

## NOTAS CIENTÍFICAS

### DISPONIBILIDADE DE BORO E CORRELAÇÃO COM PROPRIEDADES DOS SOLOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO<sup>1</sup>

GUSTAVO SOUZA VALLADARES<sup>2</sup>, MARCOS GERVASIO PEREIRA<sup>3</sup>,  
JOSÉ MÁRIO PIRATELLO FREITAS DE SOUZA<sup>2</sup>, DANIEL VIDAL PÉREZ<sup>4</sup>  
e LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS<sup>3</sup>

RESUMO - Com o objetivo de verificar as relações entre o boro (B) extraível e os teores de argila, carbono (C) e pH, foram determinados os conteúdos de B disponível em 103 amostras do horizonte superficial de solos do Estado do Rio de Janeiro, por colorimetria utilizando azomethina-H, após extração com água quente. Os teores de B variaram de 1,31 a 4,50 mg kg<sup>-1</sup> de solo, com média de 2,43 ± 0,67 mg kg<sup>-1</sup>. Os valores de correlação encontrados foram r = 0,29\*\* no que tange a B e C orgânico, e r = 0,27\*\* no tocante a B e argila. O maior valor de correlação foi verificado entre B e pH (r = -0,41\*\*). Os conteúdos de argila e C orgânico influenciaram na disponibilidade de B.

#### AVAILABLE BORON AND CORRELATION WITH SOIL PROPERTIES IN RIO DE JANEIRO STATE, BRAZIL

ABSTRACT - To correlate extractable boron (B), clay and organic carbon (C) content and soil pH, the contents of available B were determined in 103 soil samples of surface soil horizons from soils of Rio de Janeiro State, Brazil, using azomethin-H after extraction by hot water method. The average content was 2.43 ± 0.67 mg kg<sup>-1</sup> of B with a variation from 1.31 to 4.50 mg kg<sup>-1</sup>. The correlation values between B and organic C (r = 0.29\*\*) and B and clay (r = 0.27\*\*) were both significant. The highest correlation was found between B and pH (r = -0.41\*\*). The amount of available B was influenced by clay and organic C contents.

Entre os parâmetros do solo que influem na disponibilidade de B para as plantas encontram-se os conteúdos de argila, C orgânico e o pH.

Correlações positivas foram verificadas por Elrashidi & O'Connor (1982), entre o teor de matéria orgânica e a adsorção de B. A presença de matéria orgânica no solo pode fazer decrescer significativamente o conteúdo de B na

---

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 2 de junho de 1998.

<sup>2</sup> Estudante de graduação de Engenharia Agrônômica, UFRRJ, BR 465, Seropédica, CEP 23851-970 Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Ph.D., Prof. Adjunto, Dep. de Solos, Inst. de Agronomia, UFRRJ, BR 465, Seropédica, CEP 23851-970 Rio de Janeiro, RJ. E-mail: gervasio@ufrj.br

<sup>4</sup> Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS), Av. Jardim Botânico 1024, CEP 22460-000 Rio de Janeiro, RJ.

solução do solo, especialmente em valores de pH na faixa entre 7,0 e 8,5 (Yermiyahu et al., 1995).

Segundo McPhail et al. (1972), os óxidos e hidróxidos de Fe e Al adsorvem grandes quantidades de B, especialmente na faixa de pH entre 7,0 e 9,0. Os óxidos e hidróxidos compõem a fração argilosa dos solos; assim sendo, quanto maior o teor de argila dos solos, maior será a adsorção de B (Toner IV & Sparks, 1995).

Brasil Sobrinho (1965) e Casagrande (1978), estudando a relação do teor de B com o conteúdo de argila dos solos, encontraram correlação positiva e significativa.

Este trabalho teve por objetivo quantificar o conteúdo de B disponível, e relacioná-lo com os conteúdos de argila, C e pH em água, em horizontes superficiais de solos do Estado do Rio de Janeiro.

Foram utilizadas 103 amostras de terra de horizontes superficiais de solos do Estado do Rio de Janeiro, pertencentes às solotecas da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS) e do Departamento de Solos da UFRRJ.

Os teores de B disponível foram extraídos segundo o método da água quente simplificado (Gupta, 1967), modificado por Bingham (1982), com determinação colorimétrica: 25 g de terra fina seca ao ar (TFSA) foram colocadas num erlenmeyer de 250 mL, adicionando-se 50 mL de solução de  $\text{CaCl}_2$  0,01 M e 0,5 g de carvão ativado, fechando-se o erlenmeyer com um condensador. O conjunto foi aquecido por um tempo de, aproximadamente, sete minutos. Após resfriamento, a solução foi filtrada com auxílio de papéis de filtro Whatman 42, tomando-se uma alíquota de 1 mL do filtrado e adicionando-se 2 mL de tampão (acetato de amônio, EDTA e ácido acético glacial) e 2 mL de solução azomethina H + ácido L (+) ascórbico; a leitura foi realizada em fotocolorímetro. A curva-padrão foi construída com soluções de 2, 4, 6, 8 e 10  $\text{mg L}^{-1}$  de B.

O conteúdo de argila e C orgânico e os valores de pH em água foram determinados segundo Embrapa (1979).

Os resultados foram submetidos a análises de correlação entre os teores de B disponível e os teores de argila, C e pH em água, o coeficiente de correlação (r) foi testado a 1% de probabilidade pelos testes t de student e F.

Os teores de B variaram entre 1,31 e 4,50  $\text{mg kg}^{-1}$  de solo, tendo como média 2,43  $\text{mg kg}^{-1}$  e desvio-padrão de 0,67  $\text{mg kg}^{-1}$ ; todas as amostras apresentaram teores considerados altos segundo Raij et al. (1996).

Horowitz & Dantas (1973), utilizando o método da água quente, em solos da zona Litoral - Mata de Pernambuco, encontraram valores entre 0,58 e 4,34  $\text{mg de B kg}^{-1}$  de solo. Em solos do Estado de São Paulo, Bataglia & Raij (1990) constataram teores entre 0,12 e 0,80  $\text{mg de B kg}^{-1}$  de solo extraídos por água quente. Ribeiro & Sarabia (1984), avaliando a eficiência do método da água quente, encontraram em amostras de solo que não haviam recebido B, teores com médias 0,3 ou 0,4  $\text{mg de B kg}^{-1}$  de solo, teores, estes, dependentes do tipo de solo.

O conteúdo de argila das amostras variou entre 10 a 760  $\text{g kg}^{-1}$ , tendo, 17,5% delas, textura arenosa (teor < 150  $\text{g kg}^{-1}$ ); 48,5%, textura média (teor de 150 a 350  $\text{g kg}^{-1}$ ); 28,2%, textura argilosa (teor de 350 a 600  $\text{g kg}^{-1}$ ), e 5,8%, textura muito argilosa (teor > 600  $\text{g kg}^{-1}$ ).

Foi observada correlação linear positiva e significativa ( $r=0,27^{**}$ ) entre os teores de B e o conteúdo de argila (Fig. 1). Esse resultado demonstra que, para a maioria das amostras de terra, os mais elevados teores de B correspondem aos maiores valores de argila, o que está de acordo com os conceitos estabelecidos sobre o assunto, pois, segundo Olson & Berger (1946), o teor de B disponível no solo, em função da sua granulometria, diminui na seguinte ordem: argila, silte e areia. Resultados semelhantes foram encontrados por Biggar & Fireman (1960) e Singh (1964).

O conteúdo de C das amostras variou entre 0,5 e 57,6 g kg<sup>-1</sup> de solo, tendo, 22,3% delas, teores entre 0 e 10 g kg<sup>-1</sup>; 52,5%, entre 10 e 20 g kg<sup>-1</sup>; e 25,2%, teores superiores a 20 g kg<sup>-1</sup>.

O comportamento da relação entre o conteúdo de B e o teor de C orgânico foi similar ao observado na correlação B e argila. Os resultados da Fig. 2 são semelhantes aos encontrados por Brasil Sobrinho (1965) e Horowitz & Dantas (1973). Segundo Yermiyahu et al. (1995) o B disponível do solo se encontra principalmente associado ao conteúdo de matéria orgânica, razão pela qual os maiores teores de B estão associados ao maior conteúdo de C orgânico.

A correlação entre os teores de B e os valores de pH em água foi negativa, significativa e não-linear ( $r = -0,41^{**}$ ) (Fig. 3). De maneira geral, observa-se uma relação inversa entre o teores de B do solo e o pH deste, dada a maior adsorção deste elemento em faixas de pH mais alcalinas (Catani et al., 1971). Por outro lado, Brasil Sobrinho (1965) encontrou correlação positiva ( $r = 0,39^{**}$ ) entre tais parâmetros nos solos do município de Piracicaba.

As maiores variações nos teores de B foram verificadas em valores de pH em água inferiores a 5,0, e superiores a 7,0 e praticamente nenhuma variação entre esses valores. Os resultados concordam com os encontrados por Bingham et al. (1971) e Schalsha et al. (1973), que constataram menor variação na disponibilidade de B, respectivamente, nas faixas de pH de 5,0 a 7,0, e 4,0 a 7,0. Esse resultado, conforme Nascimento (1989), pode ser explicado pela menor taxa de precipitação/adsorção do ânion borato com o íon Al e pelos óxidos de ferro e alumínio nesta faixa de pH.

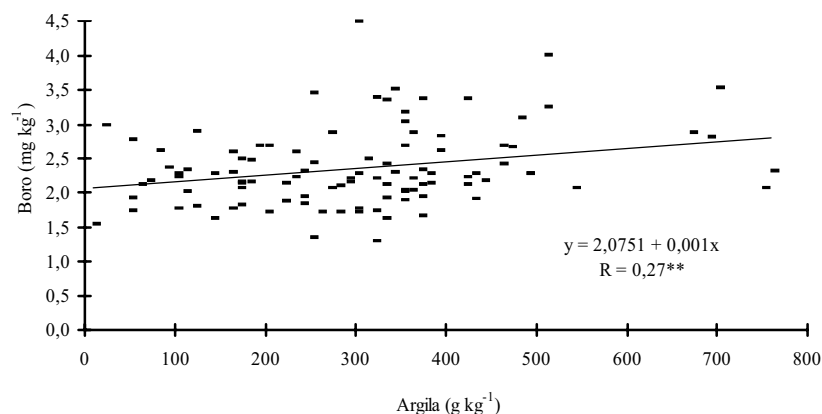


FIG. 1. Teores de boro em função do conteúdo de argila no solo.

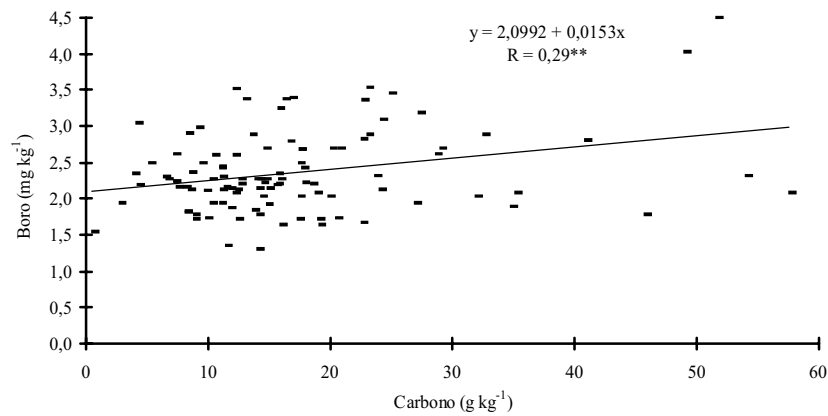


FIG. 2. Teores de boro em função do conteúdo de carbono no solo.

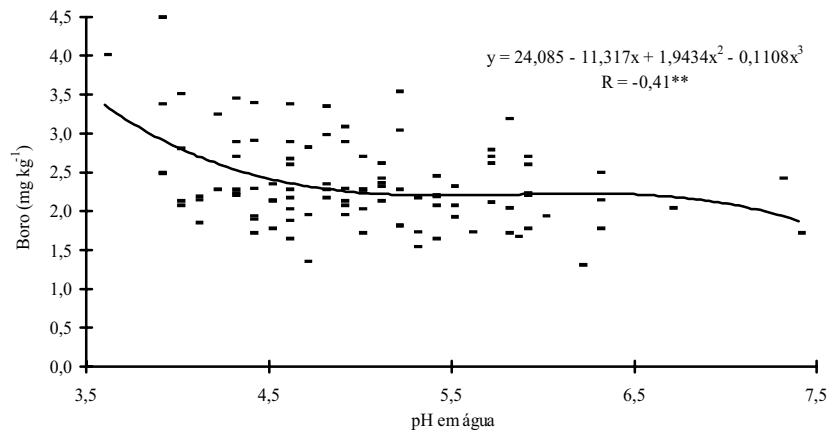


FIG. 3. Teores de boro em função do pH em água.

Os teores de B nas amostras estudadas correlacionam-se com os conteúdos de argila, C orgânico e pH, o que demonstra que estes parâmetros influenciam na disponibilidade de B no solo.

#### REFERÊNCIAS

- BATAGLIA, O.C.; RAIJ, B. van. Eficiência de extratores na determinação de boro em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.1, p.25-31, 1990.
- BIGGAR, J.W.; FIREMAN, M. Boron adsorption and release by soils. **Soil Science Society of America. Proceedings**, Madison, v.24, n.3, p.115-120, 1960.

- BINGHAN, F.T. Boron. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R. (Eds.). **Methods of soil analysis**. Part. 2. Madison: SSSA, 1982. p.431-448. (SSSA. Agronomy, 9).
- BINGHAN, F.T.; PAGE, A.L.; COLEMAN, N.T.; FLACAH, K. Boron adsorption characteristics of selected amorphous soils from Mexico and Hawaii. **Soil Science Society of American. Proceedings**, Madison, v.35, n.3, p.546-550, 1971.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Levantamento do teor de boro em alguns solos do Estado de São Paulo**. Piracicaba: ESALQ, 1965. 135p. Dissertação de Livre-Docência.
- CASAGRANDE, J.C. **O boro em solos do município de Piracicaba**. Piracicaba: ESALQ, 1978. 122p. Dissertação de Mestrado.
- CATANI, R.A.; ALCARDE, J.C.; KROLL, F.M. Adsorção de boro pelo solo. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.28, p.189-198, 1971.
- ELRASHIDI, M.A.; O'CONNOR, G.A. Boron sorption and desorption in soils. **Soil Science Society of America. Journal**, v.46, n.1, p.27-31, 1982.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro, 1979. Paginação irregular.
- GUPTA, U.C.A. Simplified procedure for determining hot-water soluble boron in Podzol soil. **Soil Science**, v.103, n.6, p.424-428, 1967.
- HOROWITZ, A.; DANTAS, H. da S. Boro disponível nos solos da zona litoral - Mata de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia**, v.8, n.7, p.163-168, 1973.
- McPHAIL, M.; PAGE, A.L.; BINGHAN, F.T. Adsorption interactions of monosilic and boric acid on hidrous oxides of iron and aluminum. **Soil Science Society of America. Proceedings**, Madison, v.36, n.3, p.510-514, 1972.
- NASCIMENTO, R.A. de M. **Correlação entre o valor ki e outras variáveis em latossolos**. Itaguaí: UFRRJ, 1989. 227p. Dissertação de Mestrado.
- OLSON, R.V.; BERGER, K.C. Boron fixation as influenced by pH, organic matter content, and other factors, **Soil Science Society of America. Proceedings**, Madison, v.11, p.216-220, 1946.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285p.
- RIBEIRO, A.C.; SARABIA, W.A.T. Avaliação de extratores para zinco e boro disponíveis em latossolos do triângulo mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, n.1, p.85-89, 1984.
- SCHALSHA, E.B.; BINGHAN, F.T.; GALINDO, G.G.; GALVAN, H.P. Boron adsorption by volcanic ash soils in Southern Chile. **Soil Science**, Baltimore, v.116, n.2, p.70-76, 1973.
- SINGH, S.S. Boron adsorption equilibrium in soils. **Soil Science**, Baltimore, v.98, n.6, p.383-387, 1964.

- TONER IV, C.V.; SPARKS, D.L. Chemical relaxation and double layer model analysis of boron adsorption on alumina. **Soil Science Society of America. Journal**, v.59, n.2, p.395-404, 1995.
- YERMIYAHU, U.; KEREN, R.; CHEN, Y. Boron sorption by soil in the presence of composted organic matter. **Soil Science Society of America. Journal**, v.59, n.2, p.405-409, 1995.