

Teor de Boro em um Latossolo sob o cultivo alfafa ⁽¹⁾.

Vandersson Wurtzius⁽²⁾; Tatiana da Silva Caldas⁽³⁾; Tangriani Simioni Assmann⁽⁴⁾; Alceu Luiz Assmann⁽⁵⁾; Joice Mari Assmann⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Cnpq e Fundação Araucária.

⁽²⁾ Pós Graduando em Agronomia; Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Pato Branco, Paraná; wvandersson@hotmail.com; ⁽³⁾ Mestre em Agronomia; Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Pato Branco, Paraná; ⁽⁴⁾ Professora; Universidade Tecnológica Federal do Paraná; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Instituto Agrônomo do Paraná.

RESUMO: A alfafa possui altas exigências em boro a qual é atendida pela aplicação deste no solo ou via foliar, bem como, essa aplicação irá corrigir ou ainda conter a deficiência de boro nas partes vegetativas da planta. O trabalho avaliou o efeito de doses de boro sob a concentração de boro em um Latossolo no Sudoeste do Paraná. O experimento foi conduzido no IAPAR de Pato Branco, PR no ano de 2011. O delineamento foi de blocos aos acasos com parcelas sub-subdivididas com quatro repetições. As parcelas principais foram constituídas por datas de coletas de solo, as sub-parcelas de cinco doses de boro (0; 0,5; 1; 2; 4 kg ha⁻¹) e as sub-parcelas e nas sub-subparcelas por profundidades de coleta de solos (0-5; 5-10 e 10-20cm). As doses de B e a profundidade influenciaram a concentração de boro no solo com concentração média de 0,17 mg kg⁻¹. Constatou-se que as doses de boro melhoram a concentração de boro no solo, pois este nutriente tem fundamental importância na simbiose rizóbio-alfafa.

Termos de indexação: *Medicago sativa* L., concentração de nutriente, adubação boratada.

INTRODUÇÃO

Para que haja o desenvolvimento normal de plantas o boro é elemento essencial, pois participa de inúmeras reações biológicas, sendo que a deficiência desse micronutriente foi vista em tipos de solos diferentes, em lugares diferentes do mundo (Sah & Brown, 1997) e assim pode levar a deficiência em diversas culturas anuais no Brasil e entre outras partes do mundo, levando a grandes perdas na produção (Bataglia & Raij, 1990). Os teores de boro no solo influenciam o crescimento radicular das plantas (Barber, 1995), pois este, ativa enzimas que estão presentes em inúmeros processos metabólicos, dentre eles o transporte de carboidratos, formação de raízes através da divisão, alongamento e conexão da parede celular e no metabolismo das auxinas, e ainda na atividade das membranas celulares (Marschner, 1995).

Fageria (2000) em trabalho com doses de boro nas culturas do arroz, feijão, milho, soja e trigo observaram que os níveis adequados de B no solo

foram de 0,4, 0,9, 1,3, 2,6 e 0,4 mg kg⁻¹, respectivamente. Assim como Gupta (1983) que obteve valor de 4 mg B kg⁻¹ do solo como nível tóxico para as culturas de feijão e milho.

Sendo que a faixa entre os níveis adequados e tóxicos de boro é estreita para as culturas, se fazendo necessário estudo sobre qual o nível adequado de aplicação de B no solo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de boro na concentração de boro em um Latossolo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi conduzido nos anos de 2010 e 2011, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, localizada no Município de Pato Branco – PR. A área experimental está situada na região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense. Encontra-se entre as coordenadas de 25°07' latitude Sul e 52°41' longitude Oeste e tem altitude média de 700 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa em transição para Cfb (Maak, 1968).

A área experimental era utilizada em sistema de plantio direto há mais de quinze anos, sendo que no verão eram cultivados milho ou soja e no inverno utilizava-se a rotação com cereais de inverno e nabo forrageiro. O solo onde o experimento foi desenvolvido é classificado como LATOSSOLO VERMELHO distroférico, relevo ondulado textura argilosa (Embrapa, 1999a), formado a partir de rocha eruptiva básica

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas sub-subdivididas com quatro repetições. Os tratamentos se constituíram de três coletas de solo (10/01, 06/09 e 06/12 de 2011) como parcelas principais, nas sub-parcelas as doses de boro (0; 0,5; 1; 2 e 4 kg ha⁻¹), e nas sub-sub-parcelas as profundidades de amostragem de solo (0,0 – 5,0 cm; 5,0 – 10,0 cm e 10,0 – 20,0 cm).

A semeadura da alfafa, Cultivar Crioula, foi realizada no dia 27 de setembro de 2010, em sistema de plantio direto, foram realizadas adubações com 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo adubação potássica repetida mais duas

vezes, totalizando $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Já para o fósforo a segunda aplicação foi em setembro de 2011, com $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de P_2O_5 à lanço.

A alfafa foi inoculada no momento da semeadura com *Rhizobium melilotii*, no momento da semeadura da cultura foi realizada a aplicação dos tratamentos das doses de boro a lanço na forma de Ulexita (8% de boro). As doses de boro foram reaplicadas um ano após a instalação do experimento, no dia 04 de outubro de 2011. Para se determinar a concentração de boro no solo foram realizadas coletas de solo, no dia 10 de janeiro, 06 de setembro e 06 de dezembro de 2011, sendo essas realizadas em diferentes profundidades: 0,0 a 5,0; 5,0 a 10,0; 10,0 a 20,0 cm. Os extratos foram coletados com uso de uma pá de corte.

Para a determinação do boro foi usada a solução extratora de sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) 0,005 M. Posteriormente, foram encaminhados para o microondas e aquecidos com potência de 490 W durante 10 minutos. Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância. As variáveis que se mostraram homogêneas tiveram os tratamentos avaliados pelo Teste F. Quando os resultados revelaram significância a 5% de probabilidade as médias dos fatores qualitativos (datas de coletas e profundidade) foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os fatores quantitativos (doses de Boro) foram ajustadas regressões polinomiais entre os níveis de B (variável independente) com as demais variáveis dependentes buscando o modelo que melhor expressasse esta relação. Foram testados modelos linear e quadrático e a escolha foi baseada na significância (menor que 5%), e no coeficiente de determinação. A Máxima Eficiência Técnica foi obtida a partir do ponto de máxima de uma equação de segundo grau (Chaston, 1971).

$$Y = a + bX - cX^2$$

$$\frac{dY}{dX} = b - 2cx \rightarrow x = \frac{b}{2c}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os teores de boro no solo foi observada influência significativa das coletas ($P=0,0000$). Como pode ser visto na **Figura 1**, as maiores concentrações de boro, em média, foram encontradas na coleta de dezembro (aos 432 dias) com o valor de $0,17 \text{ mg de B kg}^{-1}$ e a menor média se deu na coleta aos 341 dias após a primeira aplicação de boro, com $0,12 \text{ mg de B kg}^{-1}$, tendo uma concentração 29% inferior a coleta três. Os

teores de boro na terceira coleta são maiores pelo fato da primeira aplicação de boro ter sido feito há um ano e refeita dois meses antes desta coleta. Salientando que, o extrator utilizado foi o sulfato de alumínio.

Houve efeito estatisticamente significativo das doses de boro sobre a concentração de B no solo ($P=0,007$), tendo um comportamento linear, conforme se aumentou a dose, aumentaram-se também as concentrações de boro (**Figura 2**). Assim como neste trabalho, Oliveira Neto et al. (2009), em trabalho para avaliar a concentração de boro no solo em função de cinco doses de B (0, 2, 4, 6 e $8 \text{ kg de B ha}^{-1}$) aplicadas, observaram que os teores deste nutriente aumentaram linearmente de acordo com as doses aplicadas na superfície do solo.

Souza et al. (2011), em trabalho com doses de calcário e boro na cultura de feijão, utilizando água quente como extrator, observaram que com a aplicação a partir da dose de $1,8 \text{ kg ha}^{-1}$, alcançaram concentrações acima de $0,20 \text{ mg de B dm}^{-3}$, o que não ocorreu neste trabalho que o máximo atingido foi a concentração de $0,17 \text{ mg kg}^{-1}$, sendo considerado teor médio, segundo Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004), quando usado a água quente como extrator.

Foi constatado efeito significativo das profundidades sobre os teores de boro no solo cultivado com alfafa ($P=0,0017$). Como pode ser observado as maiores concentrações de boro, em média, foram encontradas nas profundidades de 0,0 – 5,0 cm, e 10,0 – 20,0 cm, sendo elas $0,16$ e $0,15 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente (**Tabela 1**). Silva et al (1995), em trabalho de dez anos de aplicações de boro no solo na cultura do algodão, observaram que no nono ano do experimento houve um acúmulo de boro na superfície e lixiviação do mesmo para camadas mais profundas de acordo com as doses usadas. No caso deste trabalho, o período avaliado foi curto e os valores ficaram muito próximos entre si, mesmo havendo diferença estatística, não podendo assim afirmar que houve realmente lixiviação.

CONCLUSÕES

As concentrações de boro no solo foram afetadas pela aplicação de boro no solo, mesmo que tenha sido em pequenas proporções.



AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pelo financiamento do experimento.

À Capes pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Iapar pelo espaço e funcionários concedidos.

REFERÊNCIAS

BARBER, S.A. Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1995. 414p.

BATAGLIA, O.C.; RAIJ, B. van. Eficiência de extratores na determinação de boro em solos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 14: 25-31, 1990.

BOEIRA, C.B.; Boro em trevo: Eficiência de extratores e efeito sobre atributos químicos do solo, em área com sem corte da parte aérea submetida a níveis de B. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

CHASTON, I. Mathematics for ecologists. London: Butterworth e Co., 132 p., 1971.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC, Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, 10. ed. – Porto Alegre, 2004. 400 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 412p. 1999a.

FAGERIA, N.K.; Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de Cerrado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, 4: 57-62. 2000.

GUPTA, U.C. Boron deficiency and toxicity symptoms for several crops as related to tissue boron level. Journal of Plant Nutrition, New York, 6: 387-395, 1983.

MAAK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná. 350p. 1968.

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

OLIVEIRA NETO, W de; MUNIZ, A.S., SILVA, M. A. G. da, CASTRO, C. de & BORKERT, C.M.; Boron extraction and vertical mobility in Paraná State oxisol, Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33: 1259-1267, 2009.

SAH, R.N.; BROWN, P.H. Techniques for boron determination and their application to the analysis of plant

and soil samples. Plant and Soil, Dordrecht, 193: 15-33, 1997.

SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; KONDO, J.I.; BATAGLIA, O.C.; ABREU, C.A. Dez anos de sucessivas adubações com boro no algodoeiro. Bragantia, 54: 177-185, 1995.

SOUZA, H.A. de; NATALE, W.; ROZANE, D.E.; HERNANDES, A. & ROMUALDO; L.M.; Calagem e adubação boratada na produção de feijoeiro. Revista Ciência Agronômica, 42: 249-257, abr-jun, Fortaleza-CE, 2011.

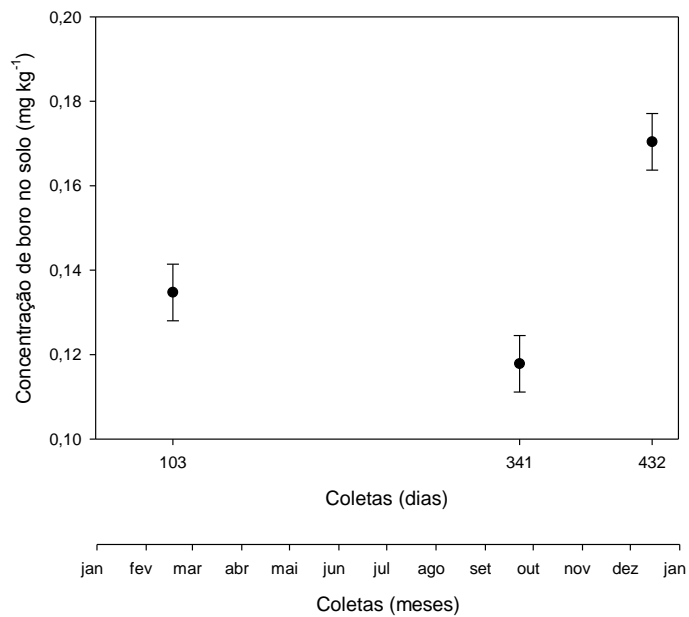


Figura 1 - Concentração de boro em Latossolo cultivado com alfafa em três coletas distintas, ano agrícola de 2011. IAPAR-UTFPR.

Barras que não são coincidentes apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste Tukey.

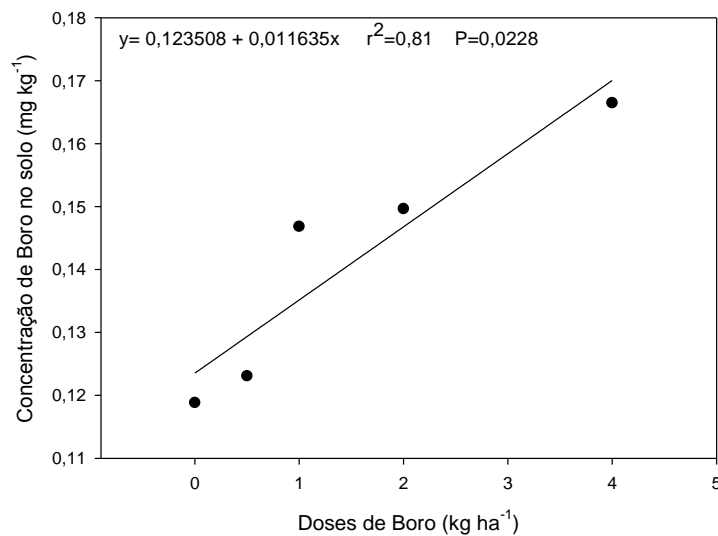


Figura 2 - Concentração de boro em Latossolo cultivado com alfafa submetida a cinco doses de boro (0; 0,5; 1; 2 e 4 kg de B ha⁻¹) no ano agrícola de 2011. IAPAR-UTFPR.

Tabela 1 - Concentração de boro em Latossolo cultivado com alfafa submetida a doses crescentes de boro, coletadas em diferentes profundidades no ano agrícola de 2011. IAPAR-UTFPR.

Profundidade (cm)	Boro no solo (mg kg ⁻¹)
0-5	0,16 a
5-10	0,12 c
10-20	0,15 b

* Médias não seguidas pela mesma letra diferem a 5% de probabilidade de erro pelo teste Tukey.