

Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro

Production and fruit quality of strawberry under boron influence

Anderson Lemiska^I Volnei Pauletti^{II} Francine Lorena Cuquel^{III}
Maria Aparecida Cassilha Zawadneak^{IV}

RESUMO

Nos sistemas de produção do morangueiro, a adubação com boro é uma das práticas culturais mais empregadas pelos produtores, contudo o seu uso de forma incorreta pode comprometer a produção e a qualidade das frutas. O objetivo da presente pesquisa foi avaliar os efeitos da aplicação de boro no solo (0 e 4kg ha⁻¹) combinada com pulverizações na parte aérea das plantas (0, 240, 480, 720 e 960g B ha⁻¹) sobre a planta, número, produção, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, pH da polpa e firmeza das frutas do morangueiro. A aplicação de 4kg B ha⁻¹ no solo proporcionou redução da produção de massa seca radicular e aérea das plantas de morangueiro. A aplicação foliar de boro aumentou o número e a produção de frutas com maior diâmetro, e a máxima produção total de frutas foi obtida com a aplicação foliar de 568g B ha⁻¹ durante o período reprodutivo. Tanto a aplicação de boro na parte aérea quanto no solo aumentaram o teor foliar deste nutriente, sendo que o teor foliar adequado para a segunda florada do morangueiro oscilou entre 69 a 88mg kg⁻¹. A aplicação foliar de boro aumentou a firmeza das frutas, porém independentemente da forma de aplicação de boro houve redução no teor de sólidos solúveis das frutas do morangueiro.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, micronutriente, adubação, pós-colheita.

ABSTRACT

In strawberry production systems, fertilization with boron is one of the most cultural practices employed by producers, however its use incorrectly can compromise the production and quality of fruit. The aim of this study was to evaluate the effects of applying boron in the soil (0 and 4kg ha⁻¹) combined with spraying in the shoots (0, 240, 480, 720 B and 960g ha⁻¹) on plant, number, production, titratable acidity, soluble solids, pH and pulp firmness

of strawberry fruit. The application of 4kg B ha⁻¹ soil resulted in reduced production of root biomass and shoot of strawberry plants. Foliar application of boron increased the number and fruit production with bigger diameter and maximum total production of fruits was obtained with foliar application of 568g B ha⁻¹ during the reproductive period. Both the application of boron in the air and in the soil increased the level of this nutrient leaf, and the leaf content suitable for the second blooming strawberry ranged from 69 to 88mg kg⁻¹. Foliar application of boron increased the firmness of the fruit, but regardless of the form of application of boron decreased the soluble solids content of fruit in strawberry.

Key words: *Fragaria x ananassa*, micronutrient, fertilization, postharvest.

INTRODUÇÃO

O morangueiro tornou-se uma importante cultura no Brasil devido a sua alta rentabilidade econômica, possuir amplo conhecimento pelos consumidores e grande diversidade na comercialização (FACHINELLO et al., 2011), além do importante papel social, pois é produzido em pequenas propriedades e com grande utilização de mão-de-obra familiar. A adubação com boro está entre as práticas culturais mais empregadas pelos produtores de morango com o objetivo de aumentar a produção (ALBREGTS & HOWARD, 1984), além de ser um dos fatores pré-colheita que podem condicionar os atributos de qualidade pós-colheita das frutas do morangueiro como a cor, textura, aroma,

^IPrograma de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná (UFPR), 80035-050, Curitiba, PR, Brasil. E-mail: anderson_lemi@ufpr.br. Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, UFPR, Curitiba, PR, Brasil.

^{III}Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, UFPR, Curitiba, PR, Brasil.

^{IV}Departamento de Patologia Básica, UFPR, Curitiba, PR, Brasil.

açúcar e acidez (CANTILLANO et al., 2003). No entanto, cada um desses atributos tem importância variada de acordo com os interesses da cadeia de comercialização (CHITARRA, 1990).

Na solução do solo, o boro é encontrado na fração solúvel como ácido bórico (H_3BO_3), o qual chega até as raízes via fluxo de massa (MATTIELLO et al., 2009). Essa fração tem sua disponibilidade grandemente influenciada pelo teor de matéria orgânica, pH e teor de argila do solo (VALLADARES et al., 1999), além de sofrer grande perda por lixiviação (ROSOLEM & BÍSCARO, 2007). Do florescimento até o ponto de colheita o morango necessita em média 38 dias (ANTUNES et al., 2006). Considerando que o período reprodutivo pode se estender de 4 a 6 meses (CANTILLANO et al., 2003), ocorre uma demanda contínua pelo nutriente. No processo de frutificação das plantas, o boro possui a importante função de estimular a germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico (LEE et al., 2009), fator fundamental para a adequada formação das frutas. No entanto, esse micronutriente é considerado imóvel nas plantas (MARSCHNER, 2012), sendo que sua deficiência pode prejudicar a frutificação e resultar em frutas mal formadas e de baixo valor comercial (PALHA, 2005). O boro também está relacionado ao metabolismo e transporte dos carboidratos (DECHEN & NACHTIGALL, 2006), além de ser um importante nutriente constituinte da estrutura dos polissacarídeos que fornecem resistência à parede celular (TAIZ & ZEIGER, 2009), resultando em frutas mais resistentes ao transporte e com maior período para a comercialização.

Nas adubações, o ácido bórico é a fonte de boro mais utilizada. Quando aplicado diretamente ao solo é eficiente em suprir as frutas e, quando aplicado via foliar, eleva os teores de boro nas flores, e ambas as formas de aplicação podem melhorar a produtividade das plantas (WÓJCIK et al., 2008). No entanto, altas doses de boro, tanto via solo como foliar, podem causar toxidez devido ao estreito intervalo entre nível adequado e tóxico, podendo prejudicar o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Considerando o exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar os efeitos da aplicação de boro no solo e na parte aérea sobre a planta, produção e qualidade das frutas do morangueiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR em Curitiba, PR durante o ano

de 2011. O solo antes da instalação do experimento apresentou as seguintes características químicas: $pH_{(CaCl_2)}$: 4,8; Al^{+3} : $0,2\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; Ca^{+2} : $4,9\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; Mg : $3,0\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; K : $0,13\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; P : $3,6\text{mg dm}^{-3}$; $B_{(águas\ quente)}$: $0,41\text{mg dm}^{-3}$; $V\%$: 56 e matéria orgânica: 4,55%. Foi realizada a interpretação e a adubação de plantio conforme a CQFS-RS SC (2004), aplicando-se ao solo 80kg ha^{-1} de N, 220kg ha^{-1} de P_2O_5 e 120kg ha^{-1} de K_2O , na forma de ureia, superfosfato simples e sulfato de potássio, respectivamente. Após a adubação, o solo foi acondicionado em vasos com capacidade de cinco quilogramas e realizado o plantio no dia 03 de maio. Durante a condução do experimento buscou-se manter a umidade do solo a 70% da capacidade de campo. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, distribuindo os tratamentos em esquema fatorial 2×5 , combinando duas doses de boro (0 e 4kg ha^{-1}) incorporadas no solo na data de plantio, com cinco doses de boro foliar (0, 240, 480, 720 e 960g B ha^{-1}), que foram pulverizadas sobre as plantas. Cada dose foliar de boro foi dividida em quatro partes iguais, sendo realizada a primeira aplicação no dia 22 de junho, quando 50% das flores da primeira florada encontravam-se abertas (escala fenológica 3 proposta por ANTUNES et al., 2006) e as demais com intervalos de 30 dias. A fonte de boro utilizada foi o ácido bórico com 17% de B e um volume de calda de 1000L ha^{-1} . Cada tratamento teve três repetições e em cada parcela foi alocada uma muda da cultivar 'Camarosa' proveniente do Chile, as quais foram selecionadas com mesmo diâmetro da coroa.

As colheitas das frutas foram realizadas diariamente durante os meses de julho a novembro, adotando como ponto de colheita a escala fenológica 9, proposta por ANTUNES et al. (2006), ou seja, quando a fruta se apresentava com mais de 75% da coloração externa avermelhada. Nesse período, foram avaliados o número e a produção de frutas de cada planta, as quais foram pesadas e classificadas em categorias de acordo com a presença de defeitos externos graves (DG), leves (DL) e sem defeitos (SD). Esta última categoria foi separada em classes $<15\text{mm}$, $15-35\text{mm}$ e $>35\text{mm}$, conforme o diâmetro equatorial das frutas, segundo PBMH & PIMO (2009). Na avaliação das frutas comerciais, foram excluídas as com DG e $<15\text{mm}$. Na avaliação da qualidade físico-química, foram utilizadas as frutas colhidas entre os meses de julho a setembro, sendo que, neste período, foram realizadas duas das quatro aplicações foliares de boro. Durante o período de colheita, foram realizadas as análises de firmeza das frutas, amostrando o terço médio inferior de quatro morangos da categoria SD por planta. Para isso, foi

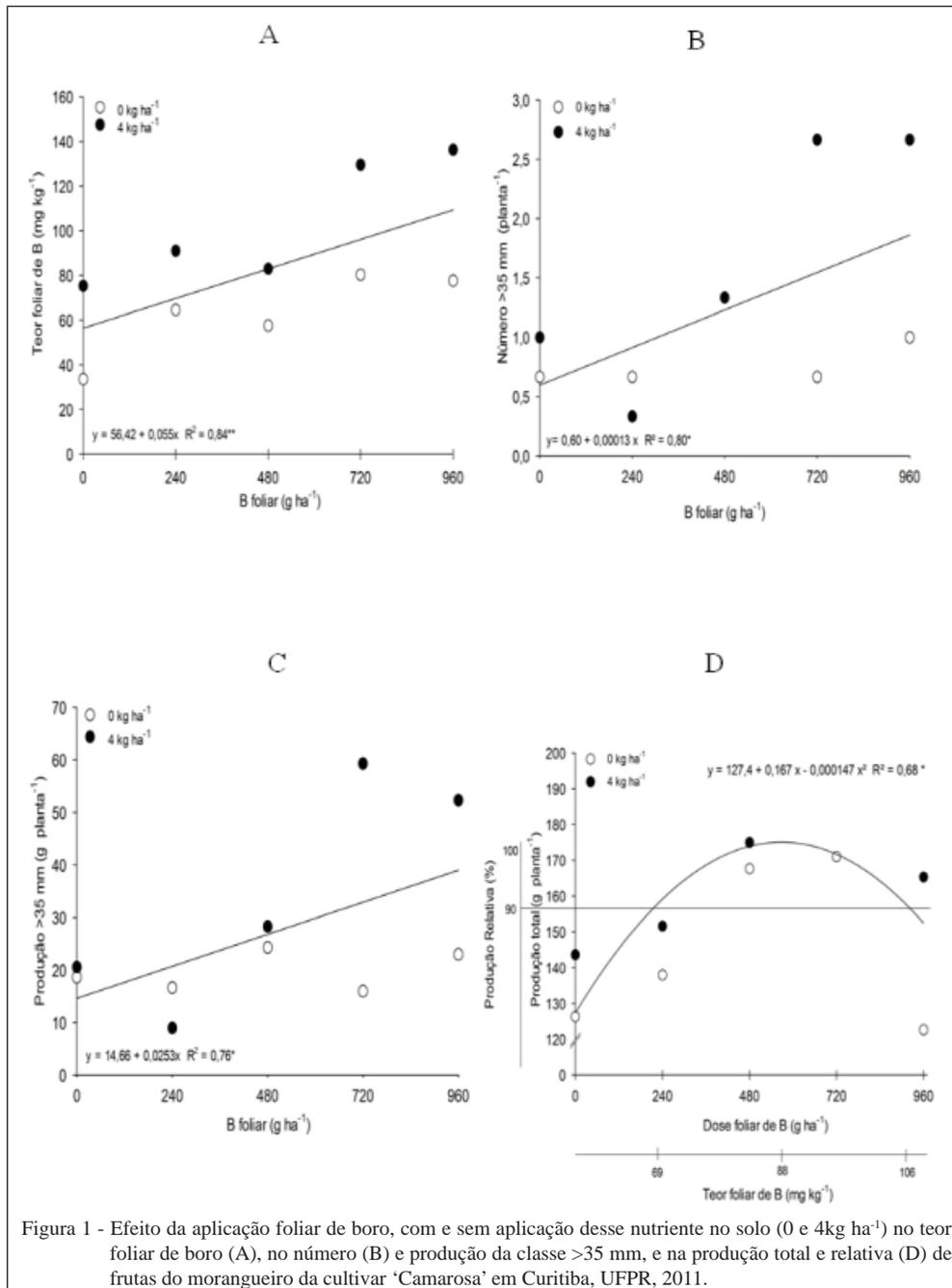
utilizado o texturômetro digital Brookfield CT3 2500, determinando a resistência à compressão das frutas, utilizando uma ponta de prova cilíndrica de 2mm de diâmetro, velocidade de perfuração de 1mm s^{-1} , distância padrão de 5mm e o resultado expresso em Newton. Após a análise de firmeza, as frutas foram congeladas e, no final do período de colheita, foi determinada a acidez titulável, o teor de sólidos solúveis totais e o pH da polpa, segundo o INSTITUTO ADOLF LUTZ (2008). No final da segunda florada do morangueiro, foi amostrada a terceira folha recém desenvolvida sem pecíolo e realizada a análise do teor foliar de boro por espectrofotometria com azometina-H, segundo SILVA (2009). Com o restante da planta, foi determinada a massa seca da parte aérea, considerando as folhas, pecíolos e coroa, bem como a massa seca das raízes, por meio de secagem em estufa a 65°C por 48 horas. Realizou-se o teste de Bartlett para verificar a homogeneidade entre os dados, em seguida, foram avaliados os efeitos da aplicação de boro no solo pelo teste F e os efeitos das doses foliares de boro por regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de boro no solo reduziu significativamente a produção de massa seca radicular ($7,48\text{g planta}^{-1}$) em comparação ao tratamento sem aplicação ($15,70\text{g planta}^{-1}$) e o mesmo fato ocorreu na massa seca da parte aérea ($10,3\text{g planta}^{-1}$) em relação ao tratamento sem aplicação de boro ($15,7\text{g planta}^{-1}$), concordando com resultados obtidos por RIGSS et al. (1987). O teor de boro na folha do morangueiro aumentou significativamente com a aplicação de boro no solo (103mg kg^{-1}) em relação à ausência da aplicação (63mg kg^{-1}), e houve aumento linear no teor com a aplicação dos tratamentos foliares de boro (Figura 1A). Segundo SILVA (2009), o teor foliar de boro, adequado para a primeira florada do morangueiro, encontra-se entre $35\text{-}100\text{mg kg}^{-1}$. Apesar de a análise foliar ter sido realizada no final da segunda florada, observa-se que, na ausência total da aplicação desse micronutriente, o teor foliar estaria abaixo do adequado, mesmo com teor inicial de boro no solo indicando nível alto para a cultura ($0,41\text{mg kg}^{-1}$). Com a aplicação de boro no solo combinado com a dosagem foliar de 720 ou 960g B ha^{-1} , foram observados sintomas visuais de toxidez foliar desse nutriente caracterizada pela necrose das bordas das folhas velhas, coincidindo com a região em que há maior transpiração e acumulação do nutriente. Sintomas semelhantes de toxidez foliar de boro no morangueiro também foram observados e descritos por HAYDON (1981).

Os tratamentos não afetaram o número de frutas total ($12,5$ frutas planta^{-1}), comercial ($8,3$ frutas planta^{-1}), das categorias DL ($1,8$ frutas planta^{-1}) e DG ($2,8$ frutas planta^{-1}), das classes $<15\text{mm}$ ($1,4$ frutas planta^{-1}) e $15\text{-}35\text{mm}$ ($5,3$ frutas planta^{-1}). A aplicação de boro no solo aumentou significativamente o número de frutas da classe $>35\text{mm}$ ($1,6$ frutas planta^{-1}), quase o dobro em relação à ausência da aplicação no solo ($0,86$ fruta planta^{-1}), e os tratamentos foliares de boro propiciaram aumento linear do número de frutas desta classe (Figura 1B). Tendo em vista que a aplicação de boro no solo elevou o teor do nutriente na folha (Figura 1A) e na fruta como constatado por ENSRINGU et al. (2011), o mesmo resultado pode ter ocorrido nas flores, influenciando positivamente a germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico (LEE et al., 2009), resultando em frutas com maiores diâmetros. No entanto, verifica-se que somente o fornecimento de boro via solo não foi suficiente para suprir as flores e frutas, uma vez que houve incremento linear no número de frutas da classe $>35\text{mm}$ com a aplicação foliar (Figura 1B). Na maioria das plantas cultivadas, o boro é imóvel, acumulando-se nas folhas mais velhas (MARSCHNER, 2012). Isso ocorre porque elas transpiram mais que as flores e os frutos, logo as aplicações foliares supriram de forma complementar esses órgãos, inclusive o grão de pólen, resultando em aumento do diâmetro das frutas.

Os tratamentos não afetaram a produção de frutas comerciais ($117,7\text{g planta}^{-1}$), das categorias DL ($27,1\text{g planta}^{-1}$) e DG ($33,0\text{g planta}^{-1}$), das classes $<15\text{mm}$ ($6,0\text{g planta}^{-1}$), $15\text{-}35\text{mm}$ ($63,4\text{g planta}^{-1}$). Apesar de a aplicação de boro no solo ter aumentado o número de frutas da classe $>35\text{mm}$, o mesmo fato não ocorreu em relação à produção dessa classe, que resultou em produção média de $26,8\text{g planta}^{-1}$, sendo 42% a mais em relação à ausência da aplicação de boro no solo. A aplicação foliar de boro aumentou linearmente a produção de frutas da classe $>35\text{mm}$ (Figura 1C), o que já era esperado devido o maior número de frutas dessa classe. Independente da aplicação de boro no solo, a máxima produção total foi obtida com a aplicação foliar de 568g B ha^{-1} (Figura 1D), concordando com ALBREGTS & HOWARD (1984), sendo que esta dosagem resultou na produção de 175g de frutas por planta e teor foliar de boro equivalente a 88mg kg^{-1} . Apesar de a aplicação de boro ter elevado a produção total de frutas, esta ficou abaixo da observada por CALVETE et al. (2010). Isso se deve principalmente pela condução do experimento em casa de vegetação, onde o ambiente é mantido completamente fechado,



propiciando ampla variação na temperatura, além da ausência de agentes polinizadores, o que acaba influenciando negativamente no processo da polinização. O nível crítico foliar de boro relativo a 90% da máxima produção de frutas foi de 69 e 106mg kg⁻¹ (Figura 1D), valores muito semelhantes ao recomendado por SILVA (2009) para a primeira florada da cultura. Observando que, em teor foliar de boro acima de 88mg kg⁻¹ houve queda na produção de frutas, conclui-se que o teor foliar de boro mais

adequado para a segunda florada do morangueiro oscila entre 69 a 88mg kg⁻¹, pois, nessa faixa, além da maior produção de frutas, não foram observados sintomas visuais de toxidez foliar de boro.

Com relação às variáveis que definem a qualidade das frutas do morangueiro, não houve efeito dos tratamentos no pH da polpa (3,44), mas houve interação significativa entre os tratamentos quanto ao teor de sólidos solúveis das frutas (Figura 2A). A aplicação de boro reduziu o teor de sólidos solúveis

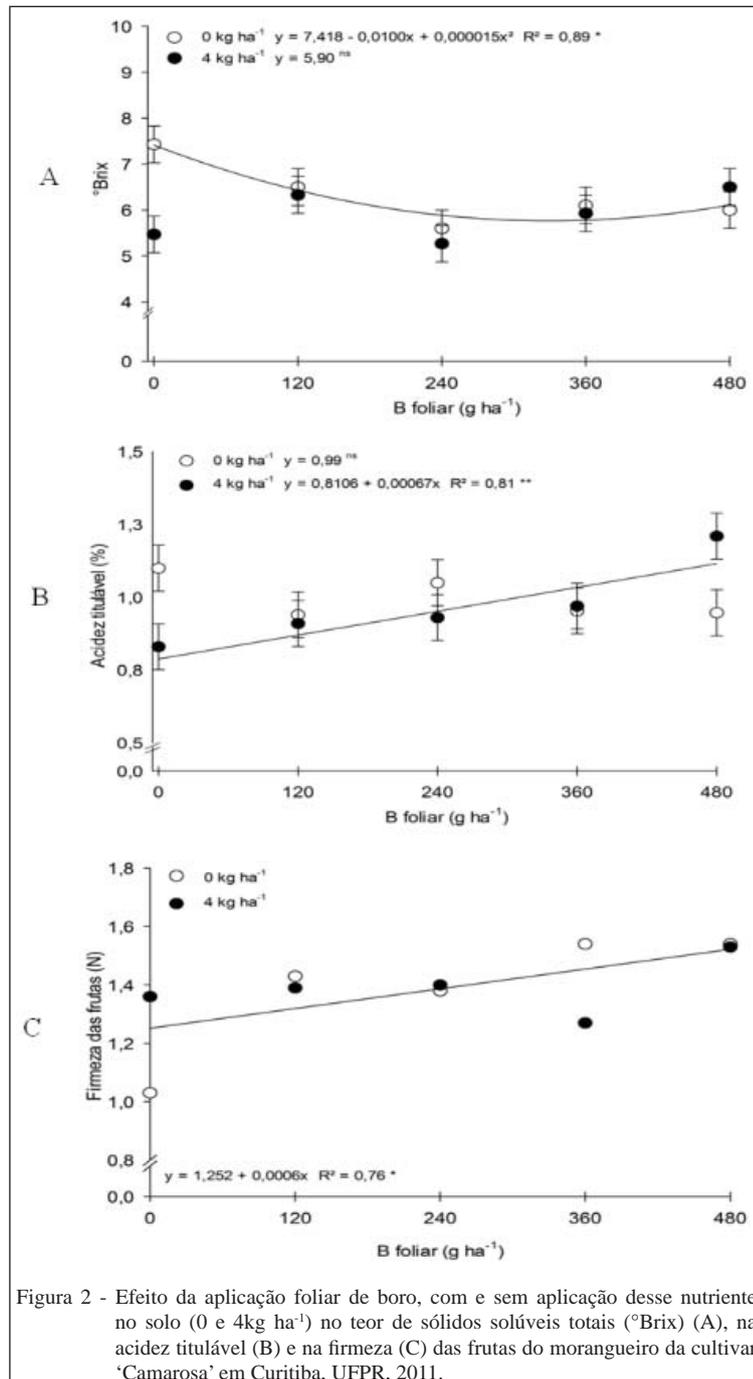
(°Brix) nas frutas do morangueiro. O maior teor foi obtido no tratamento sem a aplicação de boro no solo e foliar, mas esse teor declinou à medida que as dosagens foliares foram aumentadas até 333g B ha⁻¹. Quando realizada somente aplicação de boro no solo, sem aplicação foliar com este elemento, também houve redução significativa no teor de sólidos solúveis. Duas hipóteses podem explicar a redução nos tores de açúcares nas frutas devido à aplicação de boro, os açúcares são sintetizados nas folhas e translocados para as frutas numa relação fonte-dreno, respectivamente (TAIZ & ZEIGER, 2009), o aumento nos teores foliares de boro reduz a assimilação de CO₂ e conseqüentemente o teor de açúcar nas folhas, como constatado por SIMÓN et al. (2013). Para esses autores, o excesso de boro reduz a atividade das enzimas fotossintéticas, além de afetar os cloroplastos e a capacidade de transporte de elétrons. Na segunda hipótese, considerando que a aplicação de boro não alterou o número total de frutas por planta, mas aumentou o número e a produção de frutas com maiores diâmetros (>35mm), isto pode ter ocasionado diluição dos açúcares reduzindo o teor de sólidos solúveis das frutas.

Houve interação significativa dos efeitos dos tratamentos sobre a acidez titulável das frutas do morangueiro (Figura 2B). A aplicação foliar de boro não alterou a acidez titulável quando da ausência de aplicação de boro no solo, resultando em teor médio de 0,99%, valor próximo ao encontrado por WÓJCIK & LEWANDOWSKI (2003) e SINGH et al. (2007). No tratamento em que somente se aplicou boro no solo, houve redução no teor da acidez titulável, mas este teor elevou-se linearmente com as aplicações das dosagens foliares. O morango contém grande quantidade de ácidos orgânicos, sendo o ácido ascórbico o mais comum (GIAMPIERI et al., 2012), e sua produção é afetada pela interação entre genótipo e nutrição da planta com boro. Segundo SINGH et al. (2012), a baixa concentração foliar de boro causou aumento significativo nos teores de ácido ascórbico. Como a acidez titulável tem relação direta com a concentração dos ácidos orgânicos (CHITARRA, 1990), nota-se o mesmo comportamento observado por estes autores quando da ausência total da aplicação de boro (Figura 2B). Porém, a aplicação deste elemento no solo combinado com a maior dosagem foliar aumentou significativamente a acidez titulável, portanto, além do genótipo, a dose de boro utilizada também afeta a produção dos ácidos orgânicos pela planta do morangueiro. Segundo PALHA (2005), quanto maior for a acidez titulável e o teor de sólidos solúveis das frutas do morangueiro maior é o sabor e

o aroma, logo o tratamento sem aplicação de boro no solo e foliar reuniu as duas qualidades referidas.

Independente da aplicação de boro no solo houve aumento linear na firmeza das frutas do morangueiro com a aplicação dos tratamentos foliares de boro (Figura 2C). Segundo TAIZ & ZEIGER (2009), uma parte do carbono assimilado na fotossíntese é transformado em polissacarídeo para formação da parede celular, enquanto outra irá formar os mono e dissacarídeos para a síntese dos açúcares. A pectina é um dos principais polissacarídeos com função de promover resistência à parede celular das plantas e várias enzimas são responsáveis pela sua biossíntese, dentre elas, a enzima Rhamnogalacturonan II é a mais conhecida, cujo nutriente boro está presente em sua constituição (O'NEILL et al., 2004). Dessa forma, a aplicação foliar de boro pode ter atingido a fruta e suprido a demanda desta enzima resultando em frutas mais firmes. No entanto, a deficiência de boro pode reduzir a biossíntese dos polissacarídeos e comprometer a estrutura da parede celular (GUPTA, 1993) e isso pode ser constatado no tratamento com ausência total de aplicação de boro, que apesar de não diferir significativamente, produziu frutas com firmeza 27% inferior aos demais tratamentos que receberam aplicação de boro. Observa-se que a aplicação de boro estimulou o morangueiro a produzir mais polissacarídeo resultando em aumento na firmeza das frutas (Figura 2C), porém com baixos teores de açúcares das frutas, possivelmente pela redução na produção de mono e dissacarídeos, o que pode ser considerada como uma terceira hipótese da redução do teor de sólidos solúveis das frutas (Figura 2A). Durante a maturação das frutas, a firmeza é um dos fatores que determina a qualidade do morango e sua vida pós-colheita (CANTILLANO et al., 2003), assim, a aplicação foliar no início do florescimento e trinta dias após é uma boa estratégia para elevar a firmeza das frutas, as quais se tornam mais resistentes ao transporte, além de serem menos suscetível à incidência do fungo *Botrytis cinerea* na pré e pós-colheita (WÓJCIK & LEWANDOWSKI, 2003), reduzindo as perdas no campo e nos supermercados.

Diante da presente pesquisa, verifica-se que a adubação com boro pode trazer resultados positivos tanto para o produtor de morango, pois implicou aumento na produção, quanto para os comerciantes, pois resultou em frutas mais firmes que suportam maior tempo de prateleira. Por outro lado, a ausência da aplicação de boro foi mais benéfica ao consumidor da fruta in natura, pois resultou em frutas com maior teor de açúcar.



CONCLUSÃO

Tanto a aplicação de boro na parte aérea quanto no solo aumentaram o teor foliar desse nutriente, sendo o nível adequado para a segunda florada do morangueiro valores entre 69 a 88mg kg⁻¹.

A máxima produção total de frutas do morangueiro foi obtida com a aplicação foliar de

568g B ha⁻¹ durante o florescimento, devido ao aumento do número e da produção de frutas de maior diâmetro. Essa aplicação foliar também resultou em frutas mais firmes.

A aplicação de boro tanto no solo quanto foliar reduziu a massa seca radicular e aérea do morangueiro e o teor de sólidos solúveis das frutas.

REFERÊNCIAS

- ALBREGTS, E.E. et al. Boron application to strawberries. **Soil and Crop Science Society of Florida**, v.43, p.11-14, 1984.
- ANTUNES, O.T. et al. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.426-430, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v24n4/06.pdf>> Acesso em: 02 Nov. 2013.
- CALVETE, E.O. et al. Polinização de morangueiro por *Apis mellifera* em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.181-188, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v32n1/aop02010.pdf>> Acesso em: 02 Nov. 2013.
- CANTILLANO, F.F. et al. **Morango pós-colheita**. 1.ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. 28p.
- CHITARRA, M.I.F. **Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400p.
- DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: FERNANDES, S.F. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. Cap.8, p.328-352.
- ESRINGU, A. et al. Boron application improves on yield and chemical composition of strawberry. **Soil and Plant Science**, v.61, p.245-252, 2011.
- FACHINELLO, J.C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. esp, p.109-120, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a14v33nspe1.pdf>> Acesso em: 02 Nov. 2013.
- GIAMPIERI, F. et al. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact in human health. **Journal Nutrition**, v.28, p.9-19, 2012.
- GUPTA, U.C. **Boron and its role in crop production**. Canada, 1993. 237p.
- HAYDON, G.F. Boron toxicity of strawberry. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.12, p.1085-1091, 1981.
- INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Métodos físico-químico para análise de alimentos**. 1.ed. São Paulo, 2008. 1020p.
- LEE, S.H. et al. Effects of post-harvest foliar boron and calcium applications on subsequent season's pollen germination and pollen tube growth of pear (*Pyrus pyrifolia*). **Scientia Horticulturae**, v.122, p.77-82, 2009.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed London: Elsevier, 2012. 643p.
- MATTIELLO, E.M. et al. Transporte de boro no solo e sua absorção por eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1281-1290, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n5/v33n5a21.pdf>> Acesso em: 02 Nov. 2013.
- O'NEILL, M. A. et al. Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide. **Annual Review of Plant Biology**, v.55, p.109-139, 2004.
- PALHA, M.G.de. **Manual do morangueiro**. 1.ed Barradois: Atelier Gráfica, 2005 128p.
- PBMH & PIMO. **Programa brasileiro para a modernização da horticultura & produção integrada de morango: normas de classificação de morango**. CEAGESP, 2009. 8p.
- RIGGS, D.I.M. et al. The effect of boron application on boron partitioning in tristar and benton strawberries. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.18, p.1453-1467, 1987.
- ROSOLEM, C.A.; BÍSCARO, T. Adsorção e lixiviação de boro em latossolo vermelho-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1473-1478, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n10/a15v4210.pdf>> Acesso em: 02 Nov. 2013.
- SIMÓN, I. et al. Effects of boron excess in nutrient solution on growth, mineral nutrition, and physiological parameters of *Jatropha curcas* seedlings. **Journal Plant and Soil Science**, v.176, p.165-174, 2013.
- SHING, D.P. et al. Impact of boron, calcium and genetic factors on vitamin C, carotenoids, phenolic acids, anthocyanins and antioxidant capacity of carrots (*Daucus carota*). **Food Chemistry**, v.132, p.1161-1170, 2012.
- SINGH, R. et al. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, v.112, p.215-220, 2007.
- SILVA, F.C. **Manual de análises química de solo, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. 627p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ed Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.
- VALLADARES, G.S. et al. Disponibilidade de boro e correlação com propriedades dos solos do estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.493-498, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n3/8674.pdf>> Acesso em: 02 Nov. 2013.
- WÓJCIK, P. et al. Response of apple trees to boron fertilization under conditions of low soil boron availability. **Scientia Horticulturae**, v.116, p.58-64, 2008.
- WÓJCIK, P.; LEWANDOWSKI, M. Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of "Elsanta" strawberry. **Journal of Plant Nutrition**, v.26, p.671-682, 2003.