

Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja (*Glycine Max*)

Cleyton Musskopf¹ e Vanderlei Artur Bier¹

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

fazmusskopf@bol.com.br, vanbier@hotmail.com

Resumo: A cultura da soja (*glycine Max*), teve sua origem na China no século XI a.C, mas só chegou ao Brasil em 1882. Em 1970 se tornou a principal cultura do agronegócio brasileiro e deste período em diante aumento consideravelmente sua produtividade, graças a investimentos tecnológicos. Sendo um desses investimentos ligados a área de fertilidade de solo, tendo como objetivo estudar os solos brasileiros e corrigi-los para assim obter-se uma maior produtividade. Com o avanço dessa tecnologia pode-se desenvolver novos métodos de adubação, como por exemplo a adubação foliar, quem tem por objetivo complementar a adubação via solo. Sendo assim esse trabalho tem por objetivo avaliar o numero de vagens e grãos por vagem de plantas de soja tratadas com cálcio e boro. O experimento foi realizado em casa de vegetação, sendo o plantio realizado em vasos, cujo delineamento foi o de blocos ao acaso, o sorteio dos vasos foi feito através de números randômicos, com 4 tratamentos e 5 repetições. Os nutrientes cálcio e boro foram aplicados utilizando um pulverizador manual com capacidade para 500 ml sobre a cultivar de soja (*glycine Max*) Nidera 4990, nos estádios fenológicos R1 e R3. A colheita foi no estágio fenológico R6 quando a planta apresentou plena formação das vagens e grãos. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey com nível de significância de 5%, apresentando diferença significativa quanto a numero de vagens por planta e nenhuma diferença significativo quanto a numero de grãos por vagem em relação à testemunha.

Palavras Chave: Fertilidade, nutrição, vagens.

Effect of calcium and boron mineral fertilizer on the leaves of soybean (*glycine Max*)

Abstract: Soybean (*Glycine Max*), originated in China in the eleventh century BC, but only arrived in Brazil in 1882. In 1970 it became the main crop of Brazilian agribusiness and this period on substantially increase their productivity, thanks to technology investments. Being one of those investments linked to the area of soil fertility, in order to study the Brazilian soils and thus to correct them to obtain greater productivity. With the advancement of this technology can develop new methods of fertilization, such as foliar, who aims to complement the soil fertilization. Therefore this study aims to assess the number of pods and seeds per pod of soybean plants treated with calcium and boron. The experiment was conducted in a greenhouse, planting being carried out in pots, whose design was randomized blocks, the draw of the vessels was made by random numbers, with four treatments and five replications. The nutrients calcium and boron were applied using a sprayer with a capacity of 500 ml on the soybean (*Glycine max*) Nidera 4990, at growth stages R1 and R3. The harvest was in the R6 growth stage when the plant showed full pod formation and grain. The results were submitted to the Tukey test with significance level of 5%, showing significant difference in the number of pods per plant and no significant difference regarding the number of grains per pod than the control.

Keywords: Fertility, Nutrition, Pods.

Introdução

A soja (*Glycine Max*) surgiu no leste da China, mais precisamente no Vale do Rio Amarelo, considerado berço da civilização chinesa, onde foi domestica por volta do século XI a.C.; desse período em diante se espalhou por toda a china se tornando um dos principais grãos consumidos (Embrapa, 2003).

No início do século XIX, mais precisamente em 1804 a cultura teria chegado aos Estados Unidos, mas só em 1880 inicio-se a exploração comercial como planta forrageira (Mattos, 1987). Em 1941 houve um grande aumento na área da soja cultivada para grãos e em meados dos anos 60 o cultivo para forragem já havia desaparecido, dando lugar ao cultivo para grãos (Embrapa, 2003).

O primeiro registro da entrada da cultura no Brasil indicada que foi no estado da Bahia no ano de 1882, vinda dos Estados Unidos, onde o professor da escola de agronomia Gustavo Dutra realizou os primeiros estudos, como planta forrageira. Em 1891 o Instituto Agrônômico de Campinas, também realizou teste da cultura. Entretanto o primeiro cultivo se deu no ano de 1914 em Santa Rosa – RS, onde a soja encontrou condições favoráveis para o seu desenvolvimento (Embrapa, 2003).

Em 1960 impulsionada pelos subsídios políticos se tornou uma cultura economicamente importante para o Brasil, com uma produção de 206 mil toneladas. Na década seguinte teve um aumento para 1,5 milhões de toneladas, se tornando a principal cultura do agronegócio brasileiro (Embrapa, 2004). Deste período em diante teve um aumento expressivo na sua produtividade, chegando aos dias atuais com uma produção de 67,3 milhões de toneladas, representando 48,79% da produção nacional de grãos (Conab, 2010). Tudo isso devido não somente ao aumento de áreas cultivadas, mas também aos investimentos em novas tecnologias para o incremento de produtividade, sendo um desses investimentos na área de fertilidade do solo (Embrapa, 2003).

Os solos brasileiros agricultáveis de maneira geral têm a sua fertilidade natural baixa, ou seja, apresentam baixos teores de nutrientes necessários para suprir as necessidades da soja. Também apresentam alta acidez, baixo pH e na maioria dos casos alta concentrações de alumínio. Sendo assim, para que se tenha um bom desempenho produtivo da soja é necessário que se mantenha níveis adequados de nutrientes no solo e um equilíbrio entre os mesmos. Dessa forma é indispensável a utilização de corretivos de solos, como a calagem e fertilizantes minerais (Oliveira *et al.*, 2005).

Segundo Malavolta (1989), o método mais usado e mais eficiente para aplicação de fertilizantes minerais é via solo, graças a grande capacidade das raízes em absorver água e nutrientes, mas alguns fatores negativos do solo como lixiviação excessiva, fixação dos nutrientes pelo solo tornando-o indisponível, interação com outros nutrientes e também a mobilidade de alguns nutrientes tanto no solo, quanto na planta faz com que os produtores busquem métodos alternativos de aplicação, como a adubação foliar, já que as partes aéreas das plantas além de realizarem fotossíntese, também absorvem nutrientes.

A principal inovação na área de nutrição mineral de plantas dos dias atuais são os fertilizantes foliares, sendo eles compostos por macronutrientes e micronutrientes, na forma sólida com alto poder de solubilidade ou na forma líquido. Tendo como objetivo fornecer as plantas nutrientes de absorção rápida, servindo de complemento da adubação via solo, fornecendo os nutrientes quanto a planta realmente necessita deles, evitando e corrigindo deficiências (Camargo, 1970). Atualmente existem vários fertilizantes foliares disponíveis no mercado, uma formulação muito utilizada tem como base o cálcio e boro.

O cálcio é um elemento estrutural das plantas, importante na síntese da parede celular, germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico. Sendo assim, é um nutriente imprescindível para a fecundação das flores, fixação dos botões florais e formação de vagens (Faquin, 2005). Sua deficiência causa abortamento de flores e vagens, influenciando diretamente sobre a produtividade (Konno, 1967).

O boro é responsável pela movimentação dos açúcares dentro da planta; atua na formação das paredes celulares, divisão celular, germinação dos grãos de pólen, florescimento e formação de vagem. Sua deficiência causa baixa fecundação das flores, queda dos botões florais, redução no numero de vagens (Dechen *et al.*, 1991).

O cálcio e o boro têm mobilidade muito baixa dentro da planta, sendo assim apresentam deficiências nos meristemas vegetativos e florais, pólen, vagem e grãos, tendo sua maior concentração localizada nas folhas velhas, pois as mesmas realizam maior transpiração. O boro também é mais exigido para fecundação das flores e formação de vagens do que no crescimento vegetativo (Malavolta, 1980).

A época de maior exigência de nutrientes pela planta de soja é no estágio R1 ao R5 (Rosolem e Boaretto, 1989). Esses fatores indicam a necessidade da aplicação dos fertilizantes foliares sobre os órgãos de interesse, que no caso são os botões florais ou as flores (Brown e Shelp, 1997).

Souza *et al.* (2007), verificaram uma maior produtividade de sementes de soja com aplicação de cálcio e boro no estágio vegetativo R3. Bevilaqua *et al.* (2002), concluíram que

houve um maior rendimento da soja com aplicação de cálcio e boro nas fases de floração e pós-floração.

Esse trabalho tem por objetivo avaliar a influência da aplicação foliar de diferentes doses de cálcio e boro na quantidade de vagens que a planta segura e na quantidade de grãos por vagem na cultura da soja.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em uma estufa, que se encontra na área experimental do centro de desenvolvimento e difusão de tecnologia – CEDETEC, na Faculdade Assis Gurgacz, FAG, localizada no município de Cascavel–PR, no período de maio a agosto de 2010. O local apresenta as coordenadas geográficas 24°56'40"S e 53°30'31"W, com altitude média de 715 m. O solo da área experimental foi classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico. O clima é temperado úmido, com temperatura média anual em torno de 20°C, precipitação pluvial anual média de 2011 mm e umidade relativa do ar entre 75 e 81% (Amorim *et al.*, 2002).

Antes da instalação deste experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental e a análise de solo realizada de acordo com metodologia proposta por Raij e Quaggio (1983), apresentou as seguintes características químicas: matéria orgânica: 34,53 g.dm⁻³; pH (CaCl₂): 5,1; P: 6,47 mg.dm⁻³; K: 0,75 cmolc.dm⁻³; Ca²⁺: 7,91 cmolc.dm⁻³; Mg: 1,94 cmolc.dm⁻³; H⁺+Al³⁺: 6,21 cmolc.dm⁻³ B: 0,3 mg.dm⁻³ e saturação por bases de 63 %.

O solo foi coletado de um único local, misturado, homogeneizado e acomodado em vasos de 16 dm³ (16 litros) cada. As sementes foram tratadas com inoculante e semeadas manualmente em 14 de maio de 2010, utilizando-se 20 sementes da soja (*Glycine Max*) Nidera 4990 por vaso, plantadas a uma profundidade de 5 cm, com raleamento para 4 plantas após 15 dias da germinação deixando-se as plantas mais vigorosas. A adubação foi realizada juntamente com a semeadura e constou da aplicação de 400 kg.ha⁻¹ de super simples (20% de P₂O₅) e 67 kg.ha⁻¹ de cloreto de potássio (60% K₂O). Os tratos culturais consistiram da remoção manual de plantas invasoras.

O delineamento experimental utilizado para distribuição do experimento foi o de blocos ao acaso, sendo feito o sorteio dos vasos através de números randômicos, com 4 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 1x4x2, sendo 1 cultivar de soja (*Glycine Max*), 4 doses do fertilizante mineral foliar a base de cálcio

e boro (2; 1; 0,5; 0 kg.ha⁻¹) em 2 estádios fenológicos (R1- Início da floração e R3- Final da floração).

A fonte de Ca e B utilizada foi o fertilizante mineral foliar composto por Ca (13%) e B (8%), sendo esse produto dissolvido em água e aplicado via foliar diretamente na cultura, utilizando-se um pulverizador manual com capacidade para 500 ml de calda, cujo volume de calda emitido a cada pulverizada é de 1 ml.

O tratamento fitossanitário constitui-se da aplicação de inseticidas e fungicidas para o controle de pragas e doenças de acordo com as recomendações para a cultura da soja na região (Embrapa, 2004). O fornecimento de água foi realizado com um recipiente graduado, cuja quantidade por vaso foi de 1 litro por semana, divididos em 2 vezes.

A colheita foi realizada manualmente em cada vaso no estágio fenológico R6, quando a planta apresentou plena formação das vagens e grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à teste de normalidade pelo método de Kolgomorov & Smirnov. Em seguida aplicou-se o teste de Tukey com nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

A dosagem de 2 kg.ha⁻¹, apresentou média de 19,6±2,77 vagens por planta e 2,5±0,18 grãos por vagem, sendo que em 5 repetições o mínimo foi de 15,8 e o máximo de 22,8 vagens por planta e mínimo de 2,3 e máximo de 2,8 grãos por vagem.

A dosagem de 1 kg.ha⁻¹, apresentou média de 20,1±1,14 vagens por planta e 2,5±0,19 grãos por vagem, sendo que em 5 repetições o mínimo foi de 18,3 e o máximo de 21,3 vagens por planta e mínimo de 2,3 e máximo de 2,8 grãos por vagem.

A dosagem de 0,5 kg.ha⁻¹, apresentou média de 18,4±3,28 vagens por planta e 2,5±0,20 grãos por vagem, sendo que em 5 repetições o mínimo foi de 13,8 e o máximo de 22,5 vagens por planta e mínimo de 2,3 e máximo de 2,8 grãos por vagem.

A dosagem de 0 kg.ha⁻¹, apresentou média de 14,4±3,65 vagens por planta e 2,2±0,22 grãos por vagem, sendo que em 5 repetições o mínimo foi de 11 e o máximo de 20 vagens por planta e mínimo de 2,0 e máximo de 2,5 grãos por vagem.

Analizando a Tabela 1, verifica-se que somente a dose de 1 kg/ha se diferencia significativamente a nível de 5% em relação a quantidade de vagens. Resultados semelhantes foram encontrados por Bevilaqua *et al.* (2002), em cujo trabalho com cloreto de cálcio (0,5%

de Ca) e borato de sódio (0,25% de B), via aplicação foliar, mostrou aumento no número de vagens por planta de soja. Moreira (2008), também obteve resultados significativos quanto ao número de vagens por planta de soja tratadas com cloreto de cálcio no estágio R2.

Segundo Rosolem *et al.* (1990), existe alta correlação negativa entre teor de Cálcio e boro na planta e número de flores e vagens abortadas. Fato esse explicado pelo fator fisiológico da planta de soja, onde o cálcio e boro não são redistribuídos para novas brotações, flores e vagens, devido a mesma concentrar esse nutriente na folhas velhas que apresentam maiores taxas transpiratórias (Malavolta, 1980). Outro fator é a germinação do tubo polínico que tem o seu crescimento e orientação baseado na concentração de cálcio, onde na falta do mesmo não ocorre a germinação (Pierson *et al.* 1994, Malho e Trewavas 1996, Pierson *et al.* 1996).

O boro também participa nesse aspecto causando aumento de calose e indução de fitoalexinas no estigma e estilete se houver deficiência (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Nas demais aplicações (0,5, 2 kg.ha⁻¹), não houve diferença significativa. O coeficiente de variação foi de 15,84%, indicando homogeneidade com média dispersão. Para o número de grãos por vagem não houve diferença significativa, ou seja, a quantidade de grãos nas vagens independe da aplicação de Ca e B. Fato esse explicado pela característica genética da cultivar que é de 2 a 3 sementes por vagem. Concordando com os resultados obtidos por Silva *et al.* (2006), onde em experimento realizado com aplicação foliar de cálcio e boro no Feijoeiro, não obteve resultado significativo quando ao número de sementes por vagem. O coeficiente de variação foi de 8,03%, indicando homogeneidade com baixa dispersão.

Tabela 1: Comparação de médias dentro de cada nível de dose e coeficiente de variação (CV%) das médias.

Doses kg.ha ⁻¹	Médias de vagens	Médias de grãos por vagem
2	19,60 ab	2,52 a
1	20,08 a	2,52 a
0,5	18,38 ab	2,48 a
0	14,42 b	2,22 a
CV%	15,84	8,03

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De acordo com a Figura 1 observa-se que o gráfico apresenta um crescimento polinomial para ambas as variáveis, demonstrando um aumento no número de vagens até a dosagem de 1kg.ha⁻¹ em relação a testemunha (0 kg.ha⁻¹), ocorrendo um decréscimo em

dosagens maiores. Com grau de determinação de 99,61%. Decréscimo que pode ser devido a toxidez causado pelo excesso de boro (Furlani *et al*, 2001), já que o produto é uma mistura de sais solúveis. Verifica-se também um pequeno aumento, não significativo para o numero de grãos por vagens, se estabilizando ao nível de 1kg.ha⁻¹. Com grau de determinação de 95%.

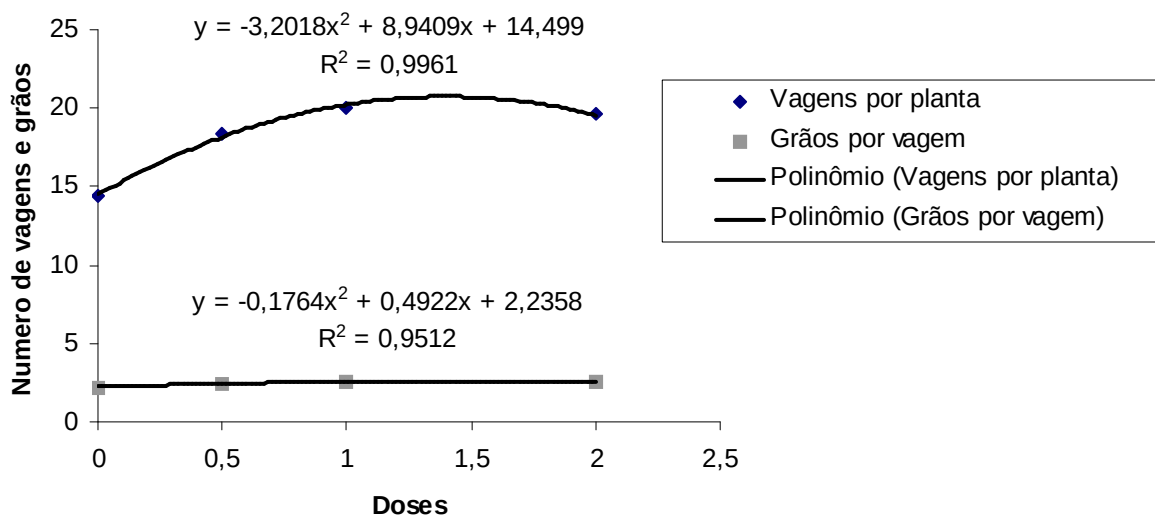


Figura 1: Modelo de regressão para numero de vagens em relação a doses de cálcio e boro.

Conclusão

Por meio deste trabalho, pôde-se concluir que a aplicação de cálcio e boro na concentração de 1 kg.há⁻¹, via foliar na cultura da soja nos estádios R1 e R3, apresentou resultados significativos a nível de 5% de probabilidade quanto ao aumento do numero de vagens por planta. Já quanto ao aumento no numero de grãos por vagem não houve resultado significativo a nível de 5% de probabilidade.

Referências

AMORIM, F.C.R.; RICIERI, P.R.; FILHO V.S.J.; AMORIM, C.F.R. **ANÁLISE DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA REGIÃO DE CASCAVEL/PR**. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, 2002.

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**, Santa Maria, vol.32, no.1, Feb. 2002.

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. **Revista Ciência Rural**. 2002, V.32, n.1, p.31-34. ISSN 0103-8478. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782002000100006&script=sci_arttext>. Acesso 08/10/2010 as 08:00 hrs.

BROWN, P.H.; SHELP, B.J. Boron mobility in plants. In: DELL, B.; BROWN, P.H. & BELL, R.W. eds. **Boron in Soils and Plants**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1997, p.85-101.

CAMARGO, P.N.; **Princípios de nutrição foliar**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1970. p. 9-72.

COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO-CONAB. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 29 abr. 2010.

DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A.C. Função dos micronutrientes nas plantas. Organizado por FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato e CNPq, 1991. p.66-78.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Central Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília:1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004**. Disponível em <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>. Acesso em: 30 abr. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja – Paraná 2004. Londrina, 2003. 218 p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183p.

FURLANI, A.M.C.; TANAKA, R.T.; TARALLO, M.; VERDIAL, M.F.; MASCARENHAS, H.A.A. Exigência a boro em cultivares de soja. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 25:929-937, 2001.

KONNO, S. Physiological study on the mechanisms of seed production of soybean plant. I. **Influence on the chemical composition and seed production of the nutrient element deficiency at the flowering stage**. Proc. Crop. Sci. Soc, 1967. p.238-247.

MALAVOLTA, E. **Abc da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres. 5º Ed. 1989. 160p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.

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

MALHO R.; TREWAVAS, A.J. Localized apical increases of cytosolic free calcium control pollen tube orientation. **Plant Cell** 8: 1935-1949, 1996.

MATTOS, M. P. **Soja a mais importante oleaginosa da agricultura moderna**. São Paulo: Editora ícone, 1987. 73 p.

MOREIRA, A.A.; LEITE, R.A.; NETO, I.P. Cultivo da soja (glycine max (l.) merrill) submetido à adubação foliar com cálcio. **Revista Eletrônica da Pesquisa**. Minas gerais, 2008. Disponível em: http://www.unipam.edu.br/perquirere/file/file/2008_ca/cultivo_da_so_lja.pdf. 08/10/2010 as 08:00 hrs.

OLIVEIRA, P.I. et al. **Manutenção e correção da fertilidade do solo para inserção do cerrado no processo produtivo**. Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, Goiás, ISSN 1808-8597, v.1, n.1, ago. 2005. 50-64 p.

PIERSON, E.S.; MILLER, D.D.; CALLAHAM, D.A.; SHIPLEY, A.M.; RIVERS, B.A.; CRESTI M, HEPLER PK. Pollen tube growth is coupled to the extracellular calcium ion flux and the intracellular calcium gradient: effect of BAPTA-type buffers and hypertonic media. **Plant Cell** 6: 1815-1828, 1994.

PIERSON, E.S.; MILLER, D.D.; CALLAHAM, D.A.; VAN AKEN J.; HACKETT, G.; HEPLER, P.K. Tip-localized entry fluctuates during pollen tube growth. **Dev Biol** 174: 160-173, 1996.

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

ROSOLEM, C.A.; BOARETTO, A.E. A adubação foliar em soja. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill. 1989. 500p.

ROSOLEM, C.A.; BOARETTO, A.E.; NAKAGAWA, J. Adubação foliar do feijoeiro. VIII. Fontes e doses de cálcio. **Revista Científica**, São Paulo, v.18, p.81-86, 1990.

SILVA, T.R.B.; SORATTO, R.P.; BÍSCARO, T.; LEMOS, L.B. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.1, p. 46 - 52, 2006.

SOUZA, L.C.D.; SÁ, M.E.; CARVALHO, M.A.C.; SIMIDU, H.M. Produtividade de quatro cultivares de soja em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro. **Revista de biologia e ciências da terra**. V.8, n.2, 2008.

Recebido em: 28/11/2010

Aceito para publicação em: 18/12/2010