

USO DE DIFERENTES FONTES E DOSES DE BORO NA CULTURA DO MILHO

Rafael Oliveira Santos¹

Ellen Souza do Espírito Santo Franco²

RESUMO

O milho é um dos grãos mais difundidos no comércio e na alimentação mundial, sendo gerador de uma imensa cadeia produtiva. Por vezes, ocorre a omissão da adubação de micronutrientes, que acabam sendo fatores limitantes na produtividade da cultura. O objetivo deste experimento foi avaliar diferentes fontes de Boro (B), submetidos a diferentes dosagens, analisando a resposta produtiva da cultura. O experimento foi realizado na fazenda Aymoré, localizada no município de Juscimeira-MT, o solo da área em estudo é classificado como Latossolo vermelho de textura média. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram estabelecidas em 10 metros de comprimento, com 5 linhas de plantio. Realizou-se a semeadura com milho convencional, no espaçamento de 0,45 metros entre linhas e densidade de 2,5 plantas por metro. As fontes de Boro utilizadas foram a Ulexita (10% de Boro) e o Tetraborato de sódio (14,3% de Boro) nas doses de 1,5 kg/ha⁻¹; 3 kg/ha⁻¹; 4,5 kg/ha⁻¹ e 6 kg/ha⁻¹ aplicados a lanço no início do estágio reprodutivo da cultura. Após a maturação do milho, calculou-se o Peso total de grãos, o Peso de 1.000 grãos e o Peso de sabugos como parâmetros de avaliação. Na condição estudada se observou que não houve diferença significativa no peso total, número de espigas, peso de grãos e peso de sabugos do milho entre as fontes e as doses de boro avaliadas. Nas condições de pesquisa avaliadas, o tratamento com 6 kg/ha⁻¹ de Tetraborato de sódio seria o mais indicado.

Palavras-chave: micronutriente, produtividade, grãos.

¹ Discente do curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas do Vale do São Lourenço. email: rafaelgiacomelli@hotmail.com

² Docente do curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas do Vale do São Lourenço. email: ellen_ses@hotmail.com

ABSTRACT

The corn is one of the most widespread grains in world trade and food, generating a huge productive chain. Sometimes, micronutrient fertilization is omitted, which end up being limiting factors in crop productivity. The objective of this experiment was to evaluate different sources of Boron (B), submitted to different dosages, analyzing the productive response of the culture. The experiment was carried out on the Aymoré farm, located in the municipality of Juscimeira-MT, the soil of the study area is classified as medium-textured red Latosol. The design used was randomized blocks, with nine treatments and four replications. The plots were established in 10 meters in length, with 5 rows of planting. Sowing was done with conventional corn, with a spacing of 0.45 meters between rows and a density of 2.5 plants per meter. The sources of Boron used were Ulexite (10% Boron) and Tetraborate sodium (14.3% Boron) at doses of 1.5 kg / ha⁻¹; 3 kg / ha⁻¹; 4.5 kg / ha⁻¹ and 6 kg / ha⁻¹ applied to haul at the beginning of the reproductive stage of the culture. After maize maturation, the total grain weight, the weight of 1,000 grains and the weight of cobs were calculated as evaluation parameters. In the studied condition, it was observed that there was no significant difference in the total weight, number of ears, grain weight and weight of corn cobs between the sources and the boron doses evaluated. In the research conditions evaluated, treatment with 6 kg / ha⁻¹ of sodium tetraborate would be the most indicated.

Keywords: micronutrient, yield, grain.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, respectivamente atrás dos Estados Unidos e da China, demonstrando a importância da cultura na participação agrícola do país no comércio exterior, e na economia nacional (MAPA, 2019). A safra 18/19 contou com mais de 16,5 milhões de hectares de milho cultivados, com o milho segunda safra em previsão de produção recorde, crescimento de 36,9% sobre a safra de 2017/18, e produção total de mais de 82 milhões de toneladas do grão, o que corresponde a mais de 1,37 bilhões de sacas de milho, com média de produtividade de 5,1 ton. ha⁻¹, correspondente a 85 sacas, produtividade ainda considerada baixa em vista do potencial produtivo do grão (IBGE, 2019; CONAB, 2019).

Nesse sentido, algumas alternativas para aumentar a produtividade começaram a ganhar espaço, como a adubação com micronutrientes que passaram a ser utilizados de modo mais rotineiro em diversas culturas no Brasil, dentre eles, o boro (LOPES, 1999).

O boro participa de processos fisiológicos na planta como o transporte de açúcares e metabolismo de carboidratos, metabolismo fenólico, síntese da parede celular e integridade da membrana. Além disso, diminui a esterilidade dos órgãos reprodutivos e favorece a polinização, melhora a proteção contra doenças, ocasiona maior desenvolvimento radicular e melhora a absorção de água e nutrientes (YAMADA, 2000; MALAVOLTA, 2006).

A quantidade de boro requerida pelas plantas de milho são muito pequenas, a exemplo disso, para uma produtividade de 9 ton. ha⁻¹, são extraídos apenas 170 gramas. No entanto, a deficiência desse nutriente pode ter efeito na desorganização de processos metabólicos e redução na produtividade da cultura (EMBRAPA, 2006). A deficiência de boro afeta o desenvolvimento reprodutivo, a viabilidade, o tamanho e a germinação do grão de pólen. Em condições de deficiência severas, ocorre má formação de espigas e também redução na produção (DELL & HUANG, 1997; MOZAFAR, 1987).

Um grande entrave na adubação desse micronutriente ocorre pelo fato do intervalo de concentração entre a deficiência e a toxidez ser muito menor que os outros nutrientes (GOLDBERG, 1997). No entanto, há trabalhos científicos que indicam que esse intervalo curto entre deficiência e toxidez não deve ser tratado como uma evidências concretas (CHAPMAN et al., 1997).

Sendo assim, o objetivo do experimento é analisar a influência do boro na produtividade dos grãos de milho, de acordo com a fonte e as doses utilizadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na fazenda Aymoré, no município de Juscimeira-MT, nas coordenadas geográficas 16°07'24" de latitude Sul e 55°04'42" de longitude Oeste, com altitude de 530 metros. O clima da região segundo a classificação Köppen e Geiger é classificado como Aw, com estação chuvosa de novembro a abril. O solo da unidade experimental foi caracterizado segundo a Embrapa (2006) como Latossolo vermelho de textura média, com relevo suave ondulado. A área do experimento é consolidada com sucessão de culturas anuais de soja e milho.

Foram coletadas amostras para caracterização de atributos químicos (RAIJ et al., 2001) e granulometria (EMBRAPA, 2006), na camada 0-20 cm, apresentando os resultados:

pH (CaCl₂) = 5,8; M.O = 27,0 g dm⁻³; P Mehlich = 10,8 mg dm⁻³; Al = 0,00 cmol_c dm⁻³; K = 62,0 mg dm⁻³; Ca = 1,87 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,56 cmol_c dm⁻³; CTC = 6,5 cmol_c dm⁻³; Saturação por bases (V %) = 39,80%; Saturação por alumínio (m %) = 0,00%; Zn = 5,7 mg dm⁻³; Cu = 0,8 mg dm⁻³; Fe = 128 mg dm⁻³; Mn = 10,0 mg dm⁻³; B = 0,22 mg dm⁻³; S = 10,6 mg dm⁻³; 725 g kg⁻¹ de areia; 25 g kg⁻¹ de silte; e 250 g kg⁻¹ de argila.

Realizou-se a semeadura utilizando milho convencional, com espaçamento de 0,45 metros entre linhas e densidade de 2,5 plantas por metro. A adubação de base foi de 200 kg/ha⁻¹ de formulado 09-23-18 e 200 kg/ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. As fontes de boro utilizadas foram Ulexita, com 10% de Boro, e Tetraborato de sódio, com 14,3% de Boro, aplicados a lanço 40 dias após a semeadura, no início do estágio reprodutivo da cultura.

Cada parcela constou com 10 metros de comprimento e 5 linhas de plantio espaçadas em 0,45 metros de largura. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições, totalizando 36 parcelas. Os tratamentos utilizados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento.

T1	Testemunha
T2	1,5 kg/ha ⁻¹ de Tetraborato de sódio
T3	3 kg/ha ⁻¹ de Tetraborato de sódio
T4	4,5 kg/ha ⁻¹ de Tetraborato de sódio
T5	6 kg/ha ⁻¹ de Tetraborato de sódio
T6	1,5 kg/ha ⁻¹ de Ulexita
T7	3 kg/ha ⁻¹ de Ulexita
T8	4,5 kg/ha ⁻¹ de Ulexita
T9	6 kg/ha ⁻¹ de Ulexita

Após a maturação do milho no período de 155 dias após a semeadura, retirou-se o total de espigas produzidas, determinando a quantidade por contagem manual. Após a contagem, debulhou-se as espigas manualmente, e com o auxílio de uma balança de precisão, calculou-se o peso total de grãos. Posteriormente, realizou-se a contagem de mil grãos por parcela, calculando e definindo o seu peso, e por fim, também utilizando a balança de precisão, calculou-se o peso dos sabugos por parcela. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

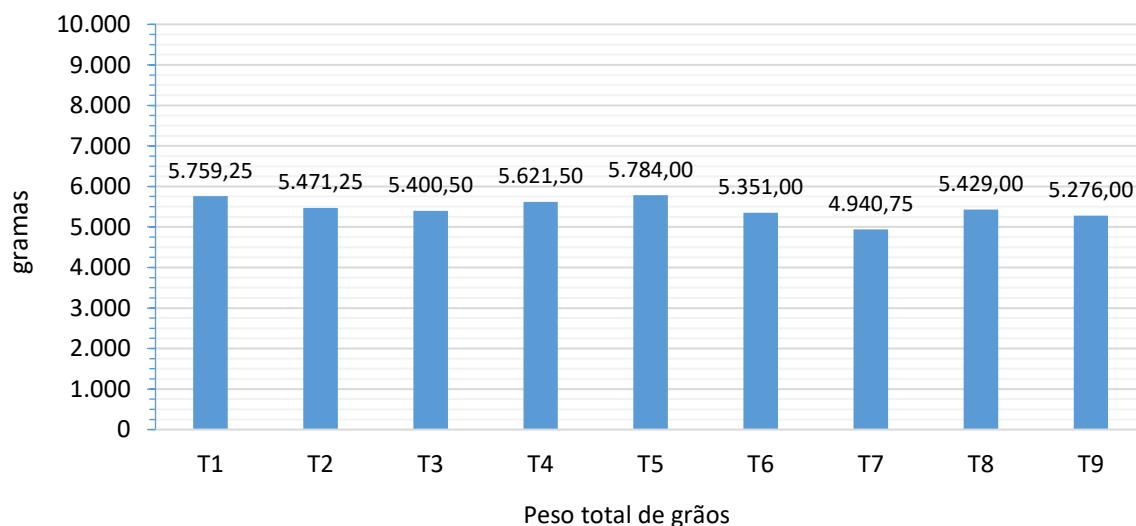
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que não houve diferença significativa entre as variáveis avaliadas. Touchton & Boswell (1975) concluíram que aplicações de boro, via solo ou via foliar, não influenciaram na produtividade do milho, corroborando os resultados de Abreu & Lopes (1985) e Büll (1993), relatando que as respostas da cultura não são consistentes, e as aplicações de boro não são tão responsivas na cultura.

Apesar dos dados não diferirem estatisticamente, nota-se através da Figura 1, que o tratamento T7 apresentou os menores resultados em relação aos demais quanto ao peso total, com apenas 4.970,75 gramas.

Pessoa, Luchese & Luchese (2000) avaliando o desenvolvimento de plantas de milho após fornecimento de B em tratamento de sementes, concluiu que doses crescentes de B prejudicaram o desenvolvimento inicial e a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, o que consequentemente prejudica a produtividade dos grãos.

Figura 1. Peso total de grãos de milho (em gramas) submetidos a diferentes doses e fontes de boro.



T1, Testemunha; T2, 1,5 kg/ha⁻¹ de Tetraborato de sódio (14,3% B); T3, 3 kg/ha⁻¹ de Tetraborato de sódio (14,3% B); T4, 4,5 kg/ha⁻¹ de Tetraborato de sódio (14,3% B); T5, 6 kg/ha⁻¹ de Tetraborato de sódio (14,3% B); T6, 1,5 kg/ha⁻¹ de Ulexita (10% B); T7, 3 kg/ha⁻¹ de Ulexita (10% B); T8, 4,5 kg/ha⁻¹ de Ulexita (10% B); T9, 6 kg/ha⁻¹ de Ulexita (10% B).

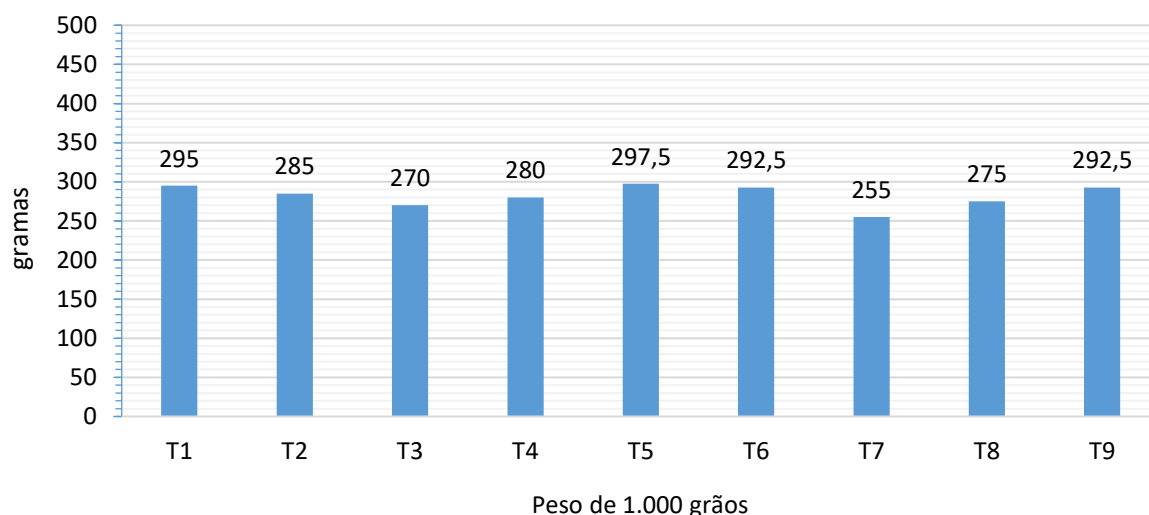
No entanto, o tratamento T5 foi o único a superar a testemunha positivamente com a obtenção dos melhores resultados em peso total, com 5.784 gramas. De acordo com Yamada & Lopes (1998), as doses de Boro recomendadas para a cultura de milho estão na faixa de 0,5

a $1,0 \text{ kg/ha}^{-1}$, sendo assim, a dose apresentada corresponde a esse padrão de adubação em vista do teor de Boro do fertilizante em questão.

Em relação à Figura 2, nota-se que o tratamento com T5 também obteve resultados maiores quanto ao peso de mil grãos, com 297,5 gramas, seguidos pela Testemunha, com 295 gramas.

Entretanto, os tratamentos T2 e T9 também obtiveram bons resultados para essa variável, além disso, os resultados foram idênticos para os dois tratamentos, com 292,5 gramas, podendo deduzir que as doses maiores de Ulexita não possuem eficácia para o aumento de produtividade do milho convencional.

Figura 2. Peso de 1.000 grãos de milho (em gramas) submetidos a diferentes doses e fontes de boro.

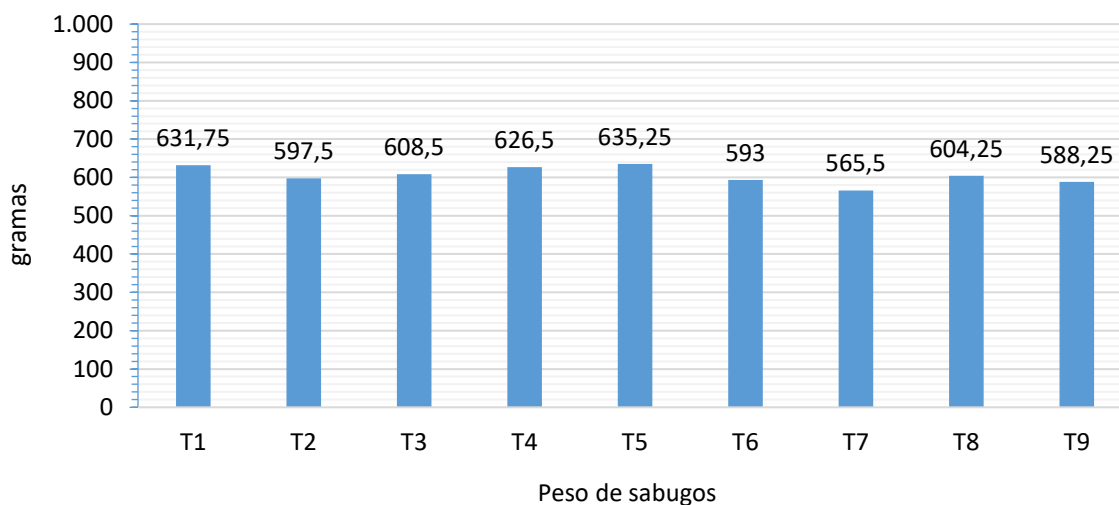


T1, Testemunha; T2, $1,5 \text{ kg/ha}^{-1}$ de Tetraborato de sódio (14,3% B); T3, 3 kg/ha^{-1} de Tetraborato de sódio (14,3% B); T4, $4,5 \text{ kg/ha}^{-1}$ de Tetraborato de sódio (14,3% B); T5, 6 kg/ha^{-1} de Tetraborato de sódio (14,3% B); T6, $1,5 \text{ kg/ha}^{-1}$ de Ulexita (10% B); T7, 3 kg/ha^{-1} de Ulexita (10% B); T8, $4,5 \text{ kg/ha}^{-1}$ de Ulexita (10% B); T9, 6 kg/ha^{-1} de Ulexita (10% B).

Quanto ao peso dos sabugos, como demonstrado na Figura 3, os resultados foram semelhantes as demais variáveis avaliadas, com o tratamento T5 apresentando 635,25 gramas, sobressaindo-se dentre os demais, seguidos pela Testemunha, com 631,75 gramas.

No entanto, neste caso, o tratamento T4 demonstrou-se viável para apresentar bons resultados, apresentando 626,5 gramas, próximo ao resultado apresentado utilizado dose maior.

Figura 3. Peso de sabugos de milho (em gramas) submetidos a diferentes doses e fontes de boro.



T1, Testemunha; T2, 1,5 kg/ha⁻¹ de Tetraborato de sódio (14,3% B); T3, 3 kg/ha⁻¹ de Tetraborato de sódio (14,3% B); T4, 4,5 kg/ha⁻¹ de Tetraborato de sódio (14,3% B); T5, 6 kg/ha⁻¹ de Tetraborato de sódio (14,3% B); T6, 1,5 kg/ha⁻¹ de Ulexita (10% B); T7, 3 kg/ha⁻¹ de Ulexita (10% B); T8, 4,5 kg/ha⁻¹ de Ulexita (10% B); T9, 6 kg/ha⁻¹ de Ulexita (10% B).

Assim como o peso total dos grãos e o peso de mil grãos, o tratamento T7 apresentou os menores resultados, totalizando 565,5 gramas para o peso dos sabugos.

O boro por ser facilmente perdido por constituintes no solo, pode necessitar de doses maiores para suprir a demanda do solo, o coeficiente natural de perda e a exigência nutricional da cultura, o que pode explicar o fato dos tratamentos não apresentarem diferenças significativas em relação a testemunha.

Segundo Malavolta (2006), o boro encontra-se no solo em quatro formas: solúvel em água, adsorvido em hidróxidos de ferro e alumínio, preso à matéria orgânica e fixado nas argilas; e apesar de ser pouco móvel na planta, o boro é altamente móvel na solução do solo, podendo também ser facilmente perdido por lixiviação. Cruz et al. (1987) relataram que o aumento de pH provoca aumento da adsorção de boro, além disso, altas concentrações de potássio no solo também podem aumentar essa adsorção. Goldberg (1997) observou que fatores como umidade e temperatura do solo também influenciam na disponibilidade de boro.

CONCLUSÃO

Conclui-se que não houve diferença significativa no peso total, número de espigas, peso de mil grãos e peso de sabugos do milho entre as fontes e as doses de boro avaliadas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C.A.; LOPES, A.S. Identificação de deficiências de micronutrientes em cinco solos de várzeas da região de cerrado de Minas Gerais. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 1985. p.76
- BÜLL, L.T. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. **POTAFOS**, Piracicaba, 1993. p.63- 145.
- CHAPMAN, V.J.; EDWARDS, D.G.; BLAMEY, F.P.C.; ASCHER, C.J. Desafiando o dogma de uma faixa estreita de oferta entre deficiência e toxicidade de boro. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, p.151-155.1997.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2018/19**. v. 6 n.12, Brasília, setembro de 2019. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra/graos>>. Acesso em 30 de novembro de 2019.
- CRUZ, M.C.P., NAKAMURA, A.M., FERREIRA, M.E. Adsorção de boro pelo solo: efeito da concentração e do pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, p. 621-6, 1987.
- DELL, B. HUANG, L. Resposta fisiológica das plantas ao boro. **Plant Soil**, v. 193, p. 103-20, 1997.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Nutrição e adubação do milho. **Circular técnica**, 78. Sete Lagoas-MG, dezembro de 2006. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490410/1/Circ78.pdf>>. Acesso em 30 de novembro de 2019.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.
- GOLDBERG, S. Reações de boro com solos. **Plant Soil**, v. 193, p. 35-48, 1997.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra – Pesquisa da Pecuária Municipal**. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em 30 de novembro de 2019.
- LOPES, A.S. Micronutrientes: Filosofias de aplicação e eficiência agrônoma. **Boletim técnico**, nº8. ANDA, 1999.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. **Editora Agronômica Ceres**, São Paulo, 2006. 638 páginas.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agricultura brasileira em números**. Disponível em

<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/agropecuaria-brasileira-em-numeros>>. Acesso em 30 de novembro de 2019.

MOZAFAR, A. Efeito do boro na formação da espiga e nos componentes de produção de dois híbridos de milho (*Zea mays* L.). **Plant Nutrition**. v.10, n. 3, p. 319-32, 1987.

PESSOA, A. C. S.; LUCHESE, E. B.; LUCHESE, A. V. Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho, em resposta ao tratamento de sementes com boro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 24, núm. 4, p. 939-945, Viçosa, 2000.

RAIJ, B. VAN et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001.

TOUCHTON, J.T.; BOSWELL, F.C. Aplicação de boro em milho cultivado em solos selecionados do sudeste. **Agronomy Journal**, v.67, n.2, p.197-200, 1975.

YAMADA, T. Boro: Será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? **Informações agronômicas**, 90. 5p. 2000.

YAMADA, T.; LOPES, A.S. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. **Informações Agronômicas**, n.84, p. 143, 1998.