

NÍVEIS E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE BORO EM TOMATEIRO¹

JOSÉ RONALDO DE MAGALHÃES, WASHINGTON LUIZ DE CARVALHO E SILVA² e
PEDRO HENRIQUE MONNERAT³

RESUMO - Com o objetivo de avaliar níveis e métodos de aplicação de boro em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), foi conduzido um experimento em um Latossolo Vermelho Escuro (LVE) distrófico, fase cerrado e textura argilosa, na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Brasília, UEPAE/EMBRAPA, em cultura de tomate, cv. Kada. Os tratamentos foram realizados em um arranjo fatorial 3 x 2 dispostos em blocos casualizados, com seis repetições. Os tratamentos estudados foram: a. Aplicação de bórax no plantio: 0, 20 e 40 kg/ha em mistura com os fertilizantes e, b. Aplicação foliar de bórax - sem pulverizações e com pulverizações espaçadas de sete em sete dias com bórax a 0,25%. Os parâmetros estudados foram: produção comercial, produção total, taxa de frutos com podridão apical e taxa de frutos de 1.^a (Extra A). As aplicações foliares com bórax não influenciaram significativamente na manifestação de sintomas de deficiência de boro, conseqüentemente não refletindo na produção e outros parâmetros estudados. Quanto à aplicação em doses crescentes de boro no solo, embora não tenha produzido efeitos significativos, foi observada uma forte tendência em aumentar linearmente as produções total e comercial. Entretanto, esta aplicação diminuiu significativamente a incidência de podridão apical nos frutos e aumentou, também significativamente, a taxa de frutos tipo "Extra A". Concluiu-se, portanto, que nas condições de cerrado, apenas aplicações entre 20 e 40 kg/ha de bórax no plantio são suficientes para a obtenção de frutos de tomate de boa qualidade.

Termos para indexação: tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill, boro, nutrição de plantas.

EVALUATION OF LEVELS AND METHODS OF BORON APPLICATION IN TOMATO

ABSTRACT - An experiment was carried out on a clay-loam dark-red dystrophic (Haplustox) latosol "fase cerrado" at the EMBRAPA's Crop Experiment Station in Brasília, to evaluate levels and methods of boron application on the production of the tomato cv. Kada. The treatments were arranged in a 3 x 2 factorial in a randomized block design with six replications. Boron was applied: a. To the soil at planting, at the rates of 0, 20 and 40 kg/ha mixed to fertilizers; b. As a foliar treatment every seven days from a solution of a 0.25% borax. Data taken from the experiments were: total production, commercial production, percentage of fruits with blossom-end rot and percentage of grade A fruits. Foliar application of boron had no effect on the incidence of boron deficiency and consequently did not change the analysed parameters. On the other hand, soil applications of boron up to 40 kg of borax per hectare increased tomato yields and significantly decreased the incidence of blossom-end rot and increased the percentage of grade A tomatoes. Therefore, it is concluded that the application of up to 40 kg of borax per hectare is highly recommended for tomato production in the "cerrado area".

Index terms: tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill, boron, plant nutrition.

INTRODUÇÃO

Em conseqüência de sua imobilidade natural dentro da planta, não ocorrendo sua redistribuição através dos vasos do floema, o boro é um nutriente que deve ser suprido continuamente durante todo o período de desenvolvimento da planta (Haynes & Robbins 1948, Kohl & Oertli 1961). Períodos de deficiência de boro tão curtos quanto um dia

podem afetar o crescimento das plantas (Kouchi & Kumazawa 1975).

Certas condições que afetam a disponibilidade de boro para as plantas, tais como: pH baixo (Kubota et al. 1948), altos teores de óxidos de ferro e alumínio (Hatcher et al. 1967, Sims & Bincham 1968) e períodos secos (Russel 1957, Buckman & Brady 1967), são facilmente encontradas em solos sob cerrado. Por outro lado, a calagem desses solos também pode reduzir a quantidade de boro disponível pelo aumento da adsorção pelo cálcio e diminuição da solubilidade pela elevação do pH (Midgley & Dunkless 1939, Kubota et al. 1948, Russel 1957).

A estreita faixa entre a deficiência e a toxicidade recomenda bastante cautela na aplicação de fer-

¹ Aceito para publicação em 13 de janeiro de 1980.

² Eng.^o Agr.^o, M.Sc., Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE) - EMBRAPA, Caixa Postal 1316, CEP 70.000 - Brasília, DF.

³ Eng.^o Agr.^o, Ph.D., Universidade Federal de Viçosa (UFV), CEP 36.570 - Viçosa, MG.

tilizantes contendo boro (Epstein 1975). Magalhães (1977) supõe, por conseguinte, que a adubação com boro no plantio poderá não ser suficiente para atender à demanda durante todo o ciclo da planta. A aplicação foliar com solução contendo boro é um meio recomendado para corrigir sintomas de deficiência deste nutriente em tomateiro (Filgueira 1972, Malavolta et al. 1974), embora sua eficiência seja duvidosa pelo fato de já mencionada imobilidade natural na planta.

A descrição de sintomas de deficiência de boro em tomateiro, tanto em frutos quanto em plantas em estágio mais avançado de desenvolvimento, é bastante restrita. Segundo Maynard et al. (1959), tomateiros cultivados em nível baixo de boro apresentaram maior incidência de "lôculo aberto", escurecimento interno e rachaduras na região peduncular dos frutos.

A ocorrência de "lôculo aberto", em condições de campo, limita-se, em grande parte, a cultivares de tomate do tipo maçã, e a incidência desse sintoma parece variar com a cultivar e o local. Filgueira (1972) observou 61,8% de frutos com "lôculo aberto" na cultivar "Ponderosa Red", em Anápolis (GO); e em Jataí (GO), observou 19,9% na cultivar "La Plata". Aplicações de boro parecem reduzir a incidência de "lôculo aberto", mas não a corrigem totalmente. Soares et al. (1966) observaram que a aplicação de bórax em cobertura, um mês após o transplante, reduziu em 28% a incidência desse sintoma, no município de Guaíba (RS). Magalhães (1977), em experimento com solução nutritiva, encontrou que a deficiência de boro em tomateiro causa deformações em folhas novas, clorose internerval e afilamento dos folíolos, assemelhando-se a sintomas atribuídos a doenças causadas por vírus.

Em culturas de tomate em algumas regiões de Minas Gerais e no Distrito Federal, a incidência de plantas com folhagem retorcida e amarelada, folíolos afilados, queda de botões florais, crescimento reduzido e baixas produções tem sido observada e atribuída a doenças virosas. Por outro lado, a pulverização dessas culturas com bórax a 0,25% tem corrigido em grande parte esses sintomas, sugerindo tratar-se mais de um problema de origem nutricional do que de doença.

O presente trabalho objetivou avaliar níveis e métodos racionais de aplicação de bórax em toma-

teiro, bem como seus efeitos na cultura em condições de campo em solos anteriormente sob cerrados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Brasília (UEPAE/BSB), órgão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em um Latossolo Vermelho Escuro (LVE) distrófico, fase cerrado e textura argilosa, cuja análise química antes do experimento revelou um pH de 4,58, 1 ppm de fósforo, 41 ppm de potássio, 0,6 mE/100 ml de alumínio e 1,2 mE/100 ml de cálcio mais magnésio.

O desenho experimental consistiu de um arranjo fatorial 3 x 2 em blocos casualizados completos com seis repetições. Os fatores estudados foram: a. Aplicação de bórax no plantio - 0, 20 e 40 kg/ha em mistura com os fertilizantes e, b. Aplicação foliar de bórax - sem pulverizações e com pulverizações espaçadas de sete em sete dias, com bórax a 0,25%.

O ensaio foi instalado no dia 16 de maio de 1978 e a cultivar utilizada foi a Kada. A parcela experimental constou de quatro fileiras espaçadas de 1,0 m, cada uma com doze plantas espaçadas de 0,5 m entre si. A parcela útil constou de 20 plantas das duas fileiras centrais, menos as plantas das extremidades.

Na área do experimento, com antecedência de 30 dias, foi feita uma calagem com cal hidratada na base de 1.000 kg/ha. A adubação básica de plantio foi feita com 300 g/cova da mistura 4-14-8, juntamente com 20 g de sulfato de magnésio, mais 2 g de sulfato de zinco e 0,1 g de molibdato de sódio.

Durante o período de desenvolvimento da planta, além de amarrios e desbrotas normais para a cultura, foram feitas três adubações em cobertura na base de 50 g/cova da mistura de cloreto de potássio com nitrocálcio. A primeira adubação em cobertura foi feita 35 dias após o transplante e constou da proporção 1:2,5 cloreto de potássio e nitrocálcio, respectivamente. As outras duas adubações foram feitas aos 50 e 75 dias, na mesma proporção. Além disso, foram feitas ainda quinze pulverizações com fungicidas e inseticidas, sendo usadas as combinações dos produtos Dithane, Coprantol, Fultosan, Lannate, Fosdrin e Dipterex, mais espalhante adesivo. As irrigações foram feitas por infiltração em sulcos, onde se procurou aplicar uma lâmina d'água líquida de 12 mm a intervalos regulares de três dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do desenvolvimento das plantas até o momento da última colheita, observou-se que algumas plantas sofreram ataque de vírus. Nos tratamentos sem aplicação de boro no solo, a percentagem de incidência de vírus topo-amarelo e topo-

-roxo foi de 7,6%, enquanto que, quando houve aplicação de boro no solo, essa percentagem foi reduzida para 5,0%. A pulverização com bórax não teve influência significativa na incidência de vírus.

Nos tratamentos sem aplicação de boro, a maioria das plantas apresentou sintomas de deficiência a partir do início da frutificação. Os sintomas observados foram: menor desenvolvimento e menor vigor das plantas; pecíolos das folhas mais novas apresentando-se quebradiços em algumas plantas; e deformações das folhas do topo da planta. Sintomas semelhantes foram observados por Magalhães (1977). Quanto aos frutos, no final da colheita, poucos apresentaram alguns sintomas de deficiência, como: rachadura e áreas corticosas. Quando o boro foi aplicado por via foliar, não foi observado efeito significativo na manifestação dos sintomas. Magalhães (1977), em trabalho semelhante, concluiu que esta prática não impediu totalmente o aparecimento de sintomas de deficiência, mas diminuiu sua intensidade. Este fato também foi observado por Soares et al (1966).

Os parâmetros utilizados para avaliação no experimento foram: produção comercial, produção total, percentagem de frutos com podridão apical, e percentagem de frutos de primeira (Extra A). A interação entre aplicação foliar e aplicação de boro no solo, em nenhuma das variáveis estudadas apresentou-se significativa.

Como se pode verificar nas Tabelas 1 a 4, a aplicação foliar com solução contendo boro em nada influenciou significativamente. Este fato vem concordar com o que reportam Whittington (1959), Albert & Wilson (1961) e Kouchi & Kumazawa

(1975). Estes pesquisadores relatam que o sistema radicular da planta, por ser a primeira parte a ser afetada pela deficiência de boro no solo, mesmo com pulverizações, deverá continuar sofrendo as conseqüências da ausência do nutriente, prejudicando a relação água/planta, a absorção de outros íons e, conseqüentemente, comprometendo a produção.

Quanto à aplicação de boro no solo, verifica-se que, embora não tenha produzido efeitos significativos sobre as médias das produções total e comercial, houve uma tendência em aumentar linearmente essas produções à medida que se aumentavam as doses de bórax aplicadas. Considerando-se que haja estreita relação entre o grau de manifestação de sintomas e a produção, por exemplo, e que o metabolismo da planta seja afetado pela deficiência de boro antes que os sintomas se tornem visíveis (Brown & Ambler 1973), acredita-se que, mesmo quando boro é aplicado, porém em doses insuficientes, pode não haver incremento na produção, pela razão já exposta acima.

Observando-se as Tabelas referentes às percentagens de frutos com podridão apical e frutos "Extra A", verifica-se, nos dois casos, uma tendência com relação ao boro aplicado ao solo. A percentagem de frutos com podridão apical diminuiu com o aumento de boro no solo, enquanto que o contrário aconteceu com relação aos frutos classificados como "Extra A". Convém salientar que estas tendências são altamente desejáveis sob o ponto de vista comercial, sem entrar no mérito de custos, considerando-se que diferenças significativas só foram observadas quando foram aplicados 40 kg/ha de

TABELA 1. Efeitos de níveis de bórax aplicados no solo e em pulverização, sobre a produção comercial de frutos de tomate, em t/ha.

Pulverização com bórax (%)	Níveis de bórax no solo (kg/ha)			Média
	0	20	40	
0,0	52,606	54,890	62,557	56,684 A
0,25	47,603	59,340	64,110	57,018 A
Média	50,104 a	57,115 a	63,334 a	CV= 28,34%

OBS: As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

bórax, com relação àquela que foi observada quando nada de boro foi aplicado no solo. Por outro lado, Soares et al. (1966) concluíram que o boro causou decréscimo na produção total e no peso médio dos frutos, além de aumentar a ocorrência de podridão apical.

TABELA 2. Efeitos de níveis de bórax aplicados no solo e em pulverização, sobre a produção total de frutos de tomate, em t/ha.

Pulverização com bórax (%)	Níveis de bórax no solo (kg/ha)			Média
	0	20	40	
0,0	68,537	71,713	75,420	71,890 A
0,25	64,141	72,121	78,145	71,469 A
Média	66,339 a	71,917 a	76,783 a	CV = 19,59%

OBS: As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3. Efeitos de níveis de bórax aplicados no solo e em pulverização, sobre a produção de frutos de tomate tipo "Extra A", em %.

Pulverização com bórax (%)	Níveis de bórax no solo (kg/ha)			Média
	0	20	40	
0,0	26,65	26,43	31,87	28,32 A
0,25	23,27	25,88	30,69	26,61 A
Média	24,96 a	26,16 ab	31,28 b	CV = 23,89%

OBS: As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4. Efeitos de níveis de bórax aplicados no solo e em pulverização, sobre a ocorrência de frutos de tomate com podridão apical (%).

Pulverização com bórax (%)	Níveis de bórax no solo (kg/ha)			Média
	0	20	40	
0,0	31,15	31,04	23,97	28,74 A
0,25	36,37	23,44	26,41	28,72 A
Média	33,76 a	27,24 ab	25,19 b	CV = 33,26%

OBS: As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Brennan & Shive (1948) e Tanaka (1967), a diminuição da absorção de boro se acentua quando a concentração de cálcio no substrato é alta, e ocorre principalmente quando é também elevada a concentração de boro. Pela relativamente alta taxa de frutos com podridão apical, chega-se a pensar que o suprimento de cálcio foi deficiente. Porém, como essa taxa decresceu com o aumento de boro, fica sugerido que na presença de boro a absorção de cálcio pela planta foi mais eficiente. A possibilidade de toxidez de boro fica descartada e a razão disso vem reforçar a idéia de que houve insuficiência de cálcio, pois os sintomas de toxicidade são mais severos quando o nível de cálcio é baixo (Brennan & Shive 1948). Ainda, em pH baixo e nível de cálcio também baixo, mesmo pequena concentração de boro no solo está na forma solúvel, tornando-se disponível à planta (Kubota et al. (1948). Isto sugere uma explicação para os efeitos não tão drásticos do nível zero de boro no solo, onde se esperam maiores respostas com a aplicação de maiores níveis de calagem.

CONCLUSÕES

Pulverizações sistemáticas com solução contendo boro, até 0,25% de bórax, não influenciaram na produção e nem na qualidade dos frutos de tomate.

A aplicação de boro no plantio mostrou-se eficiente, significativamente ou não, conclui-se que aplicações de 20 e 40 kg/ha de bórax só vêm beneficiar a cultura do tomate em condições edafoclimáticas dos cerrados.

REFERÊNCIAS

- ALBERT, S.L. & WILSON, C.M. Effect of boron elongation of tomato root tips. *Plant Physiol.*, 36:244-51, 1961.
BRENNAN, E.G. & SHIVE, J.W. Effect of calcium and boron nutrition of the tomato on the relation

- between these elements in the tissues. *Soil Sci.*, 66:65-75, 1948.
BROWN, J.C. & AMBLER, J.E. Genetic control of uptake and a role of boron in tomato. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 37:63-6, 1973.
BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1967. 594 p.
EPSTEIN, E. *Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 34 p.
FILGUEIRA, F.A.R. *Manual de olericultura*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1972. 451 p.
HATCHER, J.T.; OBWER, C.A. & CLARK, M. Absorption of boron by soils as influenced by hydroxy aluminum and surface area. *Soil Sci.*, 104:422-6, 1967.
HAYNES, J.L. & ROBBINS, W.R. Calcium and boron as essential factors in the root environment. *Amer. Soc. Agr.*, 40:775-803, 1948.
KOHLE, H.C. & OERTLI, J.J. Distribution of boron in leaves. *Plant. Physiol.*, 36:420-4, 1961.
KOUCHI, H. & KUMAZAWA, K. Anatomical response of root tip to boron deficiency. I. Effects of boron deficiency on elongation of root tips and their morphological characteristics. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 21(1): 21-8, 1975.
KUBOTA, J.; BERGER, K.G. & TRUOG, E. Boron movement in soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 13:130-4, 1948.
MAGALHÃES, J.R. *Efeitos de períodos de carência e da aplicação foliar de boro em tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill)*. Viçosa, UFV, 1977. 33 p. Tese Mestrado.
MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. *Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas*. São Paulo, Liv. Pioneira Editora, 1974. 752 p.
MAYNARD, D.N.; GERSTEN, B. & MICHELSON, L.E. The effect of boron nutrition on the occurrence of certain tomato disorders. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 74:500-5, 1959.
MIDGLEY, A.R. & DUNKLESS, D. The effect of lime on the fixation of borates in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 4:320-7, 1939.
RUSSEL, D.A. Boron and soil fertility. In: _____ *Yearbook of agriculture*, Washington, 1957. p. 121-8.
SIMS, J.R. & BINCHAM, F.T. Retention of boron by layer silicates, sesquioxides, and soil materials: III. Iron and aluminum-coated layer silicates and soil materials. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 32:369-73, 1968.
SOARES, J.A.; MURDOCK, J.; PAVAGEAU, M. & KOLLER, O.C. Efeitos do cálcio e do boro no tomateiro. *R. Oleric.*, 4:43-6, 1966.
TANAKA, H. Boron absorption by crop plants as affected by other nutrients of the medium. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 13(3):41-4, 1967.
WHITTINGTON, W.J. The role of boron in plant growth. II. The effect on growth of the radicle. *J. Exp. Bot.*, 10(28):93-103, 1959.