



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS

**COMPORTAMENTO DA CULTURA DO TOMATE (*Solanum lycopersicum* var.
cerasiforme) SOB DOSES CRESCENTES DE CÁLCIO E INTERAÇÃO COM O
BORO**

GLEISON MARINHO SANTOS

BARREIRAS - BA

2018

GLEISON MARINHO SANTOS

COMPORTAMENTO DA CULTURA DO TOMATE (*Solanum lycopersicum var. cerasiforme*) SOB DOSES CRESCENTES DE CÁLCIO E INTERAÇÃO COM O BORO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade do Estado da Bahia (UNEB) - *Campus IX*, como requisito parcial para avaliação e aprovação na Conclusão do Curso de Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. DSc. Tadeu Cavalcante Reis

BARREIRAS - BA

2018



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: COMPORTAMENTO DA CULTURA DO TOMATE (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) SOB DOSES CRESCENTES DE CÁLCIO E INTERAÇÃO COM O BORO

AUTOR: GLEISON MARINHO SANTOS

ORIENTADOR: DSc. TADEU CAVALCANTE REIS

Aprovado pela Banca Examinadora

DSc. Tadeu Cavalcante Reis
Orientador/Presidente

MSc. Charles Cardoso Santana
Examinador Externo

MSc. Heliab Bomfim Nunes
Examinador Interno

Data de realização ____/____/____

A Deus, sempre presente em minha vida, os meus pais e irmãs, por todo incentivo, dedicação e apoio em minhas caminhadas, a toda minha família e amigos pela torcida constante, força compartilhada e motivação, estimulando em perseverar na realização de meus sonhos e objetivos na esperança de um futuro melhor,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, sou grato a Deus, que sempre nos conduz vitoriosamente em Cristo e por nosso intermédio exala em todo lugar a fragrância do seu conhecimento; 2 Coríntios 2:14. Em ti senhor, confiei, por está sempre presente em minha vida, pelas grandes coisas que fizestes por mim, pelas quais dou graças e hoje com imensa alegria celebro a experiência vivida e conquistas ao longo de minha trajetória.

Aos meus pais, Hildon Francisco e Maria Dúlcia pelo inestimável apoio e incentivos. A minhas irmãs pela convivência, carinho, toda dedicação e irmandade nessa caminhada, minha família minha base.

Ao meu orientador DSc. Tadeu Cavalcante Reis, pelo fundamental apoio na elaboração desse trabalho. A todos os professores do Curso de Agronomia da UNEB - *campus IX*, pela minha formação profissional, amigos, colegas, funcionários e todos que de alguma forma contribuíram e fizeram parte dessa história.

A Universidade do Estado da Bahia UNEB - Campus IX, pelo ensino e oportunidade na realização do curso de Engenharia Agrônômica.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Número de frutos por planta, em função das doses crescentes de cálcio, no tomate cereja.26
- Figura 2.** Produtividade do tomate cereja, em função das doses crescentes de cálcio...28
- Figura 3.** Diâmetro médio do fruto do tomate cereja, em função das doses crescentes de cálcio.29
- Figura 4.** Massa seca da raiz (MSR), em função das doses crescentes de cálcio, no tomate cereja.31

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Resultado da Análise de Fertilidade do solo, área experimental da UNEB - campus IX, na profundidade de 0 – 20 cm.....20
- Tabela 2.** Resumo da análise de variância para a Altura de planta (cm), o Número de Folhas e Diâmetro do caule (cm), em função das diferentes doses de cálcio e interação com boro, no comportamento da cultura do tomate (*Solanum Lycopersicum* var.*Cerasiforme*) aos 30, 60 e 90 dias após transplântio (DAT).....23
- Tabela 3.** Resumo da análise de variância para o Número de Frutos, Produtividade (Kg ha⁻¹), Diâmetro Médio do Fruto (cm), Massa Seca da Raíz (g) e Tamanho da Raíz (cm), em função das diferentes doses de cálcio e interação com boro, no comportamento da cultura do tomate (*Solanum Lycopersicum* var.*Cerasiforme*).23
- Tabela 4.** Altura de planta aos 90 DAT e Número de Folhas aos 60 DAT e 90 DAT, no tomate cereja em função de doses de cálcio, sem boro e com boro.....24
- Tabela 5.** Número de frutos por planta, no tomate cereja, em função de doses de cálcio, sem boro e com boro.27
- Tabela 6.** Diâmetro médio do fruto, para o tomate Cereja, em função de doses de cálcio, sem boro e com boro.30

SANTOS, Gleison Marinho. **Comportamento da cultura do tomate (*solanum lycopersicum var.cerasiforme*) sob doses crescentes de cálcio e interação com o boro.** 34 f. il. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade do Estado da Bahia, Barreiras, 2018.

RESUMO

Entre as olerícolas, o tomate se destaca como uma das principais hortaliças cultivadas no país, com maior importância econômica. Entretanto, a pesquisa brasileira na área de nutrição e adubação dessa hortaliça ainda é escassa, e a indisponibilidade de alguns nutrientes pode limitar a sua produtividade, como o cálcio e boro. Desse modo, objetivou-se avaliar a influência da adição de boro na resposta do tomateiro às doses crescentes de cálcio em ambiente protegido, e identificar a influência da interação entre boro e cálcio sobre o crescimento da parte aérea e radicular, e sobre componentes da produção do tomate cereja, no oeste da Bahia. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental da Universidade do Estado da Bahia-UNEB, *Campus IX*, município de Barreiras, região oeste da Bahia. Composto por dez tratamentos, em esquema fatorial 5x2, com cinco doses de cálcio (0, 50, 100, 150, 200 kg ha⁻¹) e duas doses de boro (0 e 12,5 kg ha⁻¹), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Sendo realizadas avaliações quanto ao desenvolvimento da parte aérea, sistema radicular e características produtivas do tomate Cereja. Nos resultados observou-se que a adubação com cálcio e boro, trazem efeito apenas para os comportamentos da produção, não influenciando no desenvolvimento vegetativo da cultura, o qual apresentou comportamentos semelhantes no seu desenvolvimento. O cálcio proporcionou maior produção e número de frutos/planta, na interação com boro, produziu frutos com maiores diâmetro, ajustando 160,23 Kg ha⁻¹ de cálcio na melhor dose. E efeito depressivo na produtividade, com a dose 12,5 Kg ha⁻¹ de boro. Quanto ao sistema radicular, houve maiores massa seca das raízes, para a adubação com cálcio.

Palavras-chave: Tomate Cereja; Oeste da Bahia; Adubação; Produção.

SANTOS, Gleison Marinho. **Behavior of tomato culture (*solanum lycopersicum* var.cerasiforme) under increasing doses of calcium and interaction with boron.** 34 f. yl. 2018. Course Completion Work (Graduation in Agronomic Engineering) - State University of Bahia, Barreiras, 2018.

ABSTRACT

Among the olerícolas, tomato stands out as one of the main vegetables grown in the country, with greater economic importance. However, Brazilian research in the area of nutrition and fertilization of this vegetable is still scarce, and the unavailability of some nutrients may limit its productivity, such as calcium and boron. The objective of this study was to evaluate the influence of boron addition on tomato response to increasing doses of calcium in protected environment and to identify the influence of the interaction between boron and calcium on shoot and root growth and on components of production of cherry tomatoes in western Bahia. The experiment was conducted in a greenhouse, in the experimental area of the State University of Bahia-UNEB, *campus IX*, in the municipality of Barreiras, in the western region of Bahia. It was composed of ten treatments in a 5x2 factorial scheme with five doses of calcium (0, 50, 100, 150, 200 kg ha⁻¹) and two doses of boron (0 and 12.5 kg ha⁻¹) distributed in a completely randomized design. Evaluations were carried out regarding the development of aerial part, root system and productive characteristics of cherry tomato. In the results it was observed that the fertilization with calcium and boron, only had an effect on the production behaviors, not influencing the vegetative development of the crop, which presented similar behavior in its development. Calcium provided higher yield and number of fruits/plant, in the interaction with boron, produced fruits with larger diameter, adjusting 160,23 kg ha⁻¹ of Calcium in the best dose. And a depressive effect on productivity, with the 12.5 kg ha⁻¹ dose of boron. As for the root system, there were higher dry mass of the roots, for fertilization with calcium.

Keywords: Cherry Tomato; West of Bahia; Fertilizing; Production.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 TOMATE CEREJA (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR.CERASIFORME).....	12
2.2 PRODUÇÃO DE TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO	12
2.3 ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO.....	13
2.3 CÁLCIO E BORO NO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DO TOMATEIRO.....	14
2.4 IMPORTÂNCIAS DO CÁLCIO E BORO, E SUA INTERAÇÃO NA CULTURA DO TOMATE....	15
2.5 CÁLCIO E BORO NOS COMPONENTES DA PRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO RADICULAR DO TOMATE.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 EFEITOS DOS TRATAMENTOS NA ALTURA DAS PLANTAS, NÚMERO DE FOLHAS E NO DIÂMETRO DO CAULE.	24
4.2 EFEITOS DOS TRATAMENTOS NO NÚMERO DE FRUTOS, PRODUTIVIDADE E DIÂMETRO MÉDIO DOS FRUTOS.	26
4.3 EFEITOS DOS TRATAMENTOS NO SISTEMA RADICULAR DA PLANTA.....	31
5 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Entre as olerícolas, o tomate se destaca como uma das principais hortaliças cultivadas em ambiente protegido, e de maior importância econômica no Brasil, pelo significativo consumo tanto in natura como industrial. Entretanto, a pesquisa brasileira na área de nutrição e adubação mineral neste sistema de cultivo ainda é escassa, enfrentando desafios na nutrição de hortaliças, relacionado à geração de informação sobre nutrição destas (FURLANI, 2010). A necessidade cada vez mais crescente do aumento da produção e da qualidade dos frutos levou ao uso de técnicas que, com o manejo adequado, potencializam o rendimento da cultura.

O tomateiro é considerado, dentre as hortaliças, uma das espécies mais exigentes em adubação. Portanto, conhecer as exigências nutricionais, os principais sintomas de deficiências e o modo de corrigi-las é fundamental para o êxito da cultura, pois a indisponibilidade de alguns nutrientes pode limitar sua produtividade, o cálcio é exigido para o crescimento e produtividade do tomateiro. Zamban (2014) avaliando fenologia e efeito da utilização de doses de boro e cálcio sobre a produção do tomateiro verificou maior produtividade na aplicação quinzenal de cálcio, seguida da semanal e com menor desempenho na ausência de cálcio, e que o aumento das doses de boro até 4 g cova, incrementou a produtividade e o número de frutos por planta.

O sintoma de deficiência mais óbvio é a ocorrência de podridão apical, doença de desordem fisiológica. No entanto, a deficiência também resulta em problemas de crescimento e morte nos pontos de crescimento, tanto nas raízes quanto na parte aérea. No tomateiro as deficiências de boro são frequentes, o que poderá promover rápida inibição do crescimento das plantas, que se não for suprido em quantidades adequadas, resultará em várias alterações metabólicas e sintomas visíveis de deficiência. O fornecimento inadequado desses nutrientes pode contribuir para uma redução de produtividade, devido ao menor estabelecimento dos frutos (LAVIOLA e DIAS, 2008).

A região Oeste da Bahia é caracterizada pela agricultura de moderna tecnologia e abundância de recursos hídricos, ganhando espaço na produção de frutas e olerícolas, integrada a um padrão agroindustrial e exportador, com esse potencial, produtores têm investido no cultivo de tomate, atraídos pelo mercado consumidor. O tomate cereja abre um novo nicho de mercado, oferecendo novas opções ao consumidor que dá preferência pelo sabor e qualidade do produto. O adequado manejo, cuidados e investimento, são

necessários para o sucesso na produção de tomate, além de tecnologias, como o cultivo em ambiente protegido, que oferece condições favoráveis ao desenvolvimento do tomate cereja. Para atender as exigências da cultura e diante da carência de pesquisas sobre aspectos da nutrição em hortaliças, buscou-se com esse trabalho contribuições para o manejo da adubação com cálcio e boro, na cultura do tomate cereja, com impactos diretos no crescimento, desenvolvimento radicular e produção desta cultura.

Desse modo, objetivou-se avaliar a influência da adição de boro na resposta do tomateiro às doses crescentes de cálcio em ambiente protegido, e identificar a influência da interação entre boro e cálcio sobre o crescimento da parte aérea e radicular e sobre os componentes da produção do tomate cereja, na região oeste da Bahia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tomate Cereja (*Solanum lycopersicum var. cerasiforme*)

A variedade de tomate do tipo cereja é uma variedade ornamental e ganha cada vez mais popularidade em todo o mundo, e o Brasil como grande produtor de tomate vem investindo na produção do tomate tipo cereja, uma vez que seu consumo in natura está crescendo rapidamente, em função de estar ganhando espaço na gastronomia moderna, por apresentar tamanho menor que os de mesa, serem mais delicados e adocicados, e vem sendo muito utilizados para a decoração de pratos.

O grupo cereja destaca-se pelo seu alto valor comercial e ampla aceitação pelo consumidor. Esse grupo apresenta muitas variedades regionais com boa tolerância a doenças foliares e pragas (SOUZA, 2003). São variedades de frutos pequenos, que possuem pencas de 12 a 18 cachos. Possuem formato periforme e inclusive frutos de coloração amarela, com elevados teores de sólidos solúveis, muito utilizados na ornamentação de pratos e couvert. Este grupo de tomate vem apresentando grande demanda pelos consumidores, alcançando preços compensadores no mercado. É considerada uma hortaliça exótica, e o fruto vem sendo muito usado como aperitivo ou adorno, desta forma ele vem ganhando mais atenção dos produtores uma vez que apresentam preços mais atrativos, e seu valor médio de mercado chega a ser duas vezes mais que as outras variedades. Vale ressaltar que o tomate pertencente à espécie *Solanum Lycopersicum var. Cerasiforme* se destaca pela sua rusticidade, sendo considerada por muitos como dos grupos de tomates o mais saboroso, devido ao seu alto teor de sólidos solúveis (SÃO JOSÉ, 2013).

2.2 Produção de Tomate em Ambiente Protegido

A produção de tomate em ambiente protegido tem se expandido nos últimos anos, a final os elementos meteorológicos são de grande influência no cultivo de hortaliças (PURQUERIO e TIVELLI, 2006). A utilização de ambiente protegido confere proteção às plantas, permite o controle das variáveis climáticas, como a incidência de altas temperaturas, de chuva direta, granizo, geadas, ventos fortes, ou seja, altera-se o microclima local, também impede a entrada de alguns insetos pragas e vetores de

doenças. Além disso, essa tecnologia permite uma maior produtividade e também melhor qualidade dos frutos, garantindo também a produção também em períodos de entressafra (SILVA, et al. 2014).

2.3 Adubação e Nutrição do Tomateiro

Uma nutrição bem equilibrada nos estágios de desenvolvimento radicular, crescimento inicial, florescimento e frutificação são fundamentais para atingir altas produtividades no tomate. Pesquisadores estudaram a relação entre a absorção de nutrientes, e a produção de frutos e as conclusões, embora apresentem variações nos resultados, concordam em um ponto: existe um ponto de equilíbrio entre a quantidade de nutriente fornecida e a produtividade. Valores abaixo ou acima deste ponto trazem prejuízos à produção, desta forma deve se buscar o manejo mais adequado e quantidades de adubo para a maior produtividade da cultura, bem com a nutrição desta de acordo as suas exigências (RODRIGUES et al. 2002).

O cálcio é um macronutriente essencial no desenvolvimento das plantas, tendo participação em vários processos fisiológicos e de biossíntese, promovendo melhora na germinação do pólen, regulação de alguns sistemas enzimáticos além de influenciar o crescimento e a sanidade das células e tecidos condutores, mantendo o crescimento vigoroso da planta (ALBINO-GARDUÑO et al., 2008). O micronutriente Boro apresenta papel de importância na nutrição das plantas e a sua ausência pode causar queda na produtividade. Sua ação está diretamente ligada ao metabolismo do cálcio, ou seja, para a formação adequada da parede celular é necessário a presença desse nutriente (FARIAS, 2005).

A adubação com boro aumenta o crescimento e a produção das plantas e sua deficiência resulta numa rápida inibição do crescimento sendo necessário adicionar fertilizantes na agricultura (GUPTA et al., 1985). Na cultura do tomate a deficiência de boro prejudica crescimento radicular e rompe as membranas celulares, que possuem um efeito direto no mecanismo de extração pelas plantas. Por outro lado, excesso de boro pode bloquear o transporte de cálcio, então é importante que aplicações precisas sejam feitas (BLEVINS e LUKASZEWSKI, 1997, apud MALAVOLTA, 2006).

2.3 Cálcio e Boro no Desenvolvimento Vegetativo do Tomateiro

Trabalhando com a cultura do tomate, Zamban (2014) avaliou a fenologia e efeito da utilização de doses de boro e cálcio sobre a produção do tomateiro em duas épocas de cultivo, observando a influência destes, no crescimento e desenvolvimento das plantas, com efeito significativo para os fatores época de cultivo e doses de boro e na altura de planta aos 15, 45 e 60 dias após o transplante. Dos 15 aos 60 dias após o transplante observou um crescimento mais acelerado, com um aumento na altura das plantas cultivadas no verão-outono, comparando as duas épocas de cultivo, mostrando a maior influência de fatores climáticos no desenvolvimento vegetativo da planta. Entre os diferentes fatores que condicionam os padrões fenológicos das espécies vegetais, estão o clima, a disponibilidade hídrica e a luminosidade podendo limitar seu crescimento e reprodução (TAIZ e ZEIGER, 2013).

O efeito do micronutriente boro, em características vegetativas da cultura do tomate, foi verificado por Gondim (2009), evidenciando o efeito sobre a altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas, no qual verificou que o efeito dos tratamentos com e sem boro foram semelhantes durante os estádios de desenvolvimento, mas que a omissão de boro na solução nutritiva apresentou menor altura (4%), diâmetro do caule (11%) e número de folhas (13%) em relação ao tratamento com boro. Esse efeito também foi observado por Uddin et al. (2003), que trabalhando com pimenta em diferentes doses boro (0; 1,5 e 2,5 kg ha⁻¹) no solo, verificaram maior altura das plantas em relação à omissão do nutriente, na medida que aumentava as doses de boro. A adubação com boro aumenta o crescimento e a produção das plantas e sua deficiência resulta numa rápida inibição do crescimento sendo necessário adicionar fertilizantes na agricultura (GUPTA et al., 1985). O suprimento de boro em tomate tem efeito regulador no metabolismo e translocação de carboidratos, evita clorose, necrose de pontas e ramificações, alongamento de raízes e afilamento das folhas (MAGALHÃES, 1988).

Os teores e os conteúdos de nutrientes no tomateiro pode variar de acordo a fase de desenvolvimento da cultura, sendo importante o seu conhecimento, para tomada de decisões sobre a aplicação adequada de fertilizantes. As plantas requerem um suprimento de boro contínuo para um bom crescimento, entretanto a tolerância das

plantas ao excesso de boro varia muito entre as espécies e, até certo ponto, entre cultivares dentro de uma mesma espécie (MARSCHNER, 2012).

O aumento da concentração de boro cria um gradiente excessivo no teor do micronutriente, que pode promover toxicidade. Segundo Kuhlcamp, K. T. et al (2005), a toxidez produz sintomas caracterizados por clorose evoluindo para bronzeamento, encostelamento das folhas velhas, desenvolvimento vegetativo regular e baixo crescimento no sistema radicular. No entanto, a toxidez embora produza sintomas aparentes, bastante severos, necessariamente não reduzem a produção. Por outro lado, o principal mecanismo de detoxificação do boro é a complexação com açúcares, podendo também ser lixiviado das folhas pelas chuvas, sendo as folhas o órgão mais sensível ao excesso desse micronutriente, conforme estudo realizado por Gondim (2009) verificou na cultura do tomate um maior acúmulo e armazenamento de boro nas folhas, mesmo no período de frutificação quando os frutos são os drenos mais importantes, com teores de 92, 188 e 186 mg kg⁻¹, respectivamente, para primeiro, segundo e terceiro estágio de desenvolvimento, no tratamento com boro. Esses sintomas podem ser associados ao fato do boro ter relação com a parede celular, pois se admite que as funções do micronutriente, à nível de parede celular, são semelhantes as do cálcio, uma vez que ambos regulam a síntese e a estabilidade dos constituintes celulares, inclusive da membrana plasmática. Sendo assim, o acúmulo de boro nas folhas mais velhas poderia causar um desbalanço nos componentes celulares da folha, o que ocasionou a necrose, morte do tecido (SESTREN e KROPLIN, 2009).

2.4 Importâncias do Cálcio e Boro, e sua Interação na Cultura do Tomate.

Os nutrientes cálcio e boro são essenciais para a germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico, que garantirão a fecundação da flor, sendo o cálcio um elemento estrutural das plantas, importante na síntese da parede celular, agindo no pegamento das floradas, atuando na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico, entre outras funções (MALAVOLTA et al., 1997). E o micronutriente boro é importante para a polinização e desenvolvimento de frutos e para a absorção e uso do cálcio (GALLI et al., 2012). Entretanto esses nutrientes são imóveis nas plantas, sendo translocados, principalmente, pelo xilema (MALAVOLTA, 2006). Assim, o

fornecimento inadequado desses nutrientes pode contribuir para redução de produtividade, devido ao menor estabelecimento dos frutos (LAVIOLA e DIAS, 2008).

O efeito sinérgico entre o cálcio e o boro é observado em vários trabalhos, que salientam a interação entre estes dois nutrientes, principalmente por possuírem funções semelhantes na biossíntese da parede celular de plantas superiores (MARSCHNER, 2012). Nesse fenômeno é destacado por vários autores, o efeito do boro para o uso e transporte do cálcio na planta, conforme foi constatado por Valadares e Natale (2017), estudando a Influência do boro no teor, acúmulo e eficiência nutricional em porta-enxertos de caramboleira, concluindo que a eficiência de transporte de cálcio e boro das raízes para a parte aérea das plantas é favorecida com a elevação das doses de boro e que o boro aumenta a eficiência de utilização de cálcio nas plantas. Do mesmo modo, em estudos realizados por Araújo et al. (2013), observaram redução do índice de transporte de cálcio em função das doses de boro aplicadas no milho, ressalta-se ainda que, com o incremento das doses, houve aumento do índice de transporte do boro.

Visto a importância e interação dos nutrientes cálcio e boro nas plantas, pode inferir que sua utilização, no manejo de adubação com a cultura do tomate cereja, proporciona impactos diretos no crescimento, desenvolvimento radicular e produção desta cultura, uma vez que os mesmos, possuem relação com a nutrição da planta. Pois dentre os vários fatores que limitam seu cultivo, é destacado os problemas nutricionais, principalmente relacionados com o nutriente cálcio e boro, por estarem envolvidos com o crescimento e produtividade do tomate (CANDILO e SILVESTRI, 1994).

2.5 Cálcio e Boro nos Componentes da Produção e Desenvolvimento Radicular do Tomate.

Os nutrientes cálcio e boro são essenciais para a germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico, que garantirão a fecundação da flor (MARSCHNER, 2012). De acordo com Zamban (2014), o cálcio proporciona uma maior resistência das estruturas de sustentação das flores, assim havendo a diminuição do abortamento destas e conseqüentemente a produção de frutos, tendo também, papel importante na redução e controle do desenvolvimento de muitas desordens fisiológicas em frutos. O suprimento regular de cálcio traz aumento na produtividade, enquanto que na ausência, tem-se menor polinização, e abortamento de flores com significativa redução na produtividade.

Seguindo essa linha de pesquisa, os autores seguintes, em seus trabalhos tinham observados o benefício desses dois nutrientes para a cultura do tomate, principalmente com as características produtivas e qualidade do tomate. Plese, et al. (1998) estudando efeitos das aplicações de cálcio e de boro na ocorrência de podridão apical e produção de tomate em estufa, verificou efeito significativo para a interação doses de boro e frequência de aplicação de CaCl_2 para a produção de frutos, no qual a aplicação semanal de CaCl_2 sem a adição de boro, proporcionou o maior número de frutos, com médias de 33,0; 26,8 e 20,4, respectivamente para as doses (0, 1, 2 g cova⁻¹). Entretanto, para a frequência quinzenal, a aplicação de B até 1 g cova⁻¹, também foi benéfica para o número de frutos de tomate.

Medeiros (2010) também trabalhando com a cultura do tomate, ao avaliar a produção do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.) sob diferentes recipientes e níveis de cálcio na solução nutritiva, observou influência deste nutriente na produção de frutos, que resultou num aumento da produtividade do tomate em função do aumento das concentrações de cálcio na solução, tendo a concentração máxima ajustada de 0,061g/L, que fora responsável por maior produção total (1300 kg/100 m²) e comercial (1250 kg/100 m²), maiores números de frutos pequenos e graúdos (295 kg/100 m² e 900 kg/100 m²) respectivamente, e maior número de frutos comerciais (11000/100 m²). A partir de então percebendo se a diminuição gradativa na produção do tomate conforme continuava a aumentar as concentrações de cálcio.

O diâmetro dos frutos é uma característica genética da planta, sendo altamente influenciado pelo espaçamento, número de cachos florais na planta e o raleio dos frutos (PENTEADO, 2004), embora o boro possua papel importante no florescimento, crescimento do tubo polínico e processos de frutificação, podendo ter frutos menos desenvolvidos na sua deficiência. Este elemento mineral atua como regulador no metabolismo e translocação de carboidratos, a resultando em pobre florescimento e polinização, além de frutos de tamanho reduzido (SILVA e FARIA, 2004).

Gondim (2009) avaliando dose de boro no desenvolvimento e seu teor em plantas de tomate, ao classificar os frutos de tomate pelo seu diâmetro, observou que a aplicação de boro no tomateiro, promoveu incremento com ajuste linear para classe de frutos e número de frutos, atingindo 65,8 e 62 mm, na concentração de 0,340 g L⁻¹ de boro. Essa concentração proporcionou aumento na classe e número de frutos em 15 e 29%, respectivamente, em relação à testemunha. Já a influência do cálcio no diâmetro

do fruto foi verificada por Zamban (2014) com aplicações de cálcio via floral, em que proporcionou uma produção de frutos com maior diâmetro com a presença do cálcio em comparação com a sua ausência (46,3 e 44,6 mm) respectivamente. E Silva, et al. (2009), também avaliando o uso de cálcio em tomateiro do grupo salada, observou que a aplicação desse elemento proporcionou a formação de frutos maiores, com diâmetro superior a 40 mm, enquanto que a ausência diminuiu o diâmetro médio dos frutos.

Avaliando o sistema radicular das plantas, alguns autores pode notar a influência do elemento cálcio no desenvolvimento das raízes e em sua particularidade o micronutriente boro também influenciando nesse aspecto. Cabe ressaltar que concentrações de boro acima do normal protegem o crescimento radicular em situações em que altos teores de alumínio normalmente seriam inibidores, (LENOBLE et al., 2000). A restrição no crescimento do sistema radicular é um dos sintomas mais evidentes da deficiência de boro, porém as funções bioquímicas do micronutriente no processo de crescimento das raízes ainda não estão bem definidas.

O cálcio, por sua vez, é um nutriente com papel preponderante no crescimento radicular das plantas (RITCHEY et al., 1982). Quando a saturação de cálcio no complexo de troca é inferior a 20%, há forte limitação ao crescimento das raízes no solo, na maioria das espécies cultivadas (QUAGGIO, 2000). Segundo o autor, a absorção de cálcio ocorre apenas nas partes mais novas, ainda não suberizadas das raízes, havendo assim necessidade de absorção contínua desse nutriente para assegurar o desenvolvimento do sistema radicular, o que implica que o cálcio deve estar distribuído adequadamente no solo.

De acordo Moschini (2015) a disponibilidade de cálcio no solo, cria um ambiente radicular favorável ao tomateiro, desempenhando a função de condicionador do solo, mesma função do C-Ácido Húmico que cria um ambiente radicular mais propício para o tomateiro, notando efeito positivo das fontes de cálcio, CaCO_3 e CaSO_4 , no desenvolvimento radicular do tomateiro, onde a massa seca de raízes produzida com a adição de CaSO_4 , em função do aumento das concentrações de C-AH, ajustou-se à modelo quadrático, sendo notado o efeito das concentrações de C-AH sobre a MS de raízes, quando a fonte de Ca foi o CaCO_3 e CaSO_4 . Verificou se também, uma maior produção MSR do tomateiro quando o Cálcio foi suprido via CaCO_3 , independente da concentração de C-AH testada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental, da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Campus IX, situado no município de Barreiras, região oeste da Bahia, no período compreendido entre 08 de março a 25 de julho de 2018. Localizada geograficamente nas seguintes coordenadas: 12°53'51,2'' de latitude sul e 45°30'10,9''O de longitude, a uma altitude de 770 metros em relação ao nível do mar. Localizada à margem direita da BR 242, Km 4. O clima do município, conforme a classificação climática de Köppen é classificado como Aw, sendo caracterizado por clima tropical, onde no inverno existe muito menos pluviosidade que no verão (ÁLVARES et al., 2013). A temperatura média anual em Barreiras é 24.9 °C, com máxima de 32 °C e mínima de 18 °C. A umidade relativa do ar gira em torno de 12% a 20%, com pluviosidade média anual de 1045 mm. A luminosidade é abundante durante quase todo o ano e os ventos variam de fraco a moderada na maior parte do ano. O solo utilizado é classificado como LATOSSOLO AMARELO francoarenoso (EMBRAPA, 1999). A cultura utilizada foi a do tomate Cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), variedade de frutos pequenos, com diâmetro variando entre 3 e 10 cm, e o formato entre uma esfera e uma elipse.

Inicialmente foi coleta amostras de solo da camada de 0-20 cm dentro do Campus IX da UNEB, para caracterização química (Tabela 1). A implantação do experimento teve início no dia 08 de março de 2018, com o preparo das mudas, utilizando sementes semeadas em copinhos de jornal, preenchidos com substrato de uma mistura de duas partes de terra fértil e uma parte de esterco de gado. As mudas foram conduzidas em ambiente protegido num período de 30 dias, até apresentarem de quatro a seis folhas definitivas, sendo transplantadas para os vasos, onde foram conduzidas até a colheita. De posse dos resultados da análise de solo, coletou se o solo da área experimental do campus da UNEB, para preenchimento dos vasos, sendo este devidamente corrigido e estando livre de fungos e bactérias patogênicos transmissíveis ao tomateiro. As adubações de plantio e cobertura foram realizadas segundo a análise de solo e a recomendações do Manual de Olericultura (FILGUEIRA, 2008) e (TRANI, P. E. et al. 2015) Calagem e Adubação do Tomate de Mesa.

Tabela 1. Resultado da Análise de Fertilidade do solo, área experimental da UNEB - campus IX, na profundidade de 0 – 20 cm.

Análise Química do Solo								
Prof.	pH (H ₂ O)	Ca ²⁺ + Mg ²⁺ -----	Ca ²⁺ cmol _c /dm ³	Al ³⁺ -----	Al ³⁺ +H ⁺ -----	K ⁺	K ⁺ ---	P (mel) mg/dm ³ ---
0 - 20	6,60	4,05	3,08	0,00	2,25	0,405	158,13	5,88
	C ---- dag/Kg ----	M.O	CTC cmol _c /dm ³	Sat. Bases ----- % -----	Sat. Al	Ca/Mg		
0 - 20	1,66	2,86	6,71	66,40	0,00	3,18		
Resultado Análise Textural								
Areia -----			Silte %			Argila -----		
82,68			9,01			8,31		

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 5x2, com cinco doses de cálcio (0, 50, 100, 150, 200 kg ha⁻¹) e 2 doses de boro (0 e 12,5 kg ha⁻¹), resultando em dez tratamentos, montado em vasos com capacidade de 7 dm³, sendo três o número de repetições. A aplicação das doses de cálcio e boro no solo foram realizadas antes do transplante, sendo utilizado como fonte de cálcio o Cloreto de cálcio P.A. dihidratado (CaCl₂ 2H₂O) e o Borato de sódio (Boráx) P. A (B₄O₃10H₂O) como fonte de boro, logo após procedeu a irrigação e uma semana depois, no dia 08 de março, realizou o transplante das mudas. Na adubação de cobertura foram aplicadas as doses de 60 kg ha⁻¹ de Fósforo parcelado em três vezes (aos 25, 32 e 39 DAT) e 120 kg ha⁻¹ de Nitrogênio parcelados em cinco vezes (aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAT), sendo o MAP e a Ureia as fontes de fósforo e nitrogênio respectivamente, aplicados via fertirrigação.

A umidade do solo foi mantida durante todo o ciclo da cultura, de modo a suprir as necessidades hídricas da cultura, utilizando-se de um manejo de irrigação por gotejamento. Os tomateiros foram conduzidos verticalmente, em haste única com tutoramento por meio de fitilho, em linha simples com espaçamento de 1,0 m entre fileiras, e 0,5 m entre plantas, e ao longo do ciclo foram realizados os manejos de remoção dos brotos laterais semanalmente, para manter um crescimento linear, o controle de plantas daninhas, realizado de forma manual, de forma que os vasos ficassem sempre livres destas, também foi realizado o monitoramento e controle de pragas que pudessem vir causar danos, ao qual foi feito com o uso de defensivo orgânico, com aplicações semanais do produto natural óleo de Neem.

Para efeitos de resultados do trabalho, foram realizadas análises quanto ao crescimento da parte aérea, crescimento do sistema radicular e características produtivas da cultura do tomateiro. Para a avaliação de crescimento foram realizadas mensalmente medidas de estatura das plantas, com auxílio de uma fita métrica graduada, levando em consideração como limites, o colo e a gema apical da haste principal da planta, também foi avaliado o número de folhas e diâmetro do caule com auxílio de um paquímetro. Estas avaliações foram realizadas nos períodos de 30 DAT, 60 DAT e 90 DAT.

Quanto às características produtivas, após a primeira colheita que se iniciou no dia 29 de junho, sendo realizadas semanalmente, até a última colheita no dia 25 de julho de 2018, os frutos colhidos eram lavados, avaliados o número de frutos, o diâmetro médio dos frutos, sendo este último realizado com o auxílio de um paquímetro, e a produtividade em kg/ha^{-1} , onde os frutos eram submetidos à pesagem em balança de precisão para determinação dos valores de produção média e para o cálculo da produtividade.

Após a colheita e retirada das plantas do solo, foram avaliados o comprimento do sistema radicular, com o auxílio de uma régua graduada, bem como a determinação da massa seca das raízes (MSR), no qual as raízes foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C , até atingirem peso constante, em seguida, pesou-se o material em balança digital com 0,01g de precisão.

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, e análise de regressão polinomial linear e quadrática para o fator Cálcio e teste de média Tukey ($p < 0,05$), para o fator Boro, utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme análise de variância (Tabela 2 e 3) constata-se efeito significativo do cálcio no número de frutos, produtividade, diâmetro médio dos frutos e massa seca das raízes, já para o fator boro, só ocorreram diferenças no número de folhas aos 60 e 90 DAT e diâmetro médio dos frutos. E interação significativa entre doses de cálcio e boro, para o número de frutos, diâmetro médio do fruto e massa seca da raiz.

Desse modo, observa-se comportamento diferente das plantas em resposta à adubação com cálcio e boro, quanto ao seu desenvolvimento vegetativo e características produtivas do tomateiro. Apresentando melhores resultados, em função das doses aplicadas e condições deste experimento, quando se avaliou características da produção dos frutos e desenvolvimento radicular. Contribuindo para maiores números de frutos, produtividade, tamanho dos frutos e massa seca das raízes. Entretanto a fenologia da planta, pouco foi influenciado pelas doses de cálcio e boro, apresentando crescimento da planta e desenvolvimento vegetativo, parecidos entre os tratamentos. Pois a absorção de nutrientes pelo tomateiro é baixa até o aparecimento das primeiras flores, daí em diante, a absorção aumenta e atinge o máximo na fase de pegamento e crescimento dos frutos, voltando a decrescer durante a maturação dos frutos (EMBRAPA, 2006).

Pode-se sugerir que houve sinergismo, ou seja, um efeito interativo da adubação de cálcio com boro, para a cultura do tomate, no qual os dois elementos em conjunto apresentaram resultados positivos para a produção do tomate cereja. Evidenciado a importância desses nutrientes para a produção e desenvolvimento do tomateiro, sendo o cálcio um nutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, participando de vários processos fisiológicos e de biossíntese (ALBINO GARDUÑO et al., 2008). Promove melhoria na germinação do pólen, regulam alguns sistemas enzimáticos, e influencia o crescimento e a sanidade das células e tecidos condutores, mantendo crescimento vigoroso da planta. A adubação com boro aumenta o crescimento e a produção das plantas e sua deficiência resulta numa rápida inibição do crescimento sendo necessário adicionar fertilizantes na agricultura (GUPTA et al., 1985). Nas hortaliças, a deficiência de boro, é frequente, promovendo inibição do crescimento das plantas (COUTINHO et al., 1993). Sendo o estágio de desenvolvimento da planta, um aspecto importante, no qual a deficiência no suprimento de boro promoveria maiores prejuízos à planta.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a Altura de planta (cm), o Número de Folhas e Diâmetro do caule (cm), em função das diferentes doses de cálcio e interação com boro, no comportamento da cultura do tomate (*Solanum Lycopersicum* var.*Cerasiforme*) aos 30, 60 e 90 dias após transplântio (DAT).

FV	GL	Quadrado Médio								
		Altura de Planta			Número de Folhas			Diâmetro do Caule		
		30 DAT	60 DAT	90 DAT	30 DAT	60 DAT	90 DAT	30 DAT	60 DAT	90 DAT
Boro (B)	1	49,6653 ^{NS}	135.6813 ^{NS}	559.0083 ^{NS}	0.0333 ^{NS}	294.5333*	177.6333*	0.0036 ^{NS}	0.0006 ^{NS}	2.2141 ^{NS}
Cálcio (Ca)	4	33,6078 ^{NS}	83.3413 ^{NS}	323.8250 ^{NS}	0.1167 ^{NS}	17.7167 ^{NS}	7.5500 ^{NS}	0.0151 ^{NS}	0.0036 ^{NS}	2.0943 ^{NS}
B x Ca	4	5.7462 ^{NS}	53.4563 ^{NS}	176.0917 ^{NS}	0.1167 ^{NS}	30.6167 ^{NS}	90.2167 ^{NS}	0.0315 ^{NS}	0.0012 ^{NS}	2.0714 ^{NS}
Resíduo	20	42.4357	52.2263	174.1750	1.8000	58.6000	45.6333	0.0170	0.0072	2.1785
CV %		17,41	7,89	12,70	10,85	21,91	16,25	17,02	8,38	118,55

NS: Não significativo; * Significativo a 5% de probabilidade; CV %: Coeficiente de variação.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para o Número de Frutos, Produtividade (Kg ha⁻¹), Diâmetro Médio do Fruto (cm), Massa Seca da Raíz (g) e Tamanho da Raíz (cm), em função das diferentes doses de cálcio e interação com boro, no comportamento da cultura do tomate (*Solanum Lycopersicum* var.*Cerasiforme*).

FV	GL	Quadrado Médio				
		Número de Frutos	Produtividade	Diâmetro médio do fruto	Massa Seca da Raíz	Tamanho da Raíz
Boro (B)	1	4.8000 ^{NS}	3203.3333 ^{NS}	0.7553*	0.3634 ^{NS}	5.6333 ^{NS}
Cálcio (Ca)	4	44.0833*	475588.3333*	0.1132*	0.5717*	0.5958 ^{NS}
B x Ca	4	32.8833*	102511.6667 ^{NS}	0.0892*	0.6386*	4.7792 ^{NS}
Resíduo	20	11.5000	71466.6667	0.0307	0.2135	5.0833
CV %	50	13,94	7,62	7,67	20,83	15,77

NS: Não significativo; * Significativo a 5% de probabilidade; CV %: Coeficiente de variação.

4.1 Efeitos dos Tratamentos na Altura das Plantas, Número de Folhas e no Diâmetro do Caule.

Analisando as doses de cálcio em relação à presença de boro, observou-se na variável altura de planta, o efeito significativo do boro, para maior altura aos 90 DAT e menor número de folhas, na sua presença, aos 60 e 90 DAT (Tabela 4), período esse que compreende a fase reprodutiva do tomate, pois o prejuízo do baixo suprimento de boro em culturas como tomate e nabo, ficam evidentes apenas na fase reprodutiva das plantas (MARSCHNER, 2012). Condizendo com Gondim, (2009), que também verificou na altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas, que o efeito dos tratamentos com e sem boro foram semelhantes durante os estádios de desenvolvimento, contudo em seu trabalho a omissão de boro na solução nutritiva apresentou menor altura (4%), diâmetro do caule (11%) e número de folhas (13%) em relação ao tratamento com boro.

Tabela 4. Altura de planta aos 90 DAT e Número de Folhas aos 60 DAT e 90 DAT, no tomate cereja em função de doses de cálcio, sem boro e com boro.

Boro (Kg ha ⁻¹)	Doses de Cálcio (Kg ha ⁻¹)				
	0	50	100	150	200
Altura de planta aos 90 DAT (cm)					
0	91,33 a	99,67 a	108,83 a	100,00 b	98,30 a
12,5	106,33 a	102,33 a	114,67 a	123,67 a	94,30 a
Número de folhas aos 60DAT					
0	40,33 a	41,00 a	34,00 a	37,83 a	37,67 a
12,5	34,33 a	27,33 b	32,00 a	31,00 a	34,33 a
Número de folhas aos 90DAT					
0	42,33 a	50,33 b	40,67 a	41,67 a	45,00 a
12,5	39,67 a	32,00 a	42,33 a	39,67 a	42,00 a

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Embora, não houve diferença estatística para a altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas, principalmente no que diz respeito às fases iniciais do desenvolvimento da planta, dos 30 aos 60 DAT, pode se notar a influencia do boro para

maior crescimento da planta na fase reprodutiva, aos 90 DAT (Tabela 4), devido a maior demanda de boro pela cultura do tomate no referido estágio de desenvolvimento, pois sua deficiência pode resultar numa rápida inibição do crescimento (GONDIM, 2009). Entretanto, não se observou sintomas visuais de deficiência nas plantas.

Quanto ao menor número de folhas com a presença do boro, podem ser explicado por um possível excesso do micronutriente, sensível as folhas, pois em estudo com a cultura do tomate Gondim, (2009) verificou que as folhas formam o principal órgão de acúmulo e armazenamento de boro mesmo no período de frutificação quando os frutos são os drenos mais importantes. A presença do boro altera as reações enzimáticas, pois inibe ou estimula a atividade das enzimas, provocando mudanças metabólicas, tanto em deficiência, acumulando substâncias prejudiciais às folhas como os fenóis, quanto em níveis elevados, que podem se tornar tóxicos às plantas. Evidenciando o excesso de boro na planta, observa-se entre os sintomas, amarelecimento das folhas mais velhas, clorose evoluindo para bronzeamento, encostelamento das folhas velhas e desenvolvimento vegetativo regular, sintomas esses observados nas plantas durante o ciclo da cultura no experimento. Na fase reprodutiva o efeito benéfico é proeminente, uma vez que as exigências em boro são mais altas neste período do que no crescimento vegetativo (BLEVINS e LUKASZEWSKI, 1997, apud MALAVOLTA, 2006), influenciando na germinação do pólen, florescimento e frutificação.

Visto a pouca influência dos tratamentos nas características vegetativas do tomateiro, pode-se justificar a pouca variação nas alturas de planta, diâmetro do caule e números de folhas, em virtude de uma boa adaptação das plantas ao ambiente após o transplante e condições edafoclimáticas favoráveis, uma vez que estas, foram conduzidas sob ambiente protegido na casa de vegetação, desde o plantio. Também devido às condições gerais de nutrição e clima em que esse ensaio foi conduzido, que favoreceram ao desenvolvimento natural das plantas, pois se observou gradiente satisfatório entre as temperaturas diurna e noturna, luminosidade controlada e irrigação localizada com água, o suficiente para atender a demanda da cultura. Entretanto, sabe-se que o nitrogênio geralmente promove aumento no vigor da planta (PAPADOPOULOS, 1991, Apud DE SOUZA et al., 2010), e o fósforo garante crescimento contínuo, o qual está associado à altura da planta e ao diâmetro da haste (NAVARRETE et al., 1997, Apud DE SOUZA et al., 2010). Desse modo a adubação fosfatada e nítrica aplicadas no experimento possivelmente também contribuiu para o bom desenvolvimento da planta, sem muitas variações, com relação às características vegetativas avaliadas no tomateiro.

4.2 Efeitos dos Tratamentos no Número de Frutos, Produtividade e Diâmetro Médio dos Frutos.

Para variável número de frutos, o aumento das doses de cálcio, proporcionou um aumento linear no número de frutos, com um rendimento de 33,87 % entre a dose 0 kg ha⁻¹ e a maior dose empregada 200 kg ha⁻¹ (Figura 1).

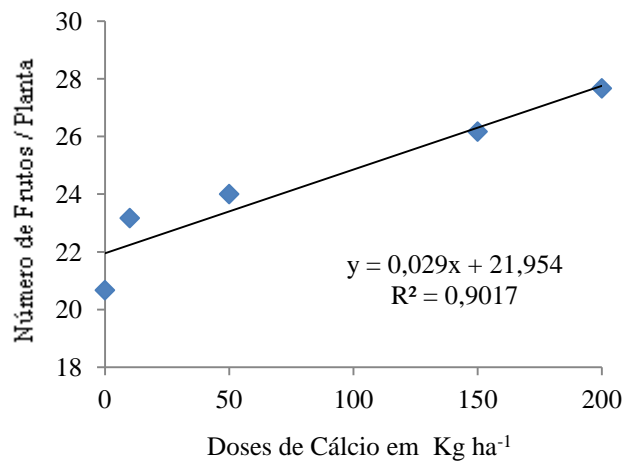


Figura 1. Número de frutos por planta, em função das doses crescentes de cálcio, no tomate cereja.

No entanto, nos tratamentos com boro, observou-se efeito depressivo, no número de frutos, na medida em que as doses de cálcio foram aumentadas de 100 a 200 Kg ha⁻¹ (Tabela 5). Plese, et al., (1998), verificou mesmo efeito para o número de frutos em tomates, na interação doses de boro e frequência de aplicação de CaCl₂, na qual, aplicações semanais de CaCl₂ proporcionaram maior número de frutos apenas na ausência de boro, e efeito depressivo quando presente nas aplicações semanais, entretanto, para a frequência quinzenal, a aplicação de boro até 1 g cova⁻¹, foi benéfica. Corroborando com o presente trabalho, o efeito tóxico do boro numa maior concentração de cálcio, com melhores resultados na ausência deste, evidenciando a sensibilidade do tomateiro ao excesso deste micronutriente.

Tabela 5. Número de frutos por planta, no tomate cereja, em função de doses de cálcio, sem boro e com boro.

Boro (Kg ha ⁻¹)	Doses de Cálcio (Kg ha ⁻¹)				
	0	50	100	150	200
0	18,00 a	23,67 a	24,00 a	30,00 a	28,00 a
12,5	23,33 a	24,33 a	22,33 a	22,33 b	27,33 a

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

O Boro não somente se complexa fortemente com constituintes da parede celular como também é necessário para sua integridade estrutural formando pontos de ligações éster-carbono-boro. Estas ligações são fracas e, portanto, tem a função de se reformar durante a formação e alongação celular e produzir cargas negativas para interações iônicas, por exemplo, com cálcio. Dessa forma, há interações entre cálcio e boro nas paredes celulares e reflete-se na alta interação entre estes dois elementos e na sua demanda para o crescimento ideal das paredes e, portanto desenvolvimento das plantas, tubo polínico e fecundação gerando frutos, corroborando com Galli et al. (2012), que afirma ser o boro um micronutriente que afeta significativamente a produtividade do tomateiro, a qualidade e a quantidade de frutos. Este micronutriente é importante para a polinização e desenvolvimento de frutos e essencial para a absorção e uso do cálcio. No entanto, o excesso de boro diminui o teor de cálcio na planta. Conforme Teasdale e Richards, (1990), apud Valadares, (2017), o boro tende a formar uma ligação mais forte que o cálcio na estrutura da parede celular, sendo que maiores doses de boro podem diminuir o acúmulo de cálcio nos tecidos.

O número de frutos por planta é influenciado pelo manejo da cultura, condições meteorológicas e espaçamento afetando o florescimento e frutificação (GUILHERME, 2007). Neste estudo, o manejo e as condições climáticas não variaram para os tratamentos, de modo que os mesmos não viessem a interferir nos resultados. O cálcio é um elemento estrutural das plantas, importante na síntese da parede celular, agindo no pegamento das floradas, atuando na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico, entre outras funções (MALAVOLTA et al., 1997). Sendo assim, é um nutriente imprescindível para a fecundação das flores, fixação dos botões florais e formação dos frutos. Desse modo evidenciando a importância da aplicação de cálcio para a cultura do tomate e efeito benéfico do mesmo, para um maior número de frutos por planta, que por sua vez está relacionado diretamente com o pegamento de frutos.

Na produção do tomate cereja, observou-se comportamento parecido ao de número de frutos, em resposta a aplicação das doses de cálcio, na qual a produção foi descrita por modelo quadrático (figura 2), com melhor desempenho produtivo, a dose de 160,2 kg ha⁻¹ de cálcio, com peso de (3.836,5 kg ha⁻¹) e rendimento de 31,7 % em relação à testemunha (2.913,3 kg ha⁻¹).

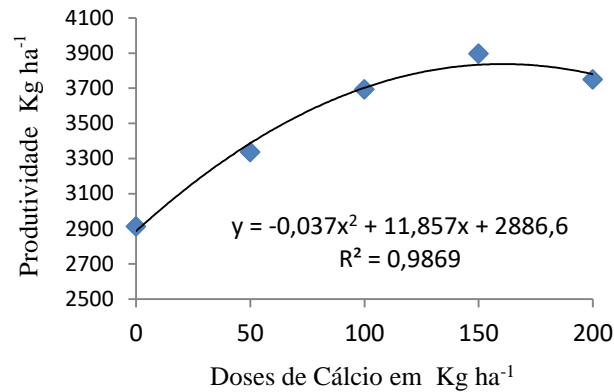


Figura 2. Produtividade do tomate cereja, em função das doses crescentes de cálcio.

Medeiros, (2010), também observou respostas quadráticas na produtividade de tomate submetido a diferentes níveis de cálcio, observando um aumento gradativo da produção conforme aumentava as concentrações de cálcio, sugerindo a concentração máxima de 0,061 g/L.

Um dos fatores condicionantes da produtividade do tomateiro é o índice de pegamento de frutos, que é dependente de condições edafoclimáticas, manejo da cultura e do macronutriente cálcio, que possui funções atreladas ao pegamento dos frutos, germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico, entre outras funções (MALAVOLTA et al., 1997). Portanto, o cálcio e sua importância na formação do fruto, quando suprido de forma adequada, proporciona maior estabelecimento dos frutos, maior crescimento e número de frutos por planta, conseqüentemente aumentando a produtividade. Pois o fornecimento inadequado do nutriente cálcio pode contribuir para uma redução de produtividade, devido ao menor estabelecimento dos frutos (LAVIOLA e DIAS, 2008).

O cálcio proporciona maior resistência das estruturas de sustentação das flores, ocorrendo diminuição do abortamento e aumento da produção, também tem papel

importante na redução e no controle do desenvolvimento de muitas desordens fisiológicas em frutos, e com suprimento regular desse elemento tem-se aumento na produtividade, enquanto que na ausência desse elemento tem-se menor polinização e maior abortamento de flores com significativa redução na produtividade (ZAMBAN, 2014).

Quanto ao diâmetro dos frutos, houve efeito significativo para ambos os fatores de variação, notando a influência do cálcio e boro, para produção de frutos maiores. Observando comportamento linear crescente, para maiores diâmetro médio dos frutos, em função das doses de cálcio (Figura 3), e no teste de Tukey a 5%, para o fator boro, também observou diâmetros maiores para os tratamentos sob a adubação de boro, obtendo o diâmetro médio de 2,44 cm e na sua ausência diâmetro médio de 2,13 cm, representando um aumento de 14,5% no diâmetro médio do fruto (Tabela 6).

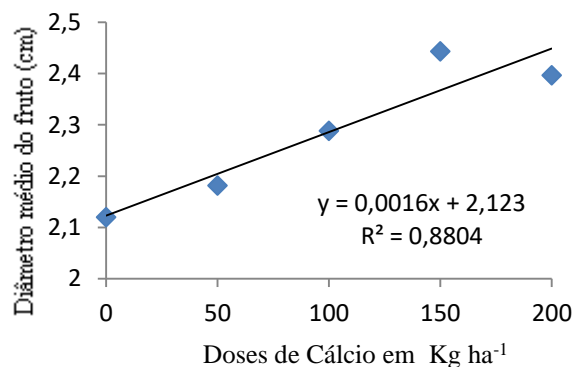


Figura 3. Diâmetro médio do fruto do tomate cereja, em função das doses crescentes de cálcio.

Os nutrientes cálcio e boro são essenciais para a germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico, que garantirão a fecundação da flor (MARSCHNER, 2012). O boro é um micronutriente que afeta significativamente a produtividade do tomateiro, a qualidade e a quantidade de frutos. Este micronutriente é importante para a polinização e desenvolvimento de frutos e para a absorção e uso do cálcio (GALLI et al., 2012). Ainda que o diâmetro dos frutos seja uma característica genética da planta, sendo altamente influenciado pelo espaçamento, número de cachos florais na planta e o raleio dos frutos (PENTEADO, 2004), o boro desempenha papel importante no florescimento, no crescimento do tubo polínico, nos processos de frutificação, podendo

ter frutos menos desenvolvidos, explicando o melhor desenvolvimento dos frutos avaliados no presente trabalho, obtendo maiores diâmetros do fruto na presença do boro.

Tal efeito do boro para o diâmetro dos frutos, também foi constatado por Gondim, (2009), que classificando os frutos de tomate pelo seu diâmetro, verificou que a aplicação de boro no tomateiro, promoveu incremento com ajuste linear para classe de frutos, onde o aumento da concentração proporcionou aumento no diâmetro e número de frutos, resultando num incremento de 15 e 29%, para a classe de frutos e número de frutos, respectivamente, em relação à testemunha, corroborando com o valor de 14,5%, encontrado no presente trabalho, quando se avaliou o DMF na adição de boro.

E o cálcio uma vez incorporado ao tecido celular, é imóvel, daí a necessidade de suprimento constante para atender ao crescimento do fruto. Sendo importante na ativação enzimática, na regulação do movimento de água nas células e essencial para a divisão celular (MALAVOLTA, 2006). Pois os frutos apresentam relativamente baixa capacidade transpiratória e sendo o cálcio um elemento de baixa mobilidade no floema, o seu movimento para os frutos se dá predominantemente por fluxo de massa via xilema impulsionados pela pressão radicular (CARRIJO, 2004). A influência do cálcio no diâmetro do fruto também foi verificada por Zamban, (2014), na qual a aplicação de cálcio via floral proporcionou a produção de frutos com maior diâmetro em comparação com a ausência deste elemento e Silva, et al. (2009), também avaliando o uso de cálcio em tomateiro verificou que a aplicação desse elemento proporcionou a formação de frutos com diâmetro superior a 40 mm, enquanto que a ausência diminuiu o diâmetro médio dos frutos. E o sinergismo existente entre cálcio e boro na absorção, translocação dos mesmos e importância destes para o desenvolvimento do fruto, justifica a interação observada nos resultados do desdobramento de boro dentro de cálcio (Tabela 6).

Tabela 6. Diâmetro médio do fruto, para o tomate Cereja, em função de doses de cálcio, sem boro e com boro.

Boro (Kg ha ⁻¹)	Doses de Cálcio (Kg ha ⁻¹)				
	0	50	100	150	200
0	2,07 a	2,15 a	2,14 a	2,13 b	2,15 b
12,5	2,17 a	2,21 a	2,44 a	2,76 a	2,64 a

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

4.3 Efeitos dos Tratamentos no Sistema Radicular da Planta.

Avaliando o sistema radicular das plantas de tomate, pode se notar uma diferença significativa para a massa seca das raízes (MSR), sendo influenciadas pela adição do cálcio, que favoreceu a maiores MSR entre as doses de 50 Kg ha⁻¹ e 100 Kg ha⁻¹ de cálcio, que ajustada a curva de regressão define se a dose de 125,67 Kg ha⁻¹ de cálcio como a dose máxima para a MSR, havendo um decréscimo com as doses maiores (Figura 4). Quanto ao tamanho das raízes não houve efeito significativo para os tratamentos, não sendo notado, efeito das doses de cálcio e boro no seu tamanho, contudo o seu crescimento ficou limitado pelo tamanho do vaso. Pois a redução no tamanho do vaso de cultivo pode restringir o desenvolvimento do sistema radicular da planta (PINTO, et al., 2003).

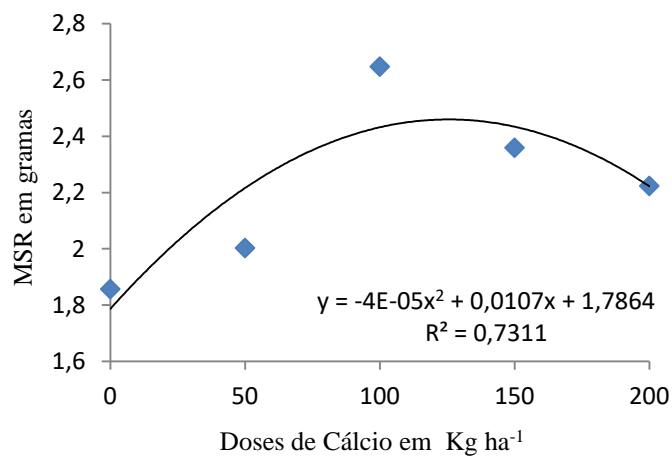


Figura 4. Massa seca da raiz (MSR), em função das doses crescentes de cálcio, no tomate cereja.

O efeito do cálcio para massa radicular já era observado por (RITCHEY et al., 1982), afirmando ser este um nutriente com papel preponderante no crescimento radicular das plantas. Resultado observado no presente trabalho, no qual as doses crescentes de cálcio proporcionaram aumento na massa radicular do tomateiro, tanto na dose de 50 Kg ha⁻¹, como em 100 Kg ha⁻¹ de cálcio, condizendo com Moschini, (2015), que notou efeito positivo das fontes de Cálcio, CaCO₃ e CaSO₄, Independentemente da

concentração de C-AH testada, havendo uma produção maior de MSR do tomateiro quando o cálcio era fornecido. Prado e Natale, (2004) também observou que a aplicação de calcário aumentou, de forma linear, a massa radicular da goiabeira (a 75 cm do tronco), tanto na camada de 0–20 cm como na de 20–40 cm de profundidade. Isto pode ser explicado pelo aumento do teor de cálcio no solo, o que causou maior absorção desse nutriente pelas raízes, refletindo no acúmulo de matéria seca radicular, dado pela relação positiva entre o cálcio do solo e a massa radicular do tomate.

5 CONCLUSÃO

Para as condições estudadas, o cálcio e boro não influenciaram de forma significativa nas características vegetativas do tomate cereja, entretanto a adubação com cálcio proporcionou maior produção e número de frutos por planta, e em interação com o boro, produziu frutos com maiores diâmetro, ajustada a dose de 160,2 Kg ha⁻¹ de Cálcio para o melhor benefício nas características produtivas do tomate cereja. E efeito depressivo na produtividade de frutos, com a dose de 12,5 Kg ha⁻¹ de boro, evidenciando a sensibilidade do tomate ao micronutriente.

Em relação ao sistema radicular, houve maiores massa seca das raízes, para a adubação com cálcio, ajustada a dose máxima de 125,67 Kg ha⁻¹ do macronutriente.

REFERÊNCIAS

ALBINO-GARDUÑO, R. et al. Response of Gerbera to calcium in hydroponics. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 31, n. 1/3, p. 91-101, 2008.

ÁLVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. **Meteorologische Zeitschrift**. 2013; 22:711– 728.

ARAÚJO, E. O.; SANTOS, E. F.; CAMACHO, M. A. **Absorção de cálcio e magnésio pelo algodoeiro cultivado sob diferentes concentrações de boro e zinco**. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 8, n.3, p. 383-389, 2013.

CANDILO, M.; SILVESTRI, P. **Yara Knowledge Grows Nutrição de Plantas**. Disponível em: < <http://www.yarabrasil.com.br/nutricao-plantas/culturas/tomate/fatores-chaves/funcao-calcio/> >. Acesso em 08 Setembro de 2018.

CARRIJO, O. A. et al. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 5-9, 2004.

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; SOUZA, E. C. A. Adubos e corretivos: Aspectos particulares na olericultura. p.85-140, 1993.

DE SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; COELHO, D. F. Crescimento e desenvolvimento de tomateiro fertirrigado com água residuária da suinocultura. **COMITÊ EDITORIAL**, v. 5, n. 2, p. 144, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de Produção**. Versão Eletrônica. Jan/2006.
Disponível:<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/adubacao.htm> Acessado: Setembro/2018.

FARIAS, R. **Micronutriente na agricultura (boro)**. Apostilha (Mestrando em Extensão) – ESALQ / USP, Piracicaba – SP. 2005. p. 39.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008.421p.

FURLANI, P. R. **Produção de hortaliças em ambiente protegido**. In: 17º Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria - FRUTAL/XII AGROFLORES. Fortaleza: Instituto Frutal, 2010. p 72. (Coleção cursos frutal)

GALLI, J. A. et al. **Boro: efeito na produção e qualidade de frutos de diferentes variedades de manga**. *Pesquisa & Tecnologia*, vol. 9, n. 2, Jul-Dez 2012.

GONDIM, A. R. **Absorção e Mobilidade do Boro em Plantas de Tomate e de Beterraba**. 2009. p 68. Tese (Doutorado em Agronomia, área Produção Vegetal) –

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista – Unesp - Câmpus de Jaboticabal, 2009.

GUILHERME, D. O. **Produção e qualidade de frutos de tomateiro cereja cultivados em diferentes espaçamentos em sistema orgânico**. 2007. p. 63. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Campus de Montes Claros, 2007.

GUPTA, U. C.; CUTCLIFFE, J. A. Boron nutrition of carrots and table beets grown in a boron deficient soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.16, p.509-516, 1985.

KUHLKAMP, K. T. et al. Características sintomáticas de toxidez de micronutrientes para tomate da variedade santa cruz. **Revista Univap, ALEGRE – ES**, 2005.

LAVIOLA, B. G.; SANTOS DIAS, L. A. **Teor e Acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso**. Bras. de Ciências do solo 32: 1969-1975.2008

LENOBLE, M. E.; BLEVINS, D. G.; MILES, R. J. **Boro extra mantém crescimento radicular sob condições de alumínio tóxicos**. Informações Agrônomicas, n.92, p.3-4, 2000.

MAGALHÃES, J. R. **Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA/ CNPH, 1988. 64 p. (EMBRAPA/CNPH - Documentos, 1)

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, 2006. 638 páginas.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 319p. 1997.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed. San Diego: Academic Press, 2012. 651p.

MEDEIROS, L. M. **Produção do Tomateiro (Lycopersicon esculentum L.) Cultivado em Diferentes Recipientes e Níveis de Cálcio na Solução Nutritiva**. 2010. p. 65. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Ilha Solteira, 2010.

MOSCHINI, Bruno Paulo. **Nutrição e crescimento do tomateiro em função da interação de substâncias húmicas com B, fontes de Ca e formas de N mineral**. 2015. 112 p. Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras - UFLA, 2015.

PENTEADO S. R. **Cultivo orgânico de tomate**. Viçosa: Aprenda fácil. 214p. 2004.

PINTO, A. C. R. et al. Efeitos de tamanho de vaso e sistemas de condução no desenvolvimento e qualidade de cultivares de zinia. **Ornamental Horticulture**, v. 9, n. 1, 2003.

PLESE, L. P. M. et al. **Efeitos das aplicações de cálcio e de boro na ocorrência de podridão apical e produção de tomate em estufa**. Sci. agric. vol. 55 n. 1 Piracicaba Jan./Abr. 1998.

- PRADO, R. de M.; NATALE, W. Calagem na nutrição de cálcio e no desenvolvimento do sistema radicular da goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 1007-1012, 2004.
- PURQUERIO, L. V; TIVELLI, S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. São Paulo, Instituto Agronômico IAC Centro de Horticultura, CP 28, 13001-970, Campinas, SP, 2006, p. 11.
- QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 111p.
- RITCHEY, K. D.; SILVA, J. E.; COSTA, U. F. Calcium deficiency in clayey B horizons of savanna oxisols. **Soil Science**, v.133, p.378-382, 1982.
- RODRIGUES, S. R. et al. **Quantidade absorvida e concentrações de micronutrientes em tomateiro sob cultivo protegido**. Scientia Agricola, v.59, n.1, p.137-144, jan./mar. 2002.
- SÃO JOSÉ, J. F. B. de. **Caracterização físico-química e microbiológica de tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) minimamente processado submetido a diferentes tratamentos de sanitização**. Viçosa, MG, UFV - Tese (Doutorado em Ciência e tecnologia de alimentos), 2013. 156p.
- SESTREN, J. A.; KROPLIN, R. Sintomas de toxicidade de boro no algodoeiro. In: **VII Congresso Brasileiro de Algodão. ABRAPA/IAPAR, Foz do Iguaçu**. 2009.
- SILVA, B. A; SILVA, A. R; PAGIUCA, L. G. Cultivo protegido em busca de mais eficiência produtiva; **Hortifruti Brasil** - Março de 2014.
- SILVA, D. J.; FARIA, C. M. B. de. **Nutrição, calagem e adubação**. In: MOUCO, M.A.C. (Ed.) Cultivo da mangueira. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004.
- SILVA, M. W. et al. **Cálcio, boro e reguladores vegetais na fixação de frutos em tomateiro**. Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, v. 2, n. 3, Set.- Dez. 2009.
- SOUZA, J. L. **Tomate para mesa em sistema orgânico**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.24, n.219, p.109-120, 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 5ªed. 719p.
- TRANI, P. E. et al. **CALAGEM E ADUBAÇÃO DO TOMATE DE MESA**. Campinas: Instituto agrônomo. 35 p. (Boletim Técnico IAC, n. 215) 2015.
- UDDIN, K. M. de. et al. Yield and yield components of winter Chilli (*Capsicum annum* L.) as affected by different levels of nitrogen and boron. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.6, n.6, p.605609, 2003.
- NATALE, W. XAVIER, C. V. Influência do boro no teor, acúmulo e eficiência nutricional em porta-enxertos de caramboleira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, 2017.
- ZAMBAN, D. T. **Fenologia e efeito da utilização dedoses de boro e cálcio sobre a produção de tomate italiano em duas épocas de cultivo**. 2014. p 76. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área Agricultura e Ambiente) - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, RS - campus de Frederico Westphalen. 2014.