

## ADUBAÇÃO BORATADA FOLIAR NA CULTURA DA SOJA

Juliano Carlos Calonego<sup>(1)</sup>, Kaio Ocani<sup>(2)</sup>, Maicon Ocani<sup>(2)</sup>, Carlos Henrique dos Santos<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Professor Doutor da Faculdade de Agronomia, Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE. Rodovia Raposo Tavares, km 572, CEP 19067-175, Presidente Prudente-SP. juliano@unoeste.br; <sup>(2)</sup>Engenheiro Agrônomo; <sup>(3)</sup> Professor Doutor da Faculdade de Agronomia, Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE.

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar as resposta da soja à adubação boratada foliar, em diferentes épocas e doses de aplicação. O experimento foi realizado em Borrazópolis (PR) na safra 2008/2009. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram os seguintes: 1 kg ha<sup>-1</sup> de Boro na fase V4; 1 kg ha<sup>-1</sup> de Boro na fase R2; 0,5 kg ha<sup>-1</sup> de Boro na fase V4 e 0,5 kg ha<sup>-1</sup> na fase R2; 2 kg ha<sup>-1</sup> de Boro na fase V4; 2 kg ha<sup>-1</sup> de Boro na fase R2; 1 kg ha<sup>-1</sup> de Boro na fase V4 e 1 kg ha<sup>-1</sup> na fase R2, além do tratamento testemunha. Foram analisados o teor de macro e micronutrientes no tecido foliar, além da produtividade, massa de 100 grãos, número de grãos por vagem e teor de nutrientes nos grãos. Os resultados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Houve resposta da adubação boratada foliar quanto aos teores de N foliares e de K nos grãos. A adubação boratada não interferiu na produtividade de grãos de soja.

**Palavras-chave:** Adubação foliar, Boro, *Glycine max* (L.) Merrill.

### LEAF SPRAY FERTILIZATION OF BORON IN THE SOYBEAN CROP

#### ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate soybean response to boron (B) fertilization leaf at different times and rates of application. The experiment was conducted in Borrazópolis (PR) in the 2008/2009 season. We used the experimental design in blocks with seven treatments and four replications. The treatments were: 1 kg ha<sup>-1</sup> of B in the V4 stage, 1 kg ha<sup>-1</sup> of B in the R2 stage, 0.5 kg ha<sup>-1</sup> of B in the V4 stage and 0.5 of B in the V4 stage, 2 kg ha<sup>-1</sup> of B in the V4 stage, 2 kg ha<sup>-1</sup> of B in the R2 stage, 1 kg ha<sup>-1</sup> of B in the V4 stage and 1 kg ha<sup>-1</sup> of B in the R2 stage, beyond the control treatment. We analyzed the content of macro and micronutrients in the leaves, as well as yield, weight of 100 grains, grain number per pod and nutrient content in grains. The results were subjected to analysis of variance (F test) and means compared by Tukey test at 5% probability. There was response from Leaf spray fertilization of B on the concentrations of N and K in the grains. The boron fertilization did not affect the grain yield of soybean.

**Keywords:** Leaf fertilization; Boron, *Glycine max* (L.) Merrill.

## INTRODUÇÃO

Soluções contendo um ou mais nutrientes são bastante utilizada na adubação foliar. Algumas vantagens deste método de aplicação são: as doses são muito menores que a utilizada nas aplicações via solo; a distribuição é uniforme e fácil; as respostas aos nutrientes aplicados são quase que imediatas e, conseqüentemente, as deficiências podem ser corrigidas durante a estação de crescimento e as suspeitas de deficiência são diagnosticadas mais facilmente. Algumas desvantagens são; a demanda de nutrientes é geralmente muito alta quando as plantas são pequenas e a superfície foliar é insuficiente para a absorção; a concentração excessiva de sais pode resultar em queimaduras nas folhas e a adubação foliar apresenta muito pouco efeito residual (HEATHCOTE; SMITHSON, 1974).

A carência de boro (B) é muito comum no País, particularmente em solos arenosos e pobres em matéria orgânica (OLIVEIRA et al., 1996), o que tem provocado grandes perdas de produtividade em algumas culturas (MARIANO et al., 2000). O B é um elemento essencial ao crescimento das plantas, participando de vários processos, como transporte de açúcares, lignificação, estrutura da parede celular, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA, respiração, metabolismo de AIA, metabolismo fenólico, metabolismo de ascorbato, além de ter função na síntese da parede celular e integridade da membrana plasmática (CAKMAK; RÖMHELD, 1997). Para Malavolta et al. (1997), o B influi na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, aumenta o pegamento de flores e a granação e causa menor esterilidade masculina e menor chochamento de grãos. A exigência nutricional das culturas, em geral, torna se mais intensa com o início da fase reprodutiva. Essa maior exigência deve-se ao fato de os nutrientes serem essenciais à formação e

ao desenvolvimento de novos órgãos de reserva (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Além da melhor fecundação das flores e formação de grãos, o B interfere na retenção das vagens recém-formadas (canivetes), além de atuar no crescimento do meristema, diferenciação celular, maturação, divisão celular e crescimento das plantas (PRADO, 2008).

Assim como o cálcio (Ca), o B apresenta baixa mobilidade dentro do floema, portanto, de difícil redistribuição das folhas mais maduras para os pontos de maior exigência como os tecidos meristemáticos. Isto implica na necessidade de uma constante disponibilidade ou suprimento deste nutriente durante a fase vegetativa das plantas (TANAKA, 1992).

Bevilaqua et al. (2002) afirma que o interesse pelo fornecimento de nutrientes para as plantas por meio da adubação foliar tem crescido tanto no Brasil como em outras partes do mundo onde a tecnologia agrícola encontra-se em estágio muito avançado. No entanto, para obter-se sucesso com o uso desta técnica é necessário saber quando utilizá-la, qual nutriente deve ser utilizado e quais as épocas e dosagens a serem aplicadas. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e a nutrição da soja, em função de diferentes doses de B aplicadas em diferentes épocas, com e sem parcelamento.

## MÉTODOS

O experimento foi instalado na cidade de Borrazópolis (PR), em um solo classificado como Nitossolo Vermelho eutrófico argiloso (EMBRAPA, 2006).

Antes de iniciar o experimento, amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm e encaminhadas para análises químicas (RAIJ et al., 2001) e granulométrica (EMBRAPA, 1997), que revelaram os seguintes resultados: pH 4,9, 27 g dm<sup>-3</sup> de MO, 29 mg dm<sup>-3</sup> de P, 5,6, 48, 10, 2, 20, 64 e 83 mmolc dm<sup>-3</sup> de K, Ca, Mg, Al,

H+Al, SB e CTC, respectivamente, além de 292, 59, 22, 6 e 0,43 mg dm<sup>-3</sup> de Mn, Fe, Cu, Zn e B, respectivamente. Os teores de argila, silte e areia foram de 600, 300 e 100 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

A semeadura da cultura foi feita em sistema de plantio direto na safra de 2008/2009, realizada no dia 16 de novembro de 2008. Utilizou-se 15 sementes por metro linear, com espaçamento entre linhas de 0,50 m. A variedade utilizada foi a BRS 214 RR (transgênica) com adubação de 105 kg ha<sup>-1</sup> do adubo na fórmula 08-28-16. A semeadura da soja foi realizada após o cultivo de trigo e antes de realizar a semeadura da cultura foi feito a dessecação do mato utilizando o herbicida não seletivo (glyphosate) para o total controle das plantas daninhas. Após a semeadura escolheu-se rigorosamente o local para ser instalado o trabalho, identificando uma área que se apresenta maior uniformidade de *stand*. Delimitou-se as parcelas experimentais, com as parcelas contendo 4 m de comprimento com 5 linhas de semeadura. Entre as parcelas e entre os blocos foi mantida uma distância de 1 m de carreador, evitando dessa forma possíveis contaminações dos tratamentos.

O delineamento experimental usado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos com adubação boratada foliar na soja foram os seguintes: 1 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4; 1 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase R2; 0,5 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4 e 0,5 kg ha<sup>-1</sup> na fase R2; 2 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4; 2 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase R2; 1 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4 e 1 kg ha<sup>-1</sup> na fase R2, além do tratamento testemunha (0 kg ha<sup>-1</sup> de B). Utilizou-se o ácido bórico (17% de B) como fonte de B.

As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal manual, a regulagem foi feita medindo 20 m em linha reta e marcando o tempo gasto para percorrer o trajeto, sempre mantendo a regularidade da velocidade dos passos (aproximadamente 1 m s<sup>-1</sup>). O bico utilizado foi o leque 110-02 mantido a uma distância

aproximada de 35 cm do ápice da cultura. A vazão de calda em que foi regulada a aplicação foi de 200 litros ha<sup>-1</sup>.

No decorrer do período de cultivo foi realizado o manejo fitossanitário, com aplicação de inseticida a base do ingrediente ativo Methamidophós para o controle de lagartas e percevejos. Para o controle de doenças foi usado um fungicida contendo os ingredientes ativos Pyraclostrobin + Epoxiconazole, para prevenir a incidência da Ferrugem-asiática. Também foi realizado o controle das plantas invasoras com aplicação de herbicida a base de Glyphosate. Todos estes tratamentos culturais foram feitos utilizando pulverizador acoplado ao trator.

Uma semana após a segunda aplicação do fertilizante boratado (soja em R2) fez-se a amostragem de cinco trifólios por parcela, sendo coletado o terceiro trifólio totalmente aberto a partir do ápice da planta. Esse material foi encaminhado para o laboratório de análise de tecido vegetal da UNOESTE para avaliação do teor de macro e micronutrientes, de acordo com metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

No dia 3 de abril de 2009 foi realizada a colheita de grãos, coletando-se as plantas das três linhas centrais, descartando um metro de cada extremidade. A colheita foi manual e o beneficiamento foi com trilhadeira acoplada ao trator e logo após os grãos foram submetidos a uma abanação rigorosa retirando todas as impurezas. Por ocasião da colheita fez-se a contagem do número de grãos por vagem.

A massa de cem grãos foi determinada de acordo com Brasil (1992) e após a determinação da umidade dos grãos, calculou-se a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>, com umidade corrigida para 13%. Os grãos foram encaminhados para análise química e determinação do teor de macro e micronutrientes de acordo com Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da diagnose foliar (Tabela 1) aponta diferença entre tratamentos apenas para os teores de N, onde o tratamento testemunha (sem pulverização de B) proporcionou maior teor de B foliar em relação ao tratamento com aplicação de 1 kg ha<sup>-1</sup> no estágio V4 de desenvolvimento da soja. Na literatura encontram-se relatos de inibição competitiva do B sobre o N (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (MALAVOLTA, et al. 2006), o que foi constatado nesse experimento com o fornecimento de B via adubação foliar. Em relação aos demais nutrientes não foram observadas diferenças significativas quanto os teores foliares. Esperava-se que os tratamentos envolvendo adubação boratada interferissem na

concentração desse micronutriente nas folhas, como observado por Mariano et al. (2000) e Manfredini (2008), porém isso não foi constatado nesse trabalho, corroborando com Rosolem et al. (2008). Segundo Marschner (1995), as espécies de plantas diferem quanto ao requerimento de B para o crescimento, e cita, como exemplo, que a faixa crítica de deficiência varia de 5 a 10 mg kg<sup>-1</sup> de B em gramíneas, 20 a 70 mg kg<sup>-1</sup> de B na maioria das dicotiledôneas, e 80 a 100 mg kg<sup>-1</sup> de B em espécies mais exigentes, como a papoula. Pode-se constatar na tabela 1 que os resultados de B foliar de todos os tratamentos são superiores à faixa considerada como crítica para cultura, inclusive para o tratamento testemunha, devido, provavelmente, à presença desse elemento em concentrações satisfatórias no solo e também na matéria orgânica.

**TABELA 1** - Teores de nutrientes nas folhas e nos grãos de soja, em função das doses, épocas e parcelamento da adubação boratada foliar na soja

Tratamento	-----g kg <sup>-1</sup> -----						-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>Foliar</b>											
0	50,4 a	2,3	22,3	13,6	3,2	1,5	116,8	9,0	159,0	148,0	63,0
1V4	41,4 b	2,0	21,0	13,7	3,6	1,6	125,6	8,2	201,0	151,2	66,5
1R2	47,8 ab	2,2	17,4	14,3	3,5	1,5	99,8	8,5	223,5	156,0	62,0
0,5V40,5R2	43,3 ab	2,2	22,6	13,6	3,5	1,4	122,4	8,5	276,2	140,3	57,8
2V4	45,9 ab	2,2	22,5	14,2	3,5	1,4	131,7	7,2	161,5	169,3	62,0
2R2	44,6 ab	2,3	20,8	13,2	3,7	2,0	94,7	8,2	192,5	187,5	71,2
1V41R2	44,1 ab	2,2	17,6	14,7	3,4	1,5	112,9	6,0	331,0	169,5	76,0
Teste F	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7,76	11,18	14,63	9,47	7,12	23,92	18,87	18,82	53,18	20,23	15,10
Média geral	-	2,2	20,6	13,9	3,5	1,6	114,8	7,9	220,6	160,2	65,5
<b>Grãos</b>											
0	36,6	2,0	19,3 ab	5,8	2,3	2,1	121,5	12,0	686,0	54,5	51,5
1V4	41,9	2,2	19,5 ab	5,8	2,3	1,6	132,2	13,0	698,8	61,5	54,0
1R2	43,1	1,8	17,0 b	6,1	2,2	1,7	138,7	13,0	531,8	61,5	51,3
0,5V40,5R2	42,1	2,5	20,5 ab	5,7	2,3	1,7	141,3	12,3	629,0	56,0	56,3
2V4	43,9	2,4	21,0 a	5,9	2,4	1,8	118,1	12,5	599,5	56,0	51,0
2R2	40,3	2,1	20,4 ab	6,5	2,3	1,7	122,1	25,8	908,0	93,3	57,3
1V41R2	42,9	2,5	20,4 ab	5,3	2,4	2,1	119,2	14,8	519,3	88,3	57,3
Teste F	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12,03	13,88	8,37	22,59	4,52	39,88	22,67	52,01	39,58	50,32	11,67
Média geral	41,5	2,2	19,7	5,9	2,3	1,8	127,6	14,8	653,2	67,3	54,1

<sup>ns,\*</sup> não significativo e significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

1V4 = 1 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4 de desenvolvimento da soja; 1R2 = 1 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase R2 de desenvolvimento da soja; 0,5V40,5R2 = 0,5 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4 e 0,5 kg ha<sup>-1</sup> na fase R2 de desenvolvimento da soja; 2V4 = 2 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4 de desenvolvimento da soja; 2R2 = 2 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase R2 de desenvolvimento da soja; 1V41R2 = 1 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4 e 1 kg ha<sup>-1</sup> na fase R2 de desenvolvimento da soja; 0 = 0 kg ha<sup>-1</sup> de B.

Quanto aos teores de nutrientes nos grãos, observou-se efeito significativo dos tratamentos apenas em relação aos teores de K, com maior concentração desse elemento nos grãos das plantas que receberam 2 kg ha<sup>-1</sup> de B no estágio V4 de desenvolvimento, em relação ao tratamento com 1 kg ha<sup>-1</sup> de B no estágio R2. Esse efeito da adubação boratada no transporte de K para os grãos também foi constatado por Cakmak et al. (1995) que verificaram um aumento na eficiência da adubação potássica com o fornecimento desse micronutriente. O trabalho de Power e Woods (1997) fornece muitas informações relacionadas ao boro, com grande implicação prática, entre elas que a absorção de potássio aumenta com o boro e quase não ocorre na sua ausência, ou seja, muitos casos de deficiência aparente de potássio podem ser de fato deficiência de boro (Tabela 1).

Os parâmetros produtividade de grãos, massa de cem grãos e número de grãos por vagem de soja não sofreram influência da adubação boratada foliar (Tabela 2). Já Bevilacqua et al. (2002) verificaram que a aplicação foliar de Ca e B aumentou o número de vagens por planta e de grãos por vagem e o peso de sementes por planta, quando aplicados na fase de floração, na cv. BR 16 e aumento no número de grãos por vagem quando o fertilizante foi aplicado na época de pós-floração para a cv. FT Cometa, sem apresentar, no entanto, aumento do peso de sementes por planta. Já Ben et al. (1993) não observaram efeito benéfico do fertilizante foliar contendo B a 4,5%, junto com outros micronutrientes, sobre o rendimento de soja. Os autores justificam tal resposta ao bom suprimento de B no solo e aos cultivares pouco responsivos.

Boaretto et al. (1997) alertam que muitas vezes a não correlação entre os teores de B nas folhas e a produtividade pode ser explicada pela dificuldade em se remover o boro retido na cutícula foliar ou o ligado na camada péctica da parede celular, sem concretizar sua função metabólica, superestimando, assim, o nível de B foliar. Rosolem et al. (2008) também não encontraram uma relação entre os teores de boro nas folhas de soja e a produtividade de grãos.

Por outro lado, Rosolem e Boaretto (1989) relatam que a época de maior demanda de nutrientes pelas plantas de soja é R1 a R5. Assim, na medida em B não é retranslocados na planta, via floema, pode-se afirmar que a aplicação deste nutriente deva ser feita na fase de floração ou pós-floração para haver um efeito sobre o rendimento de grãos.

Com base nos resultados concluiu-se que a adubação boratada foliar não interferiu na produtividade de grãos de soja. Porém, a aplicação de 1 kg ha<sup>-1</sup> de B no estágio V4 de desenvolvimento da soja reduziu o teor de N foliar em relação ao tratamento testemunha. Além disso, a dose de 1 kg ha<sup>-1</sup> de B via foliar no estágio R2 de desenvolvimento da soja proporcionou menor teor de K nos grãos em relação à dose de 2 kg ha<sup>-1</sup> fornecidos no estágio V4.

**TABELA 2** - Produtividade, massa de 100 grãos e número de grãos por vagem, em função das doses, épocas e parcelamento da adubação boratada foliar na soja

Tratamento	Produtividade de grãos	Massa de 100 grãos	Número de grãos por vagem
	(Kg ha <sup>-1</sup> )	(g)	-
0	1405	12,75	2,5
1V4	1232	13,03	2,2
1R2	1210	12,43	2,5
0,5V40,5R2	1226	12,77	2,3
2V4	1513	13,14	2,5
2R2	1313	12,84	2,2
1V41R2	1523	12,69	2,5
Teste F	ns	ns	Ns
CV (%)	15,31	4,31	6,29
Média geral	1346	12,81	2,4

<sup>ns</sup> não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

1V4 = 1 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4 de desenvolvimento da soja; 1R2 = 1 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase R2 de desenvolvimento da soja; 0,5V40,5R2 = 0,5 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4 e 0,5 kg ha<sup>-1</sup> na fase R2 de desenvolvimento da soja; 2V4 = 2 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4 de desenvolvimento da soja; 2R2 = 2 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase R2 de desenvolvimento da soja; 1V41R2 = 1 kg ha<sup>-1</sup> de B na fase V4 e 1 kg ha<sup>-1</sup> na fase R2 de desenvolvimento da soja; 0 = 0 kg ha<sup>-1</sup> de B.

## REFERÊNCIAS

- BEN, J. R.; POTTKER, D.; MEDEIROS, L. A.  
Avaliação de fertilizantes foliares para a soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 21., 1993. Santa Rosa. **Soja; Resultados de Pesquisa 1992-1993**. Santa Rosa: Cooperativa Mista Missões. 199 p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 9).
- 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. 31-34, 2002.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000100006>
- BOARETTO, A. E.; TIRITAN, C. S.; MURAOKA, T. Effects of foliar applications of boron on citrus fruit and on foliage and soil boron concentration. In: BELL, R. W.; RERKASEM, B. (eds.). **Boron in Soils and Plants**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997. p. 121-123.  
[http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-5564-9\\_23](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-5564-9_23)
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério, 1992. 365 p.
- CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. **Plant and Soil**, The Hague, v. 193, n. 1/2, p. 71-83, June 1997.  
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1004259808322>
- CAKMAK, I.; KURZ, H.; MARSCHNER, H. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. **Physiol. Plantarum**, v. 95, p. 11-18, 1995.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1995.tb00801.x>
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Serviço de

Produção de Informações. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa, 1999. 412 p.

HEATHCOTE, R. G.; SMITHSON, S. P. Boron deficiency in cotton in Northern Nigeria. I. Factors influencing occurrence and methods of correction. **Expl. Agric.**, v. 10, n. 199-208, 1974.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 308 p.

MALAVOLTA, E. et al. **Manual de Nutrição de Plantas**. São Paulo-SP: Agronômica CERES, 2006. p. 290-313.

MANFREDINI, D. **Cálcio e boro para soja-perene: características anatômicas e agronômicas e concentração de nutrientes**. 2008. 103 p. Dissertação (mestrado): Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MARIANO, E. D. et al. Níveis críticos de boro em solos de várzea para o cultivo do feijoeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, p. 1637-1644, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000800017>

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 301-52.

POWER, P. P.; WOODS, W. G. The chemistry of boron and its speciation in plants. In: DELL, B.; ROWN, P. H.; BELL, R. W. (eds.). Boron in soil and plants: review. Chiang Mai: Symposium, reprinted. **Plant and Soil**, v. 193, n. 1-2, p. 1-13, 1977.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: Capes/Fundes, 2008. p. p.221-240.

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

ROSOLEM, C. A.; ZANCANARO, L.; BISCARO, T. Boro disponível e resposta da soja em latossolo vermelho-amarelo do Mato Grosso. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, dez. 2008.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. **Soja. Nutrição, correção do solo e adubação**. Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1992.