



Revista Agrarian

ISSN: 1984-2538

Adubação boratada em morangueiro cv. Camarosa

Boron fertilization on strawberry cv. Camarosa

Danimar Dalla Rosa, Fabíola Villa, Diego Ricardo Stumm, Jhulyan Lucini, Fábio Corbari, Thomas Favaretto Bueno, Jonas Egewarth

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal C. Rondon, PR. Pós-graduando em Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), *Campus* de Marechal Cândido Rondon - Centro de Ciências Agrárias, Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Sala 63, Centro, Cx. Postal 91CEP: 85960-000 - Marechal Cândido Rondon. Email: danimardr@hotmail.com

Recebido em:18/02/2014

Aceito em:27/02/2018

Resumo: Boro e zinco são dois dos micronutrientes mais importantes para a cultura do morangueiro, no entanto, o excesso pode causar toxidez e prejuízos. Objetivou-se com este trabalho avaliar a utilização de concentrações de ácido bórico no solo durante três épocas, verificando o efeito na produção e na qualidade dos pseudofrutos. O experimento foi conduzido em blocos casualizados e esquema fatorial 4 x 3 (4 concentrações de ácido bórico x 3 épocas de aplicação), contendo 5 repetições com 2 plantas cada. Foram avaliados o número e massa de pseudofrutos por planta, diâmetro transversal e longitudinal, sólidos solúveis e acidez titulável. Os efeitos visuais observados foram negativos, com o aparecimento de necroses foliares, a partir da primeira época de aplicação. Houve redução do número e da massa de pseudofrutos por planta, com o aumento das dosagens. Para os diâmetros, sólidos solúveis e acidez titulável, houve interação significativa a 5% de probabilidade, e maiores valores foram obtidos quando se aplicaram maiores concentrações de ácido bórico no final do ciclo produtivo. Tal situação é esclarecida pelo período inicial de produção na ausência de efeitos tóxicos. A concentração inicial de boro (0,84 mg dm⁻³) pode ser considerada suficiente para o desempenho inicial em vasos de morangueiros cv. Camarosa.

Palavras-chave: boro, época de aplicação, *Fragaria*

Abstract: Boron and zinc are two of the most important micronutrients for the strawberry crop, however, the excess can cause toxicity and damage. The objective of this work was to evaluate the use of boric acid concentrations in the soil during three seasons, verifying the effect on the production and the quality of the fruits. The experiment was conducted in a randomized block and 4 x 3 factorial scheme (4 concentrations of boric acid x 3 application times), containing 5 replicates with 2 plants per replicate. The number and mass of fruits per plant, transverse and longitudinal diameter, soluble solids and titratable acidity were evaluated. The observed visual effects were negative, with the appearance of leaf necrosis, from the first application period. There was a reduction in the number and mass of fruits per plant, with increased dosages. For the diameters, soluble solids and titratable acidity, there was a significant interaction at 5% probability, and higher values were obtained when higher concentrations were applied at the end of the productive cycle. This situation is clarified by the initial period of production in the absence of toxic effects. The initial concentration of boron (0.84 mg dm⁻³) may be considered sufficient for initial performance in pots of strawberry cv. Camarosa.

Key-words: boron, application time, *Fragaria*

Introdução

Apesar de ser considerada uma planta de clima temperado (Santos et al., 2003), no Brasil, o morangueiro pode ser cultivado em regiões de clima subtropical e temperado. Esta ampla zona de produção faz com que se encontrem variações edafoclimáticas que estão diretamente associadas

a fertilidade do solo e ao comportamento reprodutivo e vegetativo das cultivares, afetando consequentemente na produtividade das plantas (Santos & Medeiros, 2003).

O morangueiro requer disponibilidade constante de nutrientes para atender a demanda da cultura, uma vez que apresenta um período





reprodutivo que pode se estender até 6 meses. Além disso, existem períodos de desenvolvimento da cultura em que a demanda pelos nutrientes é maior, quando comparado a outros no mesmo ciclo produtivo (Cantillano et al., 2003). Dessa forma, cuidados com o preparo, manejo, tipo de solo e fertilidade são necessários para o desenvolvimento e manutenção do morangueiro, dando importância à matéria orgânica do solo, devido ao seu desempenho na estruturação, retenção de água e disponibilidade de macro e micronutrientes, especialmente boro (B) e zinco (Zn), destacados como sendo os micronutrientes mais importantes para a cultura (Vera, 2001).

Em sistemas de produção do morangueiro, as adubações boratadas são utilizadas para aumentar a produtividade, no entanto, o uso incorreto de boro pode comprometer a produção e a qualidade dos morangos, sendo que elevadas doses podem causar toxidez foliar devido ao estreito intervalo entre o nível adequado e o tóxico (Lemiska et al., 2014). A absorção de boro pela planta é realizada, geralmente através de ácido bórico (H_3BO_3), o qual chega até as raízes através de fluxo de massa e, após sua absorção torna-se praticamente imóvel na cultura do morangueiro, assim como na maioria das outras espécies cultivadas, podendo prejudicar seu fornecimento para regiões de pouca transpiração da planta como flores e frutas (Mattiello et al., 2009; Marschner, 2012).

O boro possui a função de estimular a germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico, sendo responsável pela adequada formação das frutas. Também está relacionado ao metabolismo e transporte de carboidratos, além de ser constituinte de polissacarídeos que conferem resistência a parede celular resultando em frutas

mais residentes ao transporte e com maior período de comercialização (Taiz & Zeiger, 2009).

Adubações via solo no momento do plantio ou até mesmo via fertirrigação podem ser utilizadas de forma a atender a demanda das plantas e corrigir possíveis deficiências do elemento na cultura do morangueiro. Objetivou-se com este trabalho avaliar a utilização de concentrações de ácido bórico no solo durante três épocas, verificando o efeito na produção e na qualidade dos pseudofrutos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, em condições de telado com 50% de sombreamento, na Estação Experimental de Horticultura e Cultivo Protegido “Professor Mário César Lopes”, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR.

Mudas de morangueiro da cultivar Camarosa foram plantadas em maio de 2012, em bandejas de poliestireno com 64 células, contendo como substrato comercial o Húmus Fértil® e mantidas sobre bancada. Realizaram-se irrigações diárias manuais sob forma de aspersão e o controle preventivo de pragas e doenças. Após 30 dias, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos, com capacidade de 10 dm³, contendo como substrato a mistura de solo tipo Argiloso + húmus + Húmus Fértil® (proporção 2:1:1 v/v/v, respectivamente) dispendo-se 2 plantas em cada vaso. Para caracterização das propriedades físicas e químicas do substrato foram retiradas amostras e encaminhadas ao Laboratório de Química da Unioeste, obtendo-se os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultado da análise química proveniente da amostra de substrato (solo tipo Argiloso + húmus + Húmus Fértil®) utilizado no experimento com adubação boratada em morangueiros. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR. 2017.

P	MO*	pH CaCl ₂	H ⁺ A I	Al ⁺³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	V	Al
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	0,01mol L ⁻¹				cmol dm ⁻³				%	
540,00	23,24	6,14	3,03	0,0	3,84	9,53	4,12	17,49	20,5	85,2	0,0

*MO = matéria orgânica.



Tabela 2. Resultado da análise físico-química de cinco micronutrientes proveniente da amostra de substrato (solo tipo Argiloso + húmus + Húmus Fértil[®]) utilizado no experimento com adubação boratada em morangueiros. Uniãoeste, Campus Marechal Cândido Rondon, PR. 2017.

Cu	Mn	Zn	Fe	B	Argila	Silte	Areia
		mg dm ⁻³				g Kg ⁻¹	
7,70	28,60	170,00	115,00	0,84	392,50	457,35	150,15

Os vasos com as mudas foram distribuídos no telado e dispostos em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 3 (4 concentrações de boro x 3 épocas de aplicação), contendo cinco repetições com duas plantas.

Como fonte de boro utilizou-se o ácido bórico (H₃BO₃ - 17% de B), sendo que as dosagens e épocas de aplicação foram realizadas conforme Tabela 3.

Tabela 3. Representação dos tratamentos utilizados no desenvolvimento do experimento com adubação boratada em morangueiros.

Boro		Ácido bórico		Datas de aplicação	Período - fases da cultura
kg ha ⁻¹	mg planta ⁻¹	kg ha ⁻¹	mg planta ⁻¹		
0,00	0,00	00,00	0,00	10/07/2012	Início da formação das flores
5,00	75,75	29,41	445,61	10/07/2012	Início da formação das flores
10,00	151,52	58,82	891,21	10/07/2012	Início da formação das flores
15,00	227,27	88,24	1336,97	10/07/2012	Início da formação das flores
0,00	0,00	00,00	0,00	20/08/2012	Pleno desenvolvimento das frutas
5,00	75,75	29,41	445,61	20/08/2012	Pleno desenvolvimento das frutas
10,00	151,52	58,82	891,21	20/08/2012	Pleno desenvolvimento das frutas
15,00	227,27	88,24	1336,97	20/08/2012	Pleno desenvolvimento das frutas
0,00	0,00	00,00	0,00	07/09/2012	Declínio da produção
5,00	75,75	29,41	445,61	07/09/2012	Declínio da produção
10,00	151,52	58,82	891,21	07/09/2012	Declínio da produção
15,00	227,27	88,24	1336,97	07/09/2012	Declínio da produção

As fases correspondentes ao início da formação das flores, pleno desenvolvimento dos frutos e declínio da produção correspondem, respectivamente a 30, 70 e 90 dias após o transplantio das mudas para os vasos.

Para a aplicação do ácido bórico, diluiu-se o mesmo em água e em seguida aplicou-se 200 mL da solução para cada vaso com duas plantas, sendo que, a concentração utilizada para cada tratamento variou conforme a quantidade a ser aplicada em 1 hectare, levando em consideração uma população de 66.000 plantas por hectare.

As colheitas dos pseudofrutos foram realizadas a partir do momento em que os mesmos apresentavam 75% ou mais de sua coloração superficial avermelhada, estendendo-se até cerca de 120 dias após o transplantio nos vasos. Após cada colheita os pseudofrutos foram submetidos a mensuração das características agrônomicas (biomassa fresca e número de pseudofrutos por planta, diâmetros transversal e longitudinal) sendo

em seguida higienizados, armazenados em sacolas plásticas transparentes e acondicionados em freezer para posterior realização de análises físico-químicas (sólidos solúveis e acidez).

Realizaram-se três repetições de avaliação para a mensuração das variáveis físico-químicas, sendo os pseudofrutos colhidos após a primeira adubação e antes da segunda; após a segunda e antes da terceira e após a terceira fossem agrupados para posterior quantificação dos sólidos solúveis e acidez. Dessa forma, os resultados dessas duas variáveis analisadas foram obtidos através da média aritmética dos resultados encontrados nas repetições das avaliações realizadas.

Determinou-se a acidez titulável mediante titulação de 5g de massa de pseudofrutos diluída em 45 mL de água destilada, acrescida de 3 gotas de fenolftaleína alcoólica 1%, utilizando-se solução de NaOH a 0,1N para titulação, com resultados expressos em g ácido cítrico 100g⁻¹ de

massa. Determinaram-se os sólidos solúveis (SS), expressos em °Brix, por meio de refratômetro de bancada tipo Abbe WYA (modelo 2WA-J). As análises físico-químicas foram realizadas segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005).

Após coletados, os dados foram submetidos a uma análise de variância a 5% de probabilidade de erro para verificar significância entre as dosagens de ácido bórico utilizadas e épocas de aplicação, em seguida foram avaliados os efeitos das dosagens através de regressão e para comparação das médias obtidas entre as épocas de aplicação utilizou-se o teste de Tukey. As análises

estatísticas foram desenvolvidas pelo software Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

Independente da época de aplicação de ácido bórico e com o aumento das concentrações, observou-se efeito visual e negativo sobre as plantas devido a fitotoxidez exercida pelas adubações. Os efeitos nocivos agravaram-se quando foi utilizado maiores concentrações (15 kg ha⁻¹) associadas a primeira época de aplicação (início da formação das flores), reduzindo-se a produção praticamente a zero e ocasionando a morte das plantas (Figura 1).

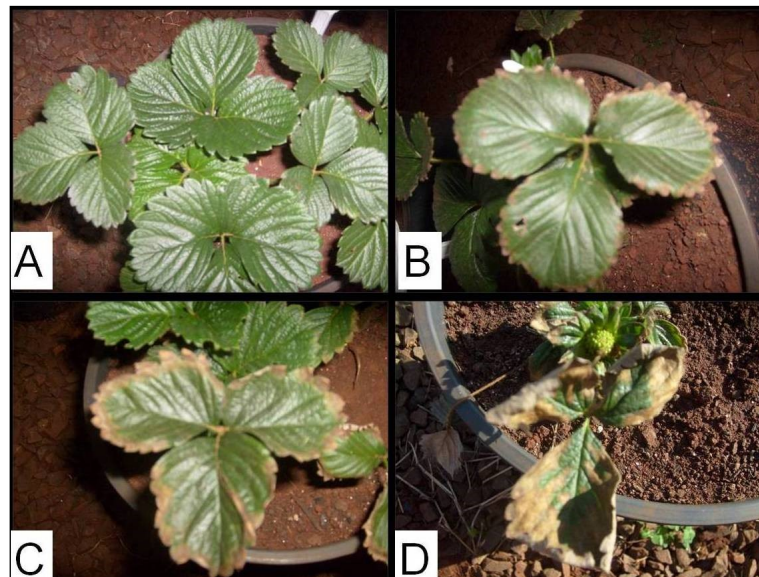


Figura 1. Efeitos do uso de adubações boratadas em morangueiros cv. Camarosa em função da aplicação no início da formação de flores. A = testemunha sem aplicação; B = 5 kg ha⁻¹; C = 10 kg ha⁻¹; D = 15 kg ha⁻¹ (fitotoxidez e morte das plantas).

Os sintomas de fitotoxidez observados são correlacionados com os descritos na literatura (Passos & Faquin, 2013; Faquin & Andrade, 2004), como amarelecimento e endurecimento dos pseudofrutos e necrose dos bordos foliares, local de maior transpiração. Esses efeitos podem ter sido agravados devido a alta concentração de boro no substrato no momento do plantio dos morangueiros (Tabela 2), sendo considerado teor alto desse micronutriente no substrato valores acima de 0,3 mg dm⁻³, com exceção para a videira

que apresenta concentrações ideais variando de 0,6 a 1,0 mg dm⁻³ (Sbcs, 2004).

Apesar de todas as variáveis analisadas apresentarem valores significativamente maiores nas aplicações realizadas na segunda e/ou terceira época (Tabela 4). Tais resultados não refletem o incremento dos valores devido a ação das aplicações de ácido bórico, mas sim, pelo fato de que as aplicações antecipadas acentuaram os efeitos nocivos de boro nas plantas pelo menor desenvolvimento vegetativo das mesmas, ainda mais se considerado que as plantas que

permaneceram maior período de tempo sem receber as adubações (2ª e 3ª épocas) tiveram capacidade de produzir normalmente por um

maior período de tempo, superando assim aquelas que receberam as adubações antecipadamente.

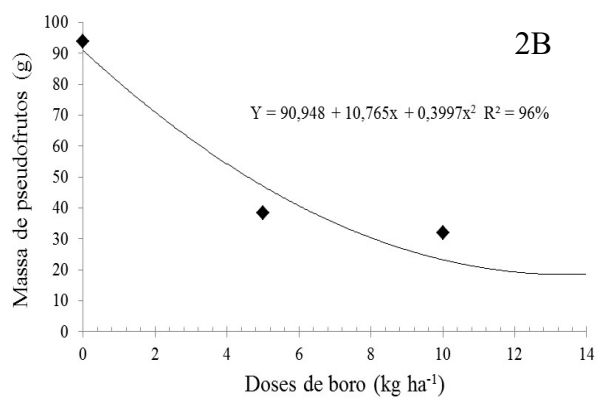
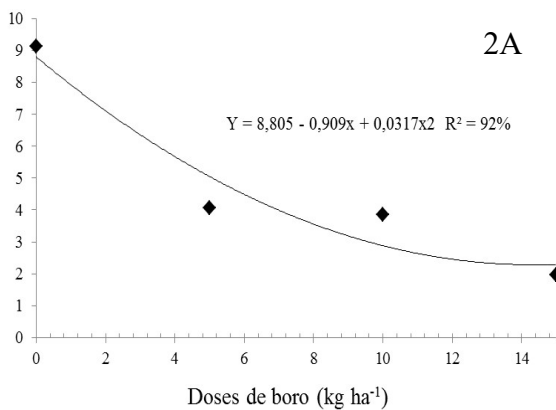
Tabela 4. Médias das variáveis analisadas conforme época de aplicação das adubações boratadas. Unioeste, *Campus Marechal Cândido Rondon*, PR. 2017.

EA (dias após plantio)*	NFP	MFP	DT	DL	SS	AT
1ª época (30)	3,4b**	35,4b	14,4b	16,1b	3,0c	7,1b
2ª época (60)	4,1b	37,1b	23,4a	25,3a	5,1b	13,9a
3ª época (90)	6,8a	63,1a	26,2a	29,5a	6,4a	16,0a

*EA = épocas de aplicação, NFP = número de pseudofrutos por planta, MFP = massa de pseudofrutos por planta, DT = diâmetro transversal, DL = diâmetro longitudinal, SS = sólidos solúveis, AT = acidez titulável. **Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não se diferem entre si, estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Verificou-se que o número e a massa de pseudofrutos por planta diminuíram drasticamente com o aumento das concentrações de boro aplicadas (Figuras 2A e 2B). No entanto, a aplicação realizada 90 dias após o transplantio das

mudas proporcionou maior número e maior massa de pseudofrutos que as demais épocas (Tabela 4). Não se observou interação significativa entre doses e épocas de aplicação para essas duas variáveis analisadas.

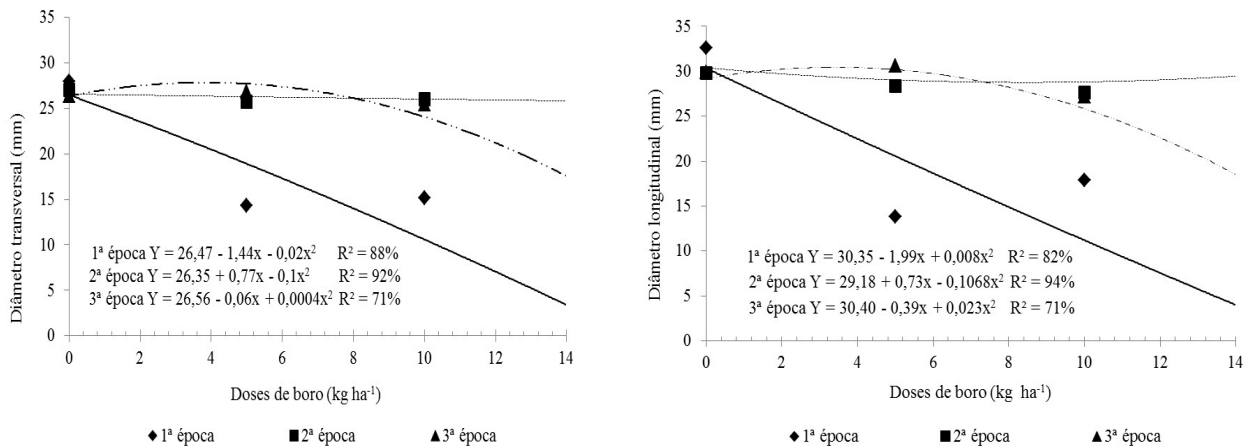


Figuras 2. Número de pseudofrutos por planta (A) e massa de pseudofrutos por planta (B) de morangueiro cv. Camarosa, em função das concentrações de boro. Unioeste, *Campus Marechal Cândido Rondon*, PR. 2017.

Aplicações de fertilizantes boratados em excesso podem causar danos às plantas e redução da produtividade devido a estreita faixa entre os níveis adequados e tóxicos. Vários desses danos têm sido relatados quanto aos excessos na aplicação de boro, como por exemplo, a redução da massa de matéria seca da parte aérea e de raízes (Lemiska et al., 2014; Fageria, 2000), ainda

mais quando a quantidade aplicada é capaz de elevar os teores no solo aos níveis tóxicos.

Para o diâmetro transversal e longitudinal observou-se interação significativa entre dose e época, sendo que, morangos oriundos de plantas que receberam 15 kg ha⁻¹ aplicado 90 dias após o transplantio das mudas produziram pseudofrutos maiores 3A do Figuras 3A e 3B.



Figuras 3A e 3B. Diâmetro transversal e longitudinal de morangos cv. Camarosa em função das concentrações de boro. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR. 2017.

Esse resultado também expressa o potencial de produção dos morangueiros na ausência de adubações boratadas, e não pelo efeito positivo do uso de boro, visto que, após cada aplicação das adubações verificou-se visualmente necroses foliares decorrentes da fitotoxidez causada (Figura 1).

A quantidade de sólidos solúveis (°Brix) dos morangos também reduziu com a aplicação de ácido bórico (Figura 4). Plantas que não

receberam aplicações produziram frutos com teores maiores de sólidos solúveis e este teor declinou a medida que as dosagens aplicadas aumentaram. Situação semelhante foi relatada por Lemiska et al. (2014) que obteve teores de sólidos solúveis mais elevados sem a aplicação de boro no momento do plantio quando comparada a aplicação de 4 kg ha⁻¹ e declínio constante desses teores a medida em que se aumentaram as concentrações foliares.

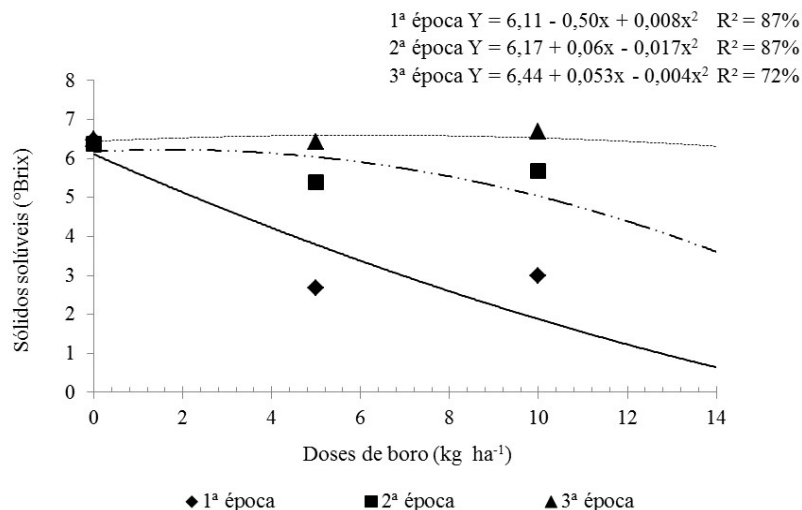


Figura 4. Sólidos solúveis de morangos cv. Camarosa, em função das concentrações de boro.

Tais situações revelam que o excesso de boro tem a capacidade de reduzir a atividade de enzimas fotossintéticas, afetando os cloroplastos e o transporte de elétrons, consequentemente reduzindo os teores de fotoassimilados e de

sólidos solúveis nos pseudofrutos (Taiz & Zeiger, 2009; Han et al., 2009; Simón et al., 2013). Além disso, os efeitos visuais de fitotoxidez (Figura 1) evidenciam claramente a redução da área foliar, prejudicando diretamente a atividade

fotossintética como um todo. Os teores de sólidos solúveis também permaneceram praticamente constante nas aplicações de 3ª época, independentemente da dosagem utilizada, conferindo assim significância entre doses e épocas para tal variável.

O incremento nas concentrações de boro também contribuiu para a redução da acidez titulável nos morangos (Figura 5). Lemiska et al. (2014) obteve redução no teor de acidez titulável quando aplicou boro no solo, no entanto, observou que esse teor se elevou à medida que ocorreram aplicações foliares.

Levando em consideração que a acidez titulável possui relação direta com a concentração de ácidos orgânicos (Chitarra & Chitarra, 2005) e que o morango apresenta grandes quantidades de ácidos orgânicos, sendo o ascórbico o mais comum, tendo sua produção afetada, entre outros fatores, pela nutrição mineral com boro

(Giampieri et al., 2012), a ausência de aplicações com esse micronutriente favoreceu o aumento significativo de ácido ascórbico, no entanto, para a terceira época de aplicação percebeu-se um aumento da acidez conforme o aumento das doses usadas, contradizendo os fatos apresentados anteriormente.

Apesar das aplicações de ácido bórico nas plantas de morangueiro não surtirem efeitos positivos quanto a qualidade e quantidade de pseudofrutos, novos estudos avaliando concentrações e diferentes tipos de solos devem ser realizados buscando avaliar os efeitos do uso de boro em morangueiros e morangos.

Outras possibilidades de trabalho podem ser desenvolvidas através do uso de concentrações de boro em aplicações a campo, verificando assim a dinâmica do nutriente no solo, bem como o uso de adubações foliares em diferentes épocas e cultivares.

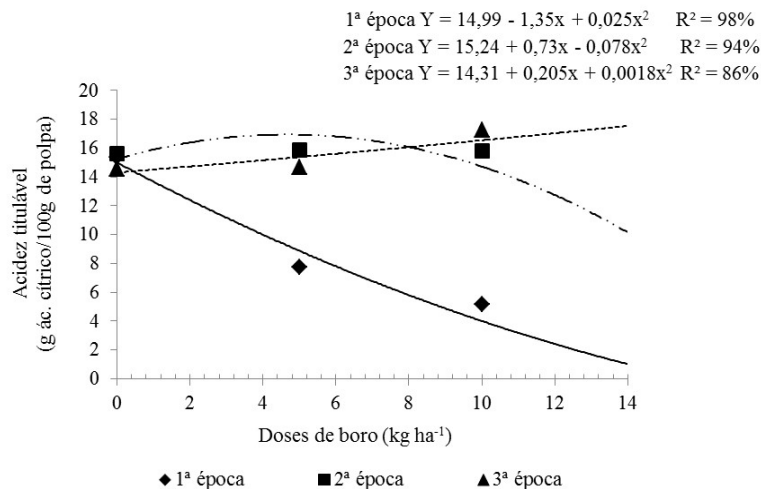


Figura 5. Acidez titulável de frutos de morangueiro da cv. Camarosa, em função das concentrações de boro.

Conclusões

A concentração inicial de boro (0,84 mg dm⁻³) pode ser considerada suficiente para o desempenho inicial em vasos de morangueiros cv. Camarosa.

Referências

BRASIL. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos. São Paulo, SP: IAL. 3ª. Ed., v.1, p.53, 2005.

CANTILLANO, F. F.; MARTINS, C. R.; MADAIL, J. C. M.; FORTES, J. F.; REICHERT, L. J.; LAGOS, L. L.; BENDER, R. J. **Morango pós-colheita**. 1ª ed. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2003. 28p.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA/FAEPE, 785p. 2005.

FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e



trigo em solos do cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.57-62, 2000.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. Curso de Pós-Graduação "Latu Sensu" (Especialização) a Distância: Produção de Hortaliças. Lavras, MG, 88p. 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GIAMPIERI, F.; TULIPANI, S.; SUAREZ, J. M. A.; QUILES, J. L.; MENEZZETTI, B.; BATTINO, M. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact in human health. **Journal Nutrition**, v.28, n.1, p.9-19, 2012.

HAN, S.; TANG, N.; JIANG, H.; YANG, L.; LI, Y.; CHEN, L. CO₂ assimilation, photosystem II photochemistry, carbohydrate metabolism and antioxidant system of citrus leaves in response to boron stress. **Plant Science**, v. 176, n.2, p.143-153, 2009.

LEMISKA, A.; PAULETTI, V.; CUQUEL, F. L.; ZAWADNEAK, M. A. C. Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro. **Ciência Rural**, v.44, n.4, p.622-628, 2014.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3 ed. London, Elsevier, 2012. 651 p.

MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; BEHLING, M. Transporte de boro no solo e sua absorção por eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1281-1290, 2009.

PASSOS, F. A.; TRANI, P. E. **Calagem e adubação do morangueiro**. Instituto Agrônomo, Centro de Horticultura, Campinas, SP, 2013.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. **Nutrição, calagem e adubação**. Morangos - Produção. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS. 81p. 2003.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M.; HERTER, F. G. **Exigências de clima e solo**. Morangos - Produção. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS. 81p. 2003.

SBCS. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, RS, 401p. 2004.

SIMÓN, I.; LÓPEZ, L. D.; GIMENO, V.; NIEVES, M.; PEREIRA, W. E.; MARTÍNEZ, V.; LIDON, V.; SÁNCHEZ, F. G. 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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre, 848p 2009.

VERA, A. L. A. **El boro como nutriente esencial**. Tecnología de producción. Copyright Ediciones de Horticultura, Sl., p.1-11, 2001.