

## Adução foliar a base de cálcio e boro no cultivo da soja (*Glycine max*)

SEIDEL, E. P.<sup>1</sup>; BASSO, W. L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professora do curso de agronomia/Unioeste, Rua Pernambuco, 1777. Centro. Marechal Cândido Rondon. CEP 85960-000. e-mail: edleusa.seidel@unioeste.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo. Rua Marechal Deodoro, 620. Centro. e-mail: walter\_basso@hotmail.com

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de cálcio e boro, aplicados em pulverização foliar, em diferentes estádios da cultura de soja, nos componentes de produção e produtividade da soja (*Glycine Max*). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro blocos. Os tratamentos consistiram na aplicação do fertilizante foliar comercial a base de cálcio e boro (10,0% Ca, 0,5% B) na cultura da soja na dose de 3,0 L ha<sup>-1</sup> em quatro épocas: 10 dias antes do florescimento (botões florais fechados) estágio R1, no florescimento pleno (mais de 80% com antese floral) estágio R2, 15 dias após o florescimento pleno (vagens com 3 a 5mm) estágio R3 e 30 dias após o florescimento pleno (vagens com 15mm) estágio R4, e uma testemunha sem aplicação de fertilizante foliar. A aplicação foliar de Ca e B não influenciaram a produtividade da soja em nenhum estágio de aplicação. O número de vagens por planta, número médio de grãos por vagem e massa de mil grãos não diferiram estatisticamente com a aplicação foliar de Ca e B, provavelmente devido ao teor adequado dos mesmos no solo e boa disponibilidade hídrica durante o desenvolvimento da cultura.

Palavras-chave: fertilizante foliar, peso de grãos, produtividade.

### ABSTRACT

#### Foliar fertilization with calcium and boron in the cultivation of soybean (*Glycine max*)

The objective of this study was evaluated the effects of calcium (Ca) and boron (B), applied to leaf spraying at different stages of soybean, on yield components and productivity of soybean (*Glycine Max*). The experimental design was randomized blocks with four blocks. The treatments consisted of spraying the commercial solution with calcium and boron (10.0% Ca, 0.5% B), at dose of 3.0 L ha<sup>-1</sup> in four different phases: 10 days before flowering (flower buds closed) R1 stage, in full bloom (with more than 80% anthesis) R2 stage, 15 days after full bloom (pods with 3 to 5mm) R3 stage and 30 days after full bloom (pods with 15mm) R4 stage, and a control without application of foliar fertilizer. The yield components evaluated were legumen number/plant, grain number/legumem, grain weight and productivity. Application of Ca and B did not influence soybean yield in any application stage. The yield components; legumen number/plant, grain number/legumem, grain weight did not differ significantly with application to leaf spraying of Ca and B, probably due to their adequate content in soil and water availability during the growing season.

**Keywords:** *Glycine max*, grain yield, leaf fertilizer.

## INTRODUÇÃO

O Paraná possui uma área cultivada com soja de 4,5 milhões de hectares e produção anual com cerca de 14,14 milhões de toneladas (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2010). O aumento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja estão aliados aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias no setor produtivo, estando nessa situação o uso de fertilizantes minerais de aplicação foliar, entre outras tecnologias (SOUZA et. al, 2008).

A adubação foliar permite complementar de maneira equilibrada a fertilização do solo, ou mesmo para situações de estresse quando se pretende uma resposta rápida da cultura, em caso de carência de nutrientes (FILGUEIRA, 2003).

O boro (B) e cálcio (Ca) são nutrientes essenciais para as culturas (BORKERT, et al 1994; VERRISMO et al. 2006). Todavia, no caso do B a adubação deve ser cuidadosa, pois a faixa entre a deficiência e a toxicidade é estreita; quando comparada aos demais nutrientes (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

O B na fase sólida do solo, é encontrado em três formas: nos minerais silicatados e adsorvido em argilominerais e na matéria orgânica; e nos hidróxidos de Al e Fe, já o Ca a apresenta principalmente nas formas de carbonatos (metamórfico ou sedimentar), sulfatos e silicatos (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

As principais funções do cálcio na planta são atuar na formação do pectato de cálcio, presente na lamela média da parede celular, na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico (FAQUIN, 2005). Já o boro apresenta importante função na translocação de açúcares e no metabolismo de carboidratos. Desempenhando um papel importante no florescimento, no metabolismo do nitrogênio e na atividade de hormônios (ROSELEM et al. 1990; DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

A época de aplicação do cálcio e boro também não é consenso, para muitos é preciso aplicar diretamente na flor, quando a lavoura estiver em plena floração (BEVILAQUA et al. 2002), diminuindo o abortamento e aumentando a probabilidade da flor se tornar vagem e grãos. Segundo Marschner (1995), a maior demanda de B ocorre na fase de formação das sementes, pois o mesmo desempenha função no crescimento do tubo polínico e na germinação do grão de pólen. Especialistas dizem que em média ocorre abortamento entre 45% a 70% das flores, pois a translocação do cálcio e boro é reduzida.

As respostas à adubação foliar com Ca e Bo têm sido variáveis. Diversos experimentos, realizados com soja, não apresentaram aumento de produtividade alguns trabalhos demonstrando vantagem na utilização de adubos foliares (MACEDO et al, 2002; STAUT, 2007; ARANTES et al.2009).

Entretanto, aumentos significativos foram obtidos por Bevilaqua et al. (2002) testando diferentes épocas de aplicação de Ca e B observaram que a aplicação foliar no período de pleno florescimento (80% com antese floral) aumentou o número de vagens por planta, de grãos por vagem e o peso de sementes por planta na cv. BR 16. Souza et al. (2008) trabalharam com a aplicação de fertilizante foliar a base de Ca e B na soja e encontraram que a massa de 100 sementes foi superior quando o adubo foliar foi aplicada no estágio R3 (vagens com 3 a 5mm), indicando que a aplicação proporcionou maior acúmulo de matéria seca.

De acordo com Resende (2004) é frequente a indicação desses produtos sem diagnóstico da lavoura que justifique sua aplicação, e na cultura da soja os agricultores são induzidos a fazer aplicações foliares de micronutrientes durante o ciclo da cultura sem o devido critério.

Objetivou-se avaliar os efeitos de cálcio e boro, aplicados via pulverização foliar, em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura de soja, buscando correlacionar os componentes de produção e a produtividade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* de Marechal Cândido Rondon-PR. Marechal Cândido Rondon está localizado na Mesorregião Geográfica Oeste Paranaense e na Microrregião de Toledo, coordenadas 24° 33' de latitude Sul e 54° 31' de longitude Oeste e altitudes que variam entre 220 m e 490 m, com média de 420 m na sede municipal.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é subtropical úmido mesotérmico do tipo Cfa. A precipitação média anual é em torno de 1500 mm. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho eutroférico, de textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro blocos. Os tratamentos consistiram de aplicação de um fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro, em quatro épocas: 10 dias antes do florescimento (botões florais fechados) estágio R1, no florescimento pleno (mais de 80% com antese floral) estágio R2, 15 dias após o florescimento pleno (vagens com 3 a 5mm) estágio R3 e 30 dias após o florescimento pleno (vagens com 15mm) estágio R4, e uma testemunha sem nenhuma aplicação de fertilizante foliar.

Antes da implantação do experimento amostras de solos foram coletadas na profundidade de 0 a 0,20 m para análise química. A análise química apresentou as seguintes características químicas: pH (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>)= 4,87; P (Mehlich)= 14,30 mg dm<sup>-3</sup>; H+ Al (SMP 7,5)= 6,01; Al (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>)= 0,20 cmol dm<sup>-3</sup>; k (Mehlich)= 0,39 cmol dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>+2</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>)= 9,81 cmol dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>+2</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>)=4,03 cmol dm<sup>-3</sup>; B (Cloreto de Bário)= 0,25 mg dm<sup>-3</sup>; CTC= 20, 24 cmol dm<sup>-3</sup>; V%= 70,32.

A área experimental vem sendo cultivada em sistema de plantio direto consolidado. A semeadura da soja foi realizada mecanicamente no dia 02 de novembro com espaçamento de 0,45 m entrelinhas, colocando 18 sementes por metro a uma profundidade de 0,05 m. Foi sob a palhada de milho, em sistema de plantio direto. A variedade de soja utilizada foi CD 202, sendo seu ciclo total de 116 a 130 dias, seu ciclo vegetativo vai de 46 a 60 dias tendo seu hábito de crescimento determinado. Foi realizada a adubação de manutenção com o formulado 0-20-15 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O respectivamente na quantidade de 300 kg ha<sup>-1</sup>. De acordo com a análise química não foi necessária à correção de acidez do solo.

As aplicações de adubo foliar foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado (CO<sub>2</sub>). Para o fornecimento de cálcio e boro foi utilizado um produto formulado que continha 10,0% de Ca e 0,5% de B, na dose de 3,0 L ha<sup>-1</sup>, com um volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, conforme recomendação do fornecedor. Esta solução foi pulverizada nos diferentes estádios fenológicos, e em dose única em cada tratamento.

O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizados conforme recomendação técnica. A colheita foi realizada no dia 5 de março, sendo colhida apenas à área útil da parcela, eliminando as duas linhas de cada lateral e 0,5 m em cada extremidade, totalizando uma parcela útil de 3,6 m<sup>2</sup>. As plantas foram colhidas inteiras mantendo as vagens em cada planta.

Para avaliação dos componentes de produção foram coletadas 10 plantas ao acaso dentro da área útil de cada parcela. Avaliou-se: a) o número de vagens por plantas: foram destacadas e contadas as vagens que apresentavam sementes, dividindo-se o valor obtido pelo número de plantas avaliadas. b) o número médio de grãos por vagem: foram contados os grãos de todas as vagens provenientes das 10 plantas, dividindo-se o valor obtido pelo número total de vagens. c) a massa de mil grãos: foram contadas oito amostras de 100 sementes, que foram pesadas em balança analítica, corrigidos para 13% de umidade. d) a produtividade de grãos foram colhidas todas as plantas contidas na área útil de cada parcela. As plantas foram arrancadas e submetidas à triagem mecânica, sendo os grãos pesados e determinado o teor de água para correção de massa a 13% de umidade (base úmida). A seguir, calculou-se a produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos ao teste F da análise de variância e as médias dos tratamentos com diferenças significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro com o auxílio do software SAEG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não revelou valores significativos para os componentes de rendimento e produtividade da soja. Desta forma, pode-se inferir que a aplicação de Ca e B via fertilizante foliar não influenciaram o desenvolvimento e produtividade da cultura da soja (Tabela 1).

**Tabela 1.** Médias dos tratamentos para os componentes de produção número de vagens por planta (NVPP), número de grãos por vagem, massa de mil grãos (MMG) e produtividade, em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro em diferentes épocas de aplicação da cultura da soja

Época de Tratamento	NVPP	NMGPV	MMG (g)	PRODUTIVIDADE ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
Aplicação - estágio R2	78,07 <sup>ns</sup>	2,13 <sup>ns</sup>	130,93 <sup>ns</sup>	3222 <sup>ns</sup>
Aplicação - estágio R2	72,45 <sup>ns</sup>	2,14 <sup>ns</sup>	133,21 <sup>ns</sup>	3050 <sup>ns</sup>
Aplicação - estágio R3	78,95 <sup>ns</sup>	2,14 <sup>ns</sup>	130,12 <sup>ns</sup>	3233 <sup>ns</sup>
Aplicação - estágio R4	83,92 <sup>ns</sup>	2,14 <sup>ns</sup>	134,10 <sup>ns</sup>	3547 <sup>ns</sup>
Testemunha	70,87 <sup>ns</sup>	2,12 <sup>ns</sup>	130,08 <sup>ns</sup>	2997 <sup>ns</sup>
CV%	14	2,0	5,0	17

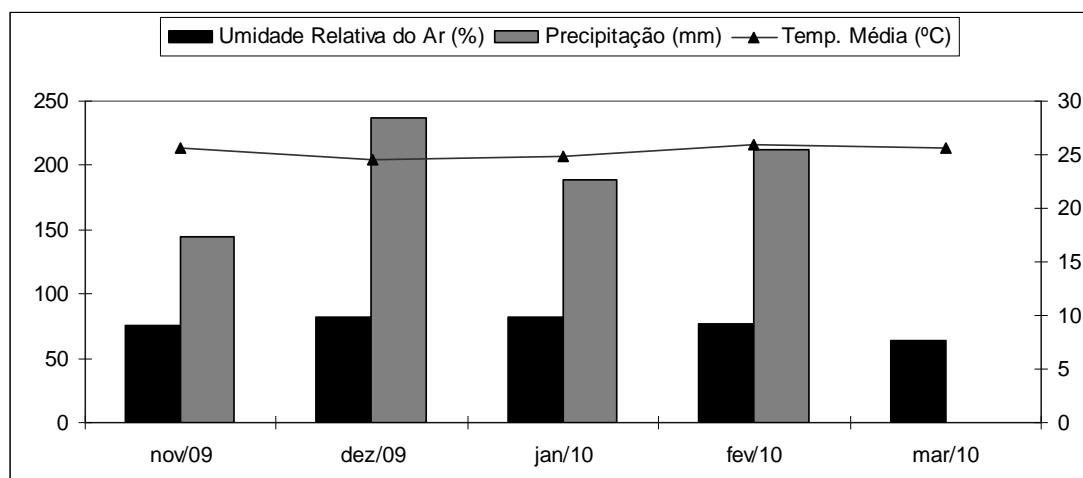
ns – não significativo a 5% de probabilidade.

Uma provável explicação de não ter diferença significativa na produtividade da soja, pela aplicação foliar de Ca e B é que seus teores no solo encontravam-se adequados ( $9,81 \text{ cmol dm}^{-3}$  e  $0,25 \text{ mg dm}^{-3}$  respectivamente) e foram capazes de suprir a demanda destes elementos para a cultura da soja, que pode ser constatado pela boa produtividade da cultura (Tabela 1). Corroborando com os resultados Marschner (1995) ao estudar a deficiência de B em grama preta não constatou redução no peso de matéria seca das sementes, mas constatou uma redução na viabilidade de germinação das mesmas.

Outro fator que pode ter contribuído para que a adubação foliar não fosse significativa é que o B e Ca possuem pouca mobilidade no floema, ou seja, o elemento não possui características de se deslocar de partes velhas da planta para regiões de crescimentos, partes novas e conseqüentemente de maior demanda. Exceções de mobilidade são feitas às plantas que produzem polióis; que são compostos com

características de complexar o boro tornando-o móvel no floema, como é o caso das amendoeiras, macieira e nectarinas (Yamada, 2000). Embora, Phillips e Smith (1974), afirmam que a soja contém grandes quantidades da molécula cis-diol-pinitol o que pode resultar em mobilidade do B no floema.

As condições hídricas também influenciam na absorção de Ca e B. Em condições de déficit hídrico os sintomas de deficiências podem ocorrer (DECHEN & NACHTIGALL, 2006); pois pode haver uma redução na disponibilidade de micronutrientes e a adubação foliar neste caso é justificada, pois haveria um declínio na produtividade. De acordo com os dados meteorológicos obtidos da região a quantidade de chuva e sua distribuição durante o ciclo da cultura foram adequadas (figura1). Ou seja, não houve déficit hídrico para a cultura, principalmente na fase de florescimento que demanda maior quantidade de Ca e B. Provavelmente, a absorção destes elementos foi adequada. O que resultou em número de vagens por planta, número médio de grãos por vagem e massa de mil grãos iguais estatisticamente.



**Figura 1.** Dados meteorológicos durante o ciclo da cultura da soja, durante o período de 2 de novembro de 2009 até 5 de março de 2010. Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda Experimental da Unioeste.

Corroborando com os resultados Ben et al. (1993); Macedo et al (2002); Prada Neto et al. (2007); Andrade Moreira et al.(2007); Kappes et al. (2008) e Arantes et al. (2009) não encontram diferenças significativas com a aplicação com Ca e/ou B.

Os resultados obtidos diferem dos trabalhos realizados por Bevilaqua, Silva Filho & Possenti, (2002), onde a aplicação foliar de Ca e B no feijoeiro aumentaram: o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e também o peso dos grãos por planta de soja, quando aplicados na fase de floração.

Uma sugestão para novos trabalhos é fazer mais de uma aplicação durante o ciclo da cultura o que poderia aumentar a eficiência da adubação foliar.

## CONCLUSÃO

A aplicação de adubo foliar a base de cálcio e boro na dose de 3 L ha<sup>-1</sup>, independente do estágio de desenvolvimento (R1, R2, R3 e R4) não influenciou os componentes de produção e produtividade da soja.

O número de vagens por planta, número médio de grãos por vagem e massa de mil grãos não diferiram estatisticamente com a aplicação foliar de Ca e B, provavelmente devido ao teor adequado dos mesmos no solo e boa disponibilidade hídrica durante o desenvolvimento da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES; R. P.; et al. Aplicação foliar de cálcio e boro a base de cloreto de cálcio e ácido bórico misturado no tanque para avaliação de rendimento da semente de soja. **Revista Científica da Fundação Educacional de Ituverava**, v. 6, n. 2, 2009.

BEVILAQUA, G.A.P.; SILVA FILHO, P.M.; 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, p.32-34, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, safra 2009/2010, sétimo levantamento**. Brasília: Conab, abr. 2010. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/obs\\_trigo/conab/07\\_levantamento\\_abr2010.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/obs_trigo/conab/07_levantamento_abr2010.pdf)>.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M.S. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 13, p. 328-352.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1997. 212p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2006) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro. p. 306.

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

FILGUEIRA FAR. **Novo manual de agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 2003. 412 p.

KAPPES, C.; GOLO, A.L.; CARVALHO, M.A.C. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.9, n.3, p.291-297, 2008.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher plants**. 2<sup>a</sup> ed. London, Academic Press, 1995. 889 p.

MACEDO, F.B. et al. Boro no plantio e Ca e B em adubação foliar na produção da soja. **Revista Ecosistema**, v. 27, n.1, 2002.

PHILIPS, D.W.; SMITH, A.E. Soluble carbohydrates in soybean. **Canadian Journal Botanic**, n. 52, p.2447-2452, 1974.

PRADA NETO, I.; LIMA, G.C.; CARDOSO, F.S.; CAMILO, L.M.S.L; MOREIRA, A.A.; SOUZA, C.H.E.; CAIXETA, R.P. Avaliação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a doses e épocas de aplicação de cálcio foliar. **Anais do XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**. Gramado – RS, 9 de agosto de 2007.

RESENDE, A.V. **Adubação da soja em áreas de cerrado: micronutrientes**. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 2004.

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

SOUZA, L.C.D. et al. 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.1, p. 37-44, 2008.

STAUT, L. A. **Adubação foliar com nutrientes**. Dourados: EMBRAPA/CPAO, 2007.

VERRISSIMO, V.; HERTER, F.G.; RODRIGUES, A.C.; TREVISAN, R.; MARAFON, A.C. Níveis de cálcio e boro de gemas florais de pereira (*Pyrus* sp.) no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, n.1, p.28-31, 2006.

YAMADA, T. **Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas?** *Informações agronômicas*, n. 90, pp. 1-5, 2000.

ANDRADE MOREIRA, A.; ARAÚJO LEITE, R.; PRADA NETO, I; C ULTIVO DA SOJA (*GLYCINE MAX* (L.) M ERRILL) SUBMETIDO À ADUBAÇÃO FOLIAR COM CÁLCIO. *Perquirére, revista eletrônica da Pesquisa*. Edição 5, Ano 5, 2008.