



Revista Agrarian

ISSN: 1984-2538

(Comunicação Científica)

Eficiência agrônômica da aplicação foliar de nutrientes na cultura da soja

Agronomic efficiency of leaf application of nutrients in the soybean crop.

Hugo Alexandre Coelho¹, Hélio Grassi Filho¹, Rodrigo Domingues Barbosa¹, Júlio César Thoaldo Romeiro¹, Guilherme Verdicchio Pompermayer¹, Thomaz Figueiredo Lobo¹

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, Caixa Postal 237, CEP: 18610-307, Botucatu, SP.

E-mail: hacoelho@fca.unesp.br

Recebido em: 18/12/2009

Aceito em: 25/04/2011

Resumo. A necessidade de aumentar a produção da soja tem levado o produtor a buscar inúmeras alternativas, uma delas é a utilização da adubação foliar. O objetivo do estudo foi avaliar a eficiência agrônômica de diferentes doses de aplicações foliares de Mg, Zn e B na cultura da soja. O experimento foi instalado na área do Departamento de Recursos Naturais, Área de Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Campus de Botucatu, SP, Brasil, em um Latossolo Vermelho Distrófico. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos de aplicações foliares e 10 repetições por tratamento, perfazendo um total de oitenta vasos. Observou-se que o tratamento (17% de B +20% de Zn) obteve uma maior eficiência no peso fresco, peso seco e altura da soja, já em relação aos parâmetros produtivos o tratamento (17% de B + 10% de Mg) foi o que obteve o melhor desempenho entre os tratamentos.

Palavras chave. Adubação foliar, *Glycine max*, parâmetros vegetativos e produtivos.

Abstract. The need to increase soybean production has led many producers to seek alternatives, one of them is the use of foliar fertilization. The aim of this study was to evaluate the agronomic effectiveness of different doses of foliar applications of Mg, Zn and B in soybean. The experiment was installed in the area of the Department of Natural Resources/Area of Soil Science, Faculty of Agronomic Sciences, UNESP, Botucatu, São Paulo, Brazil, in an Oxisol. The design was completely randomized design with eight treatments and foliar applications of ten repetitions, for a total of eighty vessels. It was observed that the treatment (17% B +20% Zn) had a higher efficiency in fresh weight, dry weight and height of soybean, as compared to the productive treatment (17% B + 10% Mg) was what gave the best performance among the treatments.

Keywords. Leaf fertilizer, *Glycine max*, vegetative and productive parameters

Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) pertence à família Fabaceae (leguminosa), de origem na China, é um grão rico em proteínas, cultivada como alimento tanto para humanos quanto para animais. O óleo de soja é o mais utilizado pela população mundial no preparo de alimentos e também é extensivamente usado em rações animais. Outros produtos derivados da soja incluem farinha, sabão, cosméticos, resinas, tintas, solventes e biodiesel, sendo os Estados Unidos o maior produtor de soja do mundo, seguido do Brasil, Argentina e China.

Na cultura da soja a produtividade, eficiência e a lucratividade são aspectos da maior relevância, além de que se deve sempre procurar a sustentabilidade dos processos produtivos. A soja é uma cultura exigente em termos nutricional, e bastante eficiente em absorver e utilizar os nutrientes contidos no solo, principalmente nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e enxofre (S). A necessidade de aumentar a produção da soja tem levado o produtor a buscar inúmeras alternativas. Para a realização da adubação foliar, existem hoje no mercado inúmeros produtos comerciais contendo



macro e micronutrientes, e a sua utilização tem aumentado nos últimos anos (Staut, 2007).

Segundo Embrapa Soja (2005), os resultados experimentais realizados pelas instituições de pesquisa têm mostrado grande variabilidade na resposta da soja à aplicação de fertilizantes foliares. Na tentativa de conseguir aumento na produtividade da soja com a conseqüente diminuição do custo relativo, tem motivado os produtores a utilizar estes produtos.

O magnésio compõe a molécula de clorofila, correspondendo a 2,7% do seu peso, sendo fundamental nos processos da fotossíntese, além de ser um ativador de várias enzimas relacionadas à síntese de carboidratos e de ácidos nucleicos. Este macronutriente apresenta um nível de suficiência estabelecido de 0,8 mmol_c dm⁻³ no solo, conforme a resultados obtidos em vários solos de regiões tradicionais para a cultura da soja no Brasil (Embrapa Soja, 2005).

O zinco, em quantidades mínimas evita diversas doenças, é um ativador de enzimas e é um elemento essencial na síntese do triptofano e do ácido indol-acético (Silva & Silva, 1995). O boro é exigido em quantidades mínimas e alguns sintomas de sua deficiência na planta é o escurecimento dos brotos (Silva & Silva, 1995). A ocorrência de deficiência de micronutrientes na

cultura de soja limita a produtividade e influencia na qualidade e nos aspectos fitossanitários, e tem aumentado de modo preocupante (Vitti et al., 1999). Os fatores associados à deficiência e disponibilidade dos micronutrientes podem ser: material de origem do solo, reação do solo (pH), textura do solo, aeração do solo, práticas culturais, características genéticas da planta e o desbalanceamento entre cátions metálicos (Fe, Cu, Mn e Zn) (Vitti et al., 1999).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência agrônômica de diferentes doses de Mg, Zn e B aplicados via foliar na cultura da soja.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na área do Departamento de Recursos Naturais/Área de Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil. O solo utilizado no experimento foi classificado como Latossolo Vermelho escuro distrófico (LEd) (Carvalho et al., 1983), atualmente denominado Latossolo Vermelho de acordo com classificação da Embrapa (1999). A caracterização química do solo, como mostra a Tabela 1, foi realizada segundo metodologia de Raij et al. (2001)

Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado no experimento de fertilização.

Profundidade	pH	MO	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
(cm)	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³								%					
					mmolc								mg dm ⁻³			
0-20	4,5	6	3	4	18	0,6	5	4	9	28	34	0,11	0,6	11	8,1	0,04

*MO: Matéria Orgânica

O solo coletado foi acomodado em recipientes com capacidade de 18 L e posteriormente submetido à calagem com a aplicação de 1,12 t ha⁻¹ CaCO₃, elevando-se assim a saturação por bases a 70%, 15 dias antes do plantio que acredita-se suficiente para neutralizar a acidez devido ao calcário apresentar um PRNT de 90% e como foi irrigado a reação se torna mais rápida. O calculo da irrigação foi determinada para alcançar 70% da capacidade de campo. Os recipientes foram irrigados a cada três dias até o momento do plantio, para possibilitar a reação do calcário.

Em cada recipiente foram depositadas 10 sementes de soja para germinar, que após a emergência das plântulas foram desbastadas para que permanecessem quatro plantas por vaso.

Todos os vasos receberam adubação de 150 mg dm⁻³ de P, (superfosfato simples) adicionado ainda, 100 mg dm⁻³ de K₂O (cloreto de potássio) segundo recomendação para o Estado de São Paulo, de acordo com o Boletim 100 (Raij et al., 1997). Já, na adubação em cobertura, foram aplicadas cinco coberturas nitrogenadas, aos 20, 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência das plântulas de soja, perfazendo um total de 300 mg



dm⁻³ de N na forma de sulfato de amônio, pois não foi feita a inoculação com *Bradyrhizobium* na semente.

Foi adotado no experimento o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com oito tratamentos de aplicações foliares, conforme descrito abaixo, com 10 repetições por tratamento, perfazendo um total de 80 vasos:

1. Sem aplicação de nutrientes via foliar.
2. MgSO₄.5H₂O (10% de Mg) - Dose 3.000 g ha⁻¹ (300 g Mg).
3. ((MgOH₂) 300 g Mg L⁻¹) - Dose 1,0 L ha⁻¹ (300g Mg).
4. (70g L⁻¹ de Mg + 140 g L⁻¹ de Zn + 70g L⁻¹ de B) - Dose 4,0 L ha⁻¹ (300 g de Mg + 560 g de Zn + 280g de B).
5. [MgSO₄.5H₂O (10% de Mg) - Dose 3.000 g ha⁻¹ (300 g Mg)] + [ZnSO₄.7H₂O (20% de Zn) - Dose 2800g ha⁻¹ (560 g de Zn)] + [H₃BO₃ (17% de B) - Dose 1650 g ha⁻¹ (280g de B)].
6. [MgSO₄.5H₂O (10% de Mg) - Dose 3.000 g ha⁻¹ (300 g Mg)] + [ZnSO₄.7H₂O (20% de Zn) - Dose 2800g ha⁻¹ (560 g de Zn)].

7. [ZnSO₄.7H₂O (20% de Zn) - Dose 2800g ha⁻¹ (560 g de Zn)] + [H₃BO₃ (17% de B) - Dose 1650 g ha⁻¹ (280g de B)].

8. [MgSO₄.5H₂O (10% de Mg) - Dose 3.000 g ha⁻¹ (300 g Mg)] + [H₃BO₃ (17% de B) - Dose 1650 g ha⁻¹ (280g de B)].

Na primeira fase foram avaliadas no pleno florescimento, quatro plantas por vaso, de cinco vasos, aleatoriamente de cada tratamento e determinado o peso fresco, peso seco da parte aérea e também a altura da soja. Já para a segunda fase foram avaliados ao final do ciclo da cultura, os números de vagens sadias, vagens chochas e números de sementes. O efeito dos tratamentos foi avaliado através de Análise de Variância sob um nível de significância de p<0,05, sendo as médias dos tratamentos comparadas através do teste de Tukey.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 estão apresentadas as médias do peso fresco, peso seco e altura da soja com diferentes aplicações de Mg, Zn e B avaliados na primeira fase do crescimento aos 50 dias após a germinação

Tabela 2. Valores das médias de peso fresco, peso seco e altura da soja por tratamento com diferentes aplicações de Mg, Zn e B.

Tratamentos	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Altura (cm)
Testemunha	161,2 a	53,2 a	49,00 c
10% de Mg	186,6 a	59,2 a	61,00 ab
MgOH ₂ 300g Mg L ⁻¹	189,4 a	59,8 a	55,00 abc
70g L ⁻¹ Mg + 140 g L ⁻¹ Zn + 70g L ⁻¹ B	206,4 a	61,4 a	58,00 abc
10% de Mg + 20% de Zn + 17% de B	145,6 a	45,4 a	49,00 c
10% de Mg + 20% de Zn	173,6 a	54,6 a	52,00 bc
17% de B + 20% de Zn	208,0 a	65,8 a	66,00 a
17% de B + 10% de Mg	198,6 a	61,0 a	59,00 abc
CV(%)	19,23	18,24	10,71
F	1,962	1,801	5,301

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Para as variáveis, peso fresco e peso seco, os tratamentos não diferenciaram entre si (p>0,05). O tratamento de número 7 (17% de B

+20% de Zn), apresentou uma tendência de obter a maior média e o de número 5 (10% de Mg + 20% de Zn + 17% de B) a menor média, tanto



para peso fresco como para peso seco, oscilando entre 145,6 – 208,0 e 45,6 – 65,8, respectivamente. Pesquisas anteriores mostraram respostas significativas apenas para manganês (Mn) cobalto (Co) e molibdênio (Mo), razão pela qual não existe a recomendação para adubação foliar com outros nutrientes (Embrapa, 2005).

Para a variável altura, o tratamento 7 (17% de B + 20% de Zn) foi o que obteve maior média, mas não diferiu significativamente ($p>0,05$) dos tratamentos 2 (10% de Mg), 3 (MgOH_2 300g Mg L^{-1}), 4 ($70\text{g L}^{-1}\text{ Mg} + 140\text{g L}^{-1}\text{ Zn} + 70\text{g L}^{-1}\text{ B}$) e 8 (17% de B + 10% de Mg), enquanto que o tratamento 1 (testemunha) e 5 (10% de Mg + 20% de Zn + 17% de B) foram os que apresentaram as menores médias, mas não diferiram significativamente dos tratamentos 3 (MgOH_2 300g Mg L^{-1}), 4 ($70\text{g L}^{-1}\text{ Mg} + 140\text{g L}^{-1}\text{ Zn} + 70\text{g L}^{-1}\text{ B}$), 6 (10% de Mg + 20% de Zn) e 8 (17% de B + 10% de Mg). Em contraste, o estudo realizado por Rezende et al. (2005), mostra que a altura da planta não foi alterada significativamente pela adubação foliar, além do índice de acamamento e do primeiro legume.

Na Tabela 3 observa-se para vagens sadias, que o melhor tratamento foi o 3 (MgOH_2 300g Mg L^{-1}), diferindo estatisticamente ($p<0,05$) apenas do tratamento 2 (10% de Mg). Bevilaqua et al. (2002) encontrou que a aplicação foliar de Ca e B aumentam os números de vagens por planta, de grãos por vagem, e o peso de sementes

por planta, quando aplicados na fase de floração na cv. BR 16. Resultados semelhantes foram obtidos por Marubayashi et al. (1994), mostrando que ácido bórico via foliar a 0,3%, junto com Zn na cova provocou aumento na produtividade de grãos do cafeeiro.

Para vagens chochas não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que o tratamento 2 (10% de Mg) apresentou os menores números de vagens chochas. Mann et al. (2001) realizou estudo onde a variável vagem por planta mostrou valores superiores à testemunha em todos os tratamentos que receberam manganês, sugerindo um menor abortamento de flores e de vagens, concordando com resultados obtidos por Randall et al. (1975) e Oliveira Junior (1996).

Em relação a números de sementes, os tratamentos também não diferiram significativamente entre si, mas observou maior média de números de sementes no tratamento 8 (17% de B + 10% de Mg). Segundo Rezende et al. (2005), a aplicação de fósforo via foliar na cultura mostrou-se viável, proporcionando aumento no rendimento de grãos em até 16% na cultura da soja. Resultados semelhantes foram encontrados por Mann et al. (2001), onde as aplicações parceladas de Mn via foliar, 450g e 600g ha^{-1} foram as responsáveis pelas maiores produtividades obtidas, sendo consideradas mais eficientes que as aplicações via solo.

Tabela 3. Números de vagens sadias, chochas e sementes por tratamento com diferentes aplicações de Mg, Zn e B.

Tratamentos	Vagens Sadias (un.)	Vagens Chochas (un.)	Sementes (n°)
Testemunha	131ab	23a	224,4a
10% de Mg	93,6a	14,2a	164a
MgOH_2 300g Mg L^{-1}	148,6b	22,8a	251a
$70\text{g/L Mg} + 140\text{g L}^{-1}\text{ Zn} + 70\text{g L}^{-1}\text{ B}$	134,4ab	23,2a	218,6a
10% de Mg + 20% de Zn + 17% de B	115,8ab	28a	185,8a
10% de Mg + 20% de Zn	138,8ab	29,4a	198a
17% de B + 20% de Zn	117,4ab	20,4a	199,8a
17% de B + 10% de Mg	137,8ab	23,4a	260a
CV (%)	20,92	63,4	24,35
F	2,146	0,509	1,958

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)



Revista Agrarian

ISSN: 1984-2538

(Comunicação Científica)

Portanto pode ser utilizada a adubação via foliar na soja, pois foi verificada uma tendência de incremento nos parâmetros vegetativos (peso fresco, peso seco e altura da soja) e para os parâmetros produtivos (vagens sadias e números de sementes), quando comparados à testemunha, ou seja, sem adubação foliar, portanto deve ser analisado o fator econômico.

Conclusão

A utilização de (17% de B +20% de Zn) provocou incremento em altura da cultura da soja, em relação a testemunha. Para os parâmetros produtivos conclui-se que o tratamento (17% de B + 10% de Mg) apresentou tendência de obter o melhor desempenho entre os tratamentos.

Agradecimentos

Ao Professor Dr. Hélio Grassi Filho pelo acompanhamento do experimento, e também ao Departamento de Recursos Naturais da FCA – UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade e contribuição científica.

Referências

BEVILAQUA, G.A.P.; FILHO, P.M.S.; 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, pg.31-34, 2002.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C.E.O. Leguminosas e Oleaginosas. In: RAIJ B. VAN, CANTARELLA, H. QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.G. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ed. Campinas: IAC, p.202. 1996. (Boletim Técnico 100).

CARVALHO, W.A.; ESPÍNDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado - Estação Experimental "Presidente Médici". **Boletim Científico - Faculdade de Ciências Agrônômicas**, v.1, p.1-95, 1983.

EMBRAPA SOJA. Correção e Manutenção da Fertilidade do Solo. Organizado por SOJA, Comitê de Publicações da Embrapa. Tecnologias

de Produção de soja- Região Central do Brasil 2006. Londrina: **Embrapa Soja: Fundação Meridional**, 2005. 220p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, ISSN 1677-8499; n.9).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SOLOS, 412 p. 1999.

MANN, E.N.; REZENDE, P.M. de; CARVALHO, J.G. de; CORRÊA, J.B.D. Efeito da adubação com manganês, via solo e foliar em diferentes épocas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, p.264-273, 2001.

MARUBAYASHI, O.M.; PEDROSO, P.A.C.; VITTI, G.C. Efeito de fontes e formas de aplicação de boro e zinco na cultura do cafeeiro. **Científica**, Jaboticabal, v.22, p.289-299, 1994.

OLIVEIRA JUNIOR, J.A. **Efeitos do manganês sobre a soja em solução nutritiva e em solo do cerrado do triângulo mineiro**. Piracicaba: CENA-USP, 1996. 69p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

RAIJ B. VAN; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise Química para fertilidade de solos tropicais** 1ª Edição, INSTITUTO AGRONÓMICO – FUNDAÇÃO IAC, 2001. 285p.

RANDALL, G.W.; SCHULTE, E.E.; COREY, R.B. Effect of soil and foliar-applied manganese on the micronutrient content and yield of soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.67, n.4, p.502-507. 1975.

REZENDE, P.M.; GRIS, C.F.; CARVALHO, J.G.; GOMES, L.L.; BOTTINO, L. Adubação foliar e épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.6, p.1105-1111, 2005.

SILVA, F.S.C & SILVA, F.P.C. Adubação foliar, Conquista da Química Agrícola. **Boletim da CAOB** n° 2, 3, 4. 1995.



Revista Agrarian

ISSN: 1984-2538

(Comunicação Científica)

STAUT, L.A. **ADUBAÇÃO FOLIAR COM NUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA,**

Disponível em:

<www.agrosoft.org.br/agropag/27309.htm>07/12/

2007, Acesso em: 22/07/2009

VITTI, G.C. Micronutrientes na cultura da soja.

Workshop. São Paulo: Manah S.A. Fertilizantes,

1999. 25p.