O controle de lagartas e percevejos foi realizado sempre que necessário, com pulverizações sistemáticas do inseticida Thiodan CE (Endossulfan), na dosagem do produto comercial de 0,25L ha⁻¹ para lagartas e 1,0L ha⁻¹ para percevejos, até o final do ciclo da cultura.

Durante o desenvolvimento da cultura, foi avaliado o número de dias para a maturação. Por ocasião do estádio R₈ (95% das vagens maduras), foram efetuadas as seguintes determinações: altura média das plantas, altura de inserção das primeiras vagens, estande final e grau de acamamento das plantas.

O número de dias para a maturação refere-se ao período compreendido entre a emergência até 50% das plantas da área útil no estádio R₈ ou maturação plena, conforme a escala proposta por Fehr *et al.* (1971).

Para determinação da altura das plantas e altura de inserção das primeiras vagens, foram avaliadas 10 plantas ao acaso na área útil das parcelas, com o auxílio de régua milimetrada, e os resultados expressos em centímetros. O estande final foi avaliado por meio de amostragens tomadas em um metro de cada fileira da área útil e os resultados expressos em número de plantas por metro linear.

Para avaliação do grau de acamamento das plantas, foi utilizada uma escala de notas variando de 1 a 5, considerando a parte fracionária, conforme descrito a seguir: 1 - 0% ou nenhuma planta da área útil acamada; 2 - 25% das plantas da área útil acamadas; 3 - 50% das plantas da área útil acamadas; 4 - 75% das plantas da área útil acamadas; 5 - 100% das plantas da área útil acamadas.

As plantas foram colhidas manualmente, cinco a oito dias após o estádio R₈ de desenvolvimento, ou seja, quando 95% das vagens apresentavam a

coloração típica de vagem madura (Fehr *et al.*, 1971). Partindo-se do rendimento de grãos nas unidades experimentais, foram calculadas as produtividades em kg ha⁻¹, sendo o grau de umidade das sementes determinado por meio do método de estufa a 105±3°C (Brasil, 1992), corrigido para 13% base úmida.

O teor de proteínas nas sementes foi determinado pelo método de Kjeldahl para quantificação de nitrogênio total, conforme recomendação da A.O.A.C. (1975) com modificações. Para o cálculo da conversão de nitrogênio em proteína, foi utilizado o fator 6,25.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 3 repetições. Os tratamentos foram arranjos no esquema fatorial 2x5 (tratamento de sementes x adubação foliar). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

A análise de variância dos dados revelou efeito significativo (P<0,05) da interação tratamento de sementes x adubação foliar apenas para a variável número de dias para a maturação. Para as demais características avaliadas, houve efeito significativo somente para os fatores principais.

Os resultados da altura das plantas, grau de acamamento das plantas e número de dias para maturação, com aplicação de molibdênio (Mo) e cobalto (Co) via tratamento de sementes e adubação foliar, são apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4. Foi possível verificar que o ciclo da cultura não foi

influenciado pela adubação foliar, na ausência de tratamento das sementes. Com o tratamento das sementes com Mo e Co, foi observado um ligeiro aumento no ciclo, de apenas um dia, porém significativo (p<0,05), quando foi realizada a aplicação de Bas-Citrus + Fetrilon no estágio V₄. Em virtude da cultivar avaliada (BRS 133) ser de hábito de crescimento determinado, era de se esperar que a aplicação do produto via adubação foliar no estágio reprodutivo (R₄) não apresentasse efeito sobre o crescimento e, conseqüentemente, sobre o ciclo da variedade (Tabela 2) em questão, o que acabou se confirmando nesse experimento. Em contrapartida, a aplicação do mesmo produto no estágio vegetativo (V₄) promoveu aumento no ciclo (Tabela 2) e, também, na altura das plantas (Tabela 3).

Não foram observadas, contudo, diferenças significativas nos resultados obtidos com a variável altura das plantas (Tabela 3), quando foi realizada a aplicação de Mo e Co via tratamento de sementes e também do produto via foliar (tratamento com Comol). Esses resultados não estão de acordo com os obtidos por Andrade *et al.* (2001), que observaram, no feijoeiro, que a altura de planta, o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem receberam, respectivamente, aumentos médios de 28%, 55% e 6%, com aplicação de Mo.

Observa-se que a aplicação de Bas-Citrus + Fetrilon (V₄) aumentou o grau de acamamento (Tabela 4), possivelmente em função de apresentar plantas mais altas com esse tratamento (Tabela 3). Plantas supridas com micronutrientes são mais vigorosas e, conseqüentemente, apresentam maior crescimento, pois o metabolismo é mais eficiente (Salisbury e Ross, 1991; Marschner, 1995).

Tabela 2. Médias do número de dias para a maturação da cultivar BRS 133, submetida a dois tipos de tratamentos de sementes e cinco formas de adubação foliar (Maringá, Estado do Paraná, 2000/01).

Tratamento de sementes ²	Adubação foliar ¹					Média
	Controle	Comol (V ₄)	Bas-Citrus (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (R ₄)	
Sem Mo + Co	112,33 Aa	112,00 Aa	112,33 Aa	112,00 Ab	112,33 Aa	112,20
Com Mo + Co	112,00 Ba	112,33 Ba	112,00 Ba	113,00 Aa	112,33 Ba	112,33
Média	112,17	112,17	112,17	112,50	112,33	
C.V. (%)	0,36					

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada linha, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade;

² Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste F, a 5%

Tabela 3. Médias da altura das plantas, em centímetros, da cultivar BRS 133, submetida a dois tipos de tratamentos de sementes e cinco formas de adubação foliar (Maringá, Estado do Paraná, 2000/01).

Tratamento de sementes ²	Adubação foliar ¹					Média
	Controle	Comol (V ₄)	Bas-Citrus (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (R ₄)	
Sem Mo + Co	85,4	85,3	81,4	84,6	83,9	84,1 a
Com Mo + Co	81,6	83,5	80,4	87,5	80,1	82,6 a
Média	83,5 B	84,4 B	82,7 B	86,1 A	82,0 B	
C.V. (%)	6,32					

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada linha, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade;

² Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Pode-se verificar que para as características estande final (Tabela 5) e altura de inserção das primeiras vagens (Tabela 6) não houve resposta de nenhum dos tratamentos estudados. Resultados semelhantes também foram obtidos por Andrade *et al.* (2001), na cultura do feijoeiro. Segundo esses autores, a adição de molibdênio via foliar propiciou aumentos significativos em todas as características, com exceção do estande final, cujas médias não diferiram estatisticamente.

Os dados contidos na Tabela 7 demonstram que o tratamento com molibdênio e cobalto via sementes promoveu aumento significativo na produtividade dessa leguminosa. Esse tratamento nas sementes aumentou em 7% a produtividade de grãos, enquanto que o efeito da adubação foliar com

Comol (Co + Mo) proporcionou um incremento de 20% em relação ao controle. Esses resultados estão de acordo com Santos (1991) e Vitti *et al.* (1984), que relataram aumentos de até 32,7% pela utilização de doses crescentes (0, 100, 200, 300 e 400g ha⁻¹) de um produto comercial contendo 10% de Mo e 1% de Co. Oliveira e Thung (1988) também observaram que a aplicação de molibdênio no feijoeiro proporciona melhor desenvolvimento, maior número de vagens, maior teor de nitrogênio nas folhas e maior produção de grãos. Binneck *et al.* (1999), trabalhando com sementes de trevo branco, observaram que o Mo propiciou incrementos na fixação de N₂ e no desempenho produtivo do trevo branco, com aumentos na produção de forragens e de sementes.

Tabela 4. Médias do grau de acamamento das plantas da cultivar BRS 133, submetidas a dois tipos de tratamentos de sementes e cinco formas de adubação foliar (Maringá, Estado do Paraná, 2000/01).

Tratamento de sementes ²	Adubação foliar ¹					Média
	Controle	Comol (V ₄)	Bas-Citrus (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (R ₄)	
Sem Mo + Co	1,3	1,0	1,5	1,5	1,2	1,3 a
Com Mo + Co	1,2	1,3	1,3	2,0	1,2	1,4 a
Média	1,3 B	1,2 B	1,4 B	1,8 A	1,2 B	
C.V. (%)	24,38					

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada linha, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade;

² Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Médias do número de plantas por metro obtidas na avaliação do estande final da cultivar BRS 133, submetida a dois tipos de tratamentos de sementes e cinco formas de adubação foliar (Maringá, Estado do Paraná, 2000/01).

Tratamento de sementes ²	Adubação foliar ¹					Média
	Controle	Comol (V ₄)	Bas-Citrus (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (R ₄)	
Sem Mo + Co	20,0	20,0	23,0	21,0	18,0	20,4 a
Com Mo + Co	18,0	19,0	21,0	19,0	19,0	19,2 a
Média	19,0 A	19,5 A	22,0 A	20,0 A	18,5 A	
C.V. (%)	11,17					

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada linha, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade;

² Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Médias da altura de inserção das primeiras vagens, em centímetros, das plantas da cultivar BRS 133, submetida a dois tipos de tratamentos de sementes e cinco formas de adubação foliar (Maringá, Estado do Paraná, 2000/01).

Tratamento de sementes ²	Adubação foliar ¹					Média
	Controle	Comol (V ₄)	Bas-Citrus (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (R ₄)	
Sem Mo + Co	19,2	19,3	20,1	17,4	18,1	18,8 a
Com Mo + Co	18,7	17,6	15,7	17,5	18,1	17,5 a
Média	19,0 A	18,5 A	17,9 A	17,5 A	18,1 A	
C.V. (%)	9,83					

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada linha, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade;

² Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Médias do rendimento de grãos, em kg ha⁻¹, da cultivar BRS 133, submetida a dois tipos de tratamentos de sementes e cinco formas de adubação foliar (Maringá, Estado do Paraná, 2000/01).

Tratamento de sementes ²	Adubação foliar ¹					Média
	Controle	Comol (V ₄)	Bas-Citrus (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (R ₄)	
Sem Mo + Co	3.023	3.649	3.179	3.297	3.200	3.270 b
Com Mo + Co	3.243	3.856	3.459	3.382	3.551	3.498 a
Média	3.133 B	3.753 A	3.319 B	3.339 B	3.376 B	
C.V. (%)	4,98					

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada linha, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade;

² Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Por outro lado, Pessoa *et al.* (1999) não observaram efeito significativo da aplicação foliar de doses crescentes de Mo (0, 40, 80 e 160 g ha⁻¹) na cultura da soja, embora tenha ocorrido um incremento de 17,4% em relação à testemunha para a dose de 80g ha⁻¹. Possivelmente, o teor de molibdênio no solo foi suficiente para suprir a exigência da cultura, em função do solo utilizado ser originado de basalto e a acidez do solo corrigida com aplicação de calcário. No presente trabalho, contudo, houve resposta da aplicação de Comol, correspondendo a 24g ha⁻¹ de Mo e 4g ha⁻¹ de Co (12% Mo + 2% Co em 200L ha⁻¹ de água), quando foi realizada adubação foliar no estádio V₄ (Tabela 7).

De acordo com as tecnologias de produção de soja, Paraná - 2004 (Embrapa Soja, 2003), a adubação foliar com micronutrientes na cultura da soja tem sido indicada no caso de deficiência de manganês, constatada por meio de exame visual. O Co e Mo são indispensáveis para a eficiência da fixação simbiótica do nitrogênio, para a maioria dos solos, onde a soja vem sendo cultivada. As indicações técnicas atuais desses nutrientes são para aplicação de 2 a 3g de Co e 12 a 30g ha⁻¹ de Mo via semente ou em pulverização foliar, nos estádios de desenvolvimento V₃ a V₅. Segundo essas mesmas recomendações, a prática de adubação foliar não é indicada a outros macro e micronutrientes para a cultura da soja.

Com base nos resultados obtidos nesse experimento, a aplicação do molibdênio, seja por meio de tratamento de sementes ou aplicação foliar, ocasionou aumento na produtividade dessa cultura (Tabela 7). Esse resultado pode ser explicado pela participação do Mo como componente do complexo enzimático denominado nitrogenase (Fe-proteína e Fe-Mo-proteína) que catalisa a fixação do N₂ no bacterióide, promovendo maior atividade na fixação do N₂ atmosférico, bem como de atuar como constituinte da enzima nitrato redutase, a qual reduz íons nitrato a nitrito, possibilitando sua incorporação em compostos orgânicos nas raízes e na parte aérea (Salisbury e Ross, 1991; Marschner, 1995).

Conforme resultados da Embrapa Soja (2001),

em cinco locais do Estado do Paraná, a soja apresentou respostas ao molibdênio e ao cobalto, independentemente de valor do pH do solo. Esses resultados permitem indicar o Mo e Co para a soja, por meio do tratamento de sementes, que é o método mais comum para correção de deficiência desses nutrientes, tendo em vista que, com essa prática, se consegue distribuir o Mo e Co de maneira mais uniforme do que a aplicação no solo e, conseqüentemente, favorecem o perfeito estabelecimento da associação *Bradyrhizobium* x soja. Em contrapartida, nos solos com alto teor de matéria orgânica, em solos cuja acidez foi corrigida e em solos com alta fertilidade, a expectativa de resposta ao molibdênio é menor.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados do teor de proteínas, com e sem tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. Pela análise dos resultados, observa-se que o tratamento de sementes com Mo e Co melhoraram significativamente a qualidade das sementes em relação ao teor de proteínas. Esses dados concordam com os obtidos por Lantmann *et al.* (1989) que observaram aumentos de 3% a 6% nos teores de proteínas nos grãos, quando o Mo foi utilizado na cultura da soja. Em contrapartida, Castro *et al.* (1994), trabalhando com a cultura do feijão, não observaram diferenças significativas nos teores de N dos grãos, quando as sementes foram tratadas com Co e Mo. Entretanto, não houve efeito do suprimento de nutrientes (N, S, Zn, B, Mn, Fe, Cu, Mo e Co) fornecidos por diferentes produtos via aplicação foliar no teor de proteínas dos grãos de soja (Tabela 8).

Essa controvérsia quanto ao uso de Mo e Co no tratamento de sementes deve-se à baixa disponibilidade do Mo em solos ácidos e muito intemperizados, onde pode ocorrer adsorção de Mo aos óxidos de ferro e alumínio, e em solos cujo material de origem é pobre em Mo (Santos, 1991; Lantmann *et al.*, 1989). Além disso, outras questões devem ser consideradas como a incompatibilidade que alguns fertilizantes contendo Mo apresentam com a inoculação das sementes com o *Rhizobium* (Neto e Franco, 1986).

Tabela 8. Médias do teor de proteínas, em porcentagem, das sementes de soja da cultivar BRS 133, submetida a dois tipos de tratamentos de sementes e cinco formas de adubação foliar (Maringá, Estado do Paraná, 2000/01).

Tratamento de sementes ²	Adubação foliar ¹					Média
	Controle	Comol (V ₄)	Bas-Citrus (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (V ₄)	Bas-Citrus + Fetrilon (R ₁)	
Sem Mo + Co	35,74	39,08	36,11	36,28	37,15	36,87 b
Com Mo + Co	38,06	38,08	38,48	38,52	38,76	38,39 a
Média	36,92 A	38,58 A	37,30 A	37,40 A	37,96 A	
C.V. (%)	3,18					

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada linha, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade; ² Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Considerando-se o baixo custo para aquisição dos produtos (Mo e Co) e para a sua aplicação foliar, visto que as doses empregadas são pequenas (Santos, 1991), deve-se estudar a viabilidade técnica e, também, econômica das recomendações desses micronutrientes nas diferentes condições de solo (Sfredo *et al.*, 1997a; Pessoa *et al.*, 1999).

Conclusão

A aplicação de molibdênio e de cobalto via sementes e a adubação foliar com Comol (Co + Mo) no estágio V₄ promoveram incrementos significativos no rendimento de grãos. O tratamento das sementes com Mo e Co aumentou o teor de proteínas das sementes de soja. A aplicação de Bas-Citrus + Fetrilon no estágio V₄ aumentou a altura e o grau de acamamento das plantas. As demais características agronômicas das plantas praticamente não foram influenciadas pela aplicação de molibdênio e cobalto nas sementes e adubação foliar em soja.

Referências

- A.O.A.C.-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. Washington D.C., 1975. 1054p.
- ANDRADE, M. J. B. *et al.* Resposta do feijoeiro às adubações nitrogenada e molíbdica e à inoculação com *Rhizobium tropici*. *Cienc. Agrotec.*, Lavras, v.25, n.4, p.934-940, 2001.
- BINNECK, E. *et al.* Peletização e aplicação de molibidênio em sementes de trevo branco. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, v.21, n.2, p.203-207, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: DNDV/SNAD/CLAV, 1992. 365p.
- BUZETTI, S. *et al.* Efeito de diversos micronutrientes na cultura da soja. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista. Relatório técnico-científico, 1981.
- CASTRO, A. M. C. *et al.* Tratamento de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com molibdênio, cobalto, metionina e vitamina B1. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, v.16, n.1, p.26-30, 1994.
- CHENG, T. The effect of the seed treatment with microelements upon the germination and early growth of wheat. *Sci. Sin.*, Beijing, v.44, p.129-135, 1985.
- EMBRAPA SOJA. *Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná - 2000/01*. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 255p.
- EMBRAPA SOJA. *Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2001/2002*. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 281p. (Documentos/Embrapa Soja, 166).
- EMBRAPA SOJA. *Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2004*. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 218p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, 3).
- FEHR, W. R. *et al.* Stage of development description for soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.*, Madison, v.11, n.6, p.929-931, 1971.
- FERREIRA, A. C. B. *Efeitos da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade de grãos, e concentração de nutrientes no milho*. 1997. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- IAPAR. *Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná*. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1987. 35p.
- LANTMANN, A. F. *et al.* Resposta da soja a molibidênio em diferentes níveis de pH do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.13, n.1, p.45-49, 1989.
- LANTMANN, A. F. Nutrição e produtividade da soja com molibdênio e cobalto. *Artigos Embrapa - Coletânea Rumos e Debates*, 2002.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 1995.
- NETO, J. J.; FRANCO, J. J. Adubação de molibidênio em feijoeiro. *In: Comunicado Técnico*, 1986. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1986. p.1-4.
- OLIVEIRA, J. P.; THUNG, M. D. T. Nutrição Mineral. *In: ZIMMERMANN, M. J. O. et al. (Ed.). Cultura do Feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafos, 1988. p.175-212.
- PESSOA, A. C. S. *Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo*. 1998. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- PESSOA, A. C. S. *et al.* Produtividade de soja em resposta à adubação foliar, tratamento das sementes com molibdênio e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.21, n.3., p.531-535, 1999.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. *Plant physiology*, 4 ed. Belmont: Wadsworth, 1991. 682p.
- SANTOS, O. S. Molibdênio. *In: FERREIRA M.E.; CRUZ, M.C.P. (Ed.). Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. p.191-217.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*, Washington, D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- SFREDO, G. J. *et al.* Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via sementes, sobre a produtividade e nos teores de proteína da soja. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.21, n.1, p.41-45, 1997a.
- SFREDO, G. J. *et al.* Molibdênio e cobalto na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 1997b. 16p. (Circular Técnica, 16).
- VIDOR, C.; PERES, J. R. R. Nutrição das plantas com molibdênio e cobalto. *In: BORKET, C. M.; LANTMANN, A. F. (Ed.). Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira*. Londrina: Embrapa-CNPSo/SBCS, 1988. p.197-204.
- VITTI, G. C. *et al.* Fertilizantes com molibdênio e cobalto na cultura da soja. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.8, p.349-352, 1984.

Received on September 02, 2003.

Accepted on November 13, 2003.