

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR NORTE - RS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA:
AGRICULTURA E AMBIENTE**

**FENOLOGIA E EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE DOSES
DE BORO E CÁLCIO SOBRE A PRODUÇÃO DE
TOMATE ITALIANO EM DUAS ÉPOCAS DE
CULTIVO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Débora Turchetto Zamban

**Frederico Westphalen, RS, Brasil.
2014**

**FENOLOGIA E EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE DOSES DE
BORO E CÁLCIO SOBRE A PRODUÇÃO DE TOMATE
ITALIANO EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO**

Débora Turchetto Zamban

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia.**

Orientadora: Prof^a Dr^a Denise Schmidt

**Frederico Westphalen, RS, Brasil.
2014**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação Superior Norte - RS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia:
Agricultura e Ambiente**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**FENOLOGIA E EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE DOSES DE BORO E
CÁLCIO SOBRE A PRODUÇÃO DE TOMATE ITALIANO EM DUAS
ÉPOCAS DE CULTIVO**

elaborada por
Débora Turchetto Zamban

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Denise Schmidt, Dr^a.
(Presidente/Orientadora)

Velci Queiroz de Souza, Dr.

Sandro Luis Petter Medeiros, Dr.

Frederico Westphalen, 28 de março de 2014.

*Ao meu esposo Bruno,
Aos meus pais Milton e Lenita e a minha
irmã Mônica, pela paciência, incentivo,
apoio e compreensão que sempre me foi
oferecida.*

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida que me destes e por conduzi-la com infinita bondade e amor. Por me amparar nos momentos difíceis, dar força interior e sabedoria para superar as dificuldades, mostrando os caminhos nas horas incertas.

A minha família, que teve compreensão pelos momentos de ausência.

Ao meu esposo Bruno, por estar sempre ao meu lado e que, com amor, carinho e paciência praticamente viveu esse mestrado comigo. Agradeço pela ajuda emocional e também nos experimentos.

Aos meus pais pelo apoio necessário nos momentos difíceis.

A minha irmã pela convivência, apoio, carinho, incentivo e parceria no desenvolvimento do trabalho.

A minha Orientadora, professora Dra Denise Schmidt, pela confiança, amizade, pelo fundamental apoio na elaboração deste trabalho e por entender a minha decisão em aproveitar a oportunidade de trabalho que surgiu no decorrer do mestrado.

Aos amigos e colegas do grupo de pesquisa: Daiane Prochnow, Leonardo A. Thiensen, Ezequiel Holtz, Bruna S. Altissimo, pela amizade e contribuições na execução da pesquisa.

Aos amigos que fizeram parte desses momentos, sempre me ajudando e incentivando.

A todos os professores, funcionários e também ao coordenador do curso do Mestrado pela compreensão, ensinamentos e exemplos profissionais.

A Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen, que fez parte de toda minha vida acadêmica até agora.

E a todos, que de certa forma, contribuíram para a realização desse trabalho e alcance de mais essa conquista.

"O caminho da verdadeira vitória é sempre árduo e cheio de surpresas desafiadoras que determinarão o desenvolvimento de nossos potenciais inatos, garantindo a evolução do nosso espírito eterno."

(Zíbia Gasparetto)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente
Universidade Federal de Santa Maria

FENOLOGIA E EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE DOSES DE BORO E CÁLCIO SOBRE A PRODUÇÃO DE TOMATE ITALIANO EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO

AUTORA: DÉBORA TURCHETTO ZAMBAN
ORIENTADORA: Dr^a DENISE SCHMIDT
Frederico Westphalen, RS 28 de março de 2014.

O presente trabalho objetivou avaliar a fenologia e o efeito da aplicação de cálcio via floral e de boro via solo, na produção e ocorrência de podridão apical em tomate italiano cultivado em diferentes épocas de cultivo. Os experimentos foram conduzidos à campo, na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *campus* de Frederico Westphalen, RS, nos anos 2012 e 2013. O delineamento experimental foi blocos casualizados, em esquema fatorial (2x2x3x3) com dois híbridos de tomate, duas épocas de cultivo, três frequências de aplicação de cálcio, três doses de boro e quatro repetições. Os híbridos de tomate utilizados foram San Vito e Netuno, com hábito de crescimento indeterminado e frutos tipo italiano, sendo o primeiro suscetível e o segundo tolerante a podridão apical. O cultivo foi realizado nas épocas de primavera-verão e verão-outono, as três doses de boro aplicadas foram 0, 2 e 4 g cova⁻¹ e as três frequências de aplicação floral de cloreto de cálcio 0,6% foram ausência, aplicação semanal e quinzenal. O transplante das mudas foi realizado no dia 04 de setembro de 2012 para a primeira época e no dia 26 de janeiro de 2013 para a segunda época. As plantas foram conduzidas dentro das técnicas de manejo recomendadas para a cultura. Avaliaram-se as características de fenologia, altura de plantas, índices de produção e incidência de podridão apical. Analisando os resultados observa-se que o híbrido Netuno apresentou maior precocidade e maior período produtivo, com redução na incidência de podridão apical, maior número de frutos por planta e maior produtividade. A época primavera-verão apresentou melhores condições para o desenvolvimento da cultura, com prolongamento do ciclo e maior produtividade. No verão-outono ocorreu aceleração no ciclo da cultura do tomateiro, com diminuição na produtividade. A aplicação quinzenal de cálcio foi mais eficiente, reduzindo a incidência de podridão apical e produção de frutos não comerciais, aumentando a massa total por planta e a produtividade.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*. Estádios fenológicos. Híbridos. Nutrição. Rendimento.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Agronomy: Agriculture and Environment
Federal University of Santa Maria

PHENOLOGY AND EFFECT OF THE USE OF DOSES OF BORON AND CALCIUM ON ITALIAN TOMATO PRODUCTION IN TWO SEASONS GROWING

AUTHOR: DEBORA TURCHETTO ZAMBAN
ADVISOR: DENISE SCHMIDT
Frederico Westphalen, RS, March 28th, 2014.

This study aimed to evaluate the cycle and the effect of calcium via floral and boron in the soil, production and occurrence of blossom-end rot in Italian tomato grown in different cropping seasons. The experiments were conducted at the field in the experimental area of the Universidade Federal of Santa Maria (UFSM), campus of Frederico Westphalen, RS, in the years 2012 and 2013. Experimental design was randomized blocks, factorial (2x2x3x3) with two hybrids tomato, two cropping seasons, the three frequencies of application of calcium, three doses of boron and four replications. The tomato hybrids were used San Vito and Netuno, with indeterminate growth habit and fruit Italian type, the first and second susceptible to blossom end rot tolerant. The cultivation was carried out in times of spring- summer and summer-autumn, the three boron doses applied were 0, 2 and 4 g.hole⁻¹ and the three frequencies floral application of calcium chloride 0.6 % were absent, application weekly and fortnightly. The transplanting was held on September 4, 2012 for the first season and the 26th of January 2013 for the second time. Plants were within the recommended handling techniques for culture. We evaluated the characteristics of phenology, plant height, production rates and incidence of blossom end rot. Analyzing the results it is observed that the hybrid Netuno showed higher early and most productive period, with a reduction in the incidence of blossom end rot, a higher number of fruits per plant and increased productivity. The spring-summer season showed better conditions for the development of culture, with prolongation of the cycle and increased productivity. In summer-fall acceleration occurred in the tomato crop cycle, with a decrease in productivity. The biweekly application of calcium was more effective, reducing the incidence of blossom-end rot and production of unmarketable fruits, increasing the total mass per plant and yield.

Keywords: *Lycopersicon esculentum*. Phenological stages. Hybrids. Nutrition. Income.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

- Tabela 1 - Média da temperatura do ar registrada durante as épocas primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....23
- Tabela 2 - Soma térmica acumulada em cada fase fenológica de dois híbridos de tomateiro italiano em sistema convencional, na época primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....26

ARTIGO II

- Tabela 1 - Média da temperatura do ar registrada durante as épocas de primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....41
- Tabela 2 - Média do diâmetro e da massa dos frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....46
- Tabela 3 - Diâmetro médio de frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014....47
- Tabela 4 - Massa média dos frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....48
- Tabela 5 - Número total de frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....49
- Tabela 6 - Número total de frutos de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....50
- Tabela 7 - Média do número de frutos comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....52
- Tabela 8 - Média do número de frutos comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano.

| | | |
|-------------|--|----|
| | Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 52 |
| Tabela 9 - | Média do número de frutos não comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 54 |
| Tabela 10 - | Média do número de frutos não comerciais de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 55 |
| Tabela 11 - | Média do número de frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano com podridão apical em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 56 |
| Tabela 12 - | Média do número de frutos de tomateiro tipo italiano com podridão apical em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 57 |
| Tabela 13 - | Massa fresca total dos frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano por planta em função das épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 59 |
| Tabela 14 - | Massa fresca total dos frutos de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 59 |
| Tabela 15 - | Média da massa de frutos comerciais para os híbridos italianos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 61 |
| Tabela 16 - | Média da massa de frutos comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 61 |
| Tabela 17 - | Média da massa de frutos não comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 63 |
| Tabela 18 - | Média da massa de frutos não comerciais de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 63 |
| Tabela 19 - | Média da produtividade de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 65 |
| Tabela 20 - | Média da produtividade de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 66 |

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I

- Figura 1 - Média da radiação solar global registrada durante as épocas de primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....24

ARTIGO II

- Figura 1 - Média da temperatura média diurno-noturna e a termoperiodicidade registradas durante as épocas de primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....42
- Figura 2 - Média da radiação solar global registrada durante as épocas de primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....44
- Figura 3 - Média da altura de plantas de híbridos de tomateiro tipo italiano aos 15, 30, 45 e 60 dias após transplante em duas épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....45
- Figura 4 - Número total de frutos de tomateiro tipo italiano por planta em função das doses de boro e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....51
- Figura 5 - Média do número de frutos comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano nas diferentes doses de boro. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....53
- Figura 6 - Média do número de frutos não comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano por planta em função das doses de boro e frequências de aplicação de cálcio. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....55
- Figura 7 - Média do número de frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano com podridão apical em função das doses de boro e frequências de aplicação de cálcio. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.....58
- Figura 8 - Massa fresca total dos frutos de tomateiro tipo italiano por planta em função

| | | |
|-------------|---|----|
| | das doses de boro e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 60 |
| Figura 9 - | Média da massa fresca dos frutos comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das doses de boro e frequências de aplicação de cálcio. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 62 |
| Figura 10 - | Média da massa fresca de frutos não comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das doses de boro e frequências de aplicação de cálcio. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 64 |
| Figura 11 - | Média da produtividade de tomateiro tipo italiano em função das doses de boro e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014..... | 66 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 ARTIGO I | 17 |
| FENOLOGIA DE HÍBRIDOS DE TOMATEIRO ITALIANO EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO | 17 |
| 2.1 Resumo | 17 |
| 2.2 Abstract..... | 18 |
| 2.3 Introdução | 18 |
| 2.4 Material e métodos..... | 20 |
| 2.5 Resultados e Discussão | 22 |
| 2.6 Conclusão..... | 30 |
| 2.7 Referências Bibliográficas | 30 |
| 3 ARTIGO II..... | 35 |
| EFEITO DAS APLICAÇÕES DE CÁLCIO E BORO NA PRODUTIVIDADE E INCIDÊNCIA DE PODRIDÃO APICAL EM TOMATEIRO ITALIANO CULTIVADO A CAMPO | 35 |
| 3.1 Resumo | 35 |
| 3.2 Abstract..... | 36 |
| 3.3 Introdução | 36 |
| 3.4 Material e métodos..... | 38 |
| 3.5 Resultados e Discussão | 41 |
| 3.6 Conclusão..... | 67 |
| 3.7 Referências Bibliográficas | 67 |
| 4 DISCUSSÃO | 74 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 76 |

1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomate, por seu ciclo relativamente curto e apresentar altos rendimentos, tem boas perspectivas econômicas e a área cultivada vem aumentando a cada dia. O Brasil é o oitavo maior produtor mundial, englobando os segmentos de mesa e processamento industrial, com 64 mil hectares (FAO, 2013), o que reflete uma produção de 4,1 milhões de toneladas, com rendimento médio de 63 t/ha (IBGE, 2012). A região Sul apresenta produção de 108 mil toneladas, com rendimento médio de 47 t/ha.

A grande variabilidade existente na espécie *Lycopersicon esculentum* tem possibilitado o desenvolvimento de cultivares para atender as mais diversas demandas do mercado de tomate para processamento e para consumo *in natura* (NEITZKE; BUTTOW, 2008). O grupo de tomate saladete, também chamado de tomate italiano, é o mais novo no mercado, apresentando dupla aptidão, podendo possuir hábito de crescimento indeterminado ou determinado, sendo recomendado tanto para consumo *in natura* quanto para processamento na indústria. Os frutos são alongados, biloculares, de polpa espessa, coloração vermelha intensa, firmes e adocicados (ALVARENGA, 2004; FILGUEIRA, 2008).

O tomateiro, assim como a maioria das culturas, não apresenta abastecimento regular ao longo do ano, ocasionando aumento dos preços no período de entressafra. No Rio Grande do Sul, o tomateiro é cultivado tradicionalmente na safra de primavera, quando as condições de temperatura e de radiação em elevação são as mais adequadas para o crescimento das plantas. Porém, os preços mais elevados desta hortaliça, historicamente, ocorrem no outono-inverno quando há dificuldades para o seu cultivo. Devido, primeiramente, às elevadas temperaturas do início do outono e, logo, às baixas temperaturas do final desta estação, associadas à menor disponibilidade radiativa do período, a qual pode chegar a ser limitante (PERIN et al., 2013).

No entanto, vários problemas dificultam o cultivo do tomateiro no Brasil, entre eles, os problemas nutricionais, principalmente relacionados com o elemento cálcio. O sintoma característico da deficiência de cálcio inicia-se com a flacidez dos tecidos da extremidade dos frutos, que evolui para uma necrose deprimida, seca e negra. O sintoma é conhecido como “podridão estilar” ou “podridão apical” (BRESOLIN et al., 2010), sendo tipicamente observada em frutos verdes, logo após atingirem a metade do seu tamanho. Na região apical aparece uma mancha encharcada, sem bordas definidas de cor marrom claro, que se torna escura e deprimida à medida que o fruto cresce, com menor frequência, pode ocorrer

escurecimento interno do fruto (LOPES; ÁVILA, 2005; SANTOS et al., 2011). Uma vez incorporado ao tecido celular, o cálcio é imóvel, por isso a necessidade de suprimento constante para atender ao crescimento do fruto. Devido a essa baixa translocação na planta, os sintomas de deficiência aparecem nos pontos de crescimento da parte aérea e das raízes e em frutos em desenvolvimento (MAGALHÃES, 1988).

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, 1995). Todavia esses nutrientes são imóveis nas plantas, sendo translocados, principalmente, pelo xilema (ALVARENGA, 2004; FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006). Assim, o fornecimento inadequado desses nutrientes pode contribuir para redução de produtividade, devido ao menor estabelecimento dos frutos (LAVIOLA; DIAS, 2008), sendo necessária sua complementação pela aplicação via foliar ou com direção ao cacho floral para o cálcio, enquanto que o boro pode ser aplicado via solo, devido a sua importância na formação da parede celular. A aplicação foliar de cálcio é justificada em função da sua pouca solubilidade na planta e a baixa concentração no floema, enquanto que a utilização do boro é melhor quando proveniente do solo.

O boro é um elemento essencial na nutrição mineral de plantas. Mühling e Läuchli, (2002), salientam que este forma parte da parede celular e complexos estáveis na membrana plasmática, estimula a germinação do pólen e a elongação do tubo polínico. Sua deficiência, que devido às similaridades de funções que exerce com o cálcio na constituição da parede celular, tem sido estudado conjuntamente com esse elemento (SANTOS et al., 1990).

A fenologia é o estudo do ritmo estacional dos eventos dos ciclos de vida das espécies de plantas, da qual é regulada pelas suas características endógenas associadas às variações do clima, além de fatores abióticos e bióticos que são fatores de pressão seletiva. O período e a duração de eventos como a: floração, frutificação e emissão foliar fazem parte da fenologia (BERNARDES et al., 2011).

O ciclo do tomateiro pode ser dividido em quatro fases distintas: da sementeira ao transplante (fase 1- três a quatro semanas); do transplante das mudas até o início do florescimento (fase 2- quatro a cinco semanas); do florescimento ao início da colheita (fase 3- cinco a seis semanas); e do início ao final da colheita (fase 4), (ALVARENGA, 2004). A duração do ciclo do tomateiro, desde o transplante de mudas até a colheita, varia de 95 a 125 dias (MARQUELLI et al., 2012). Destacando-se que a duração de cada estágio do desenvolvimento depende principalmente da cultivar, da sanidade, nutrição e das condições climáticas.

Entre os diferentes fatores que condicionam os padrões fenológicos das espécies vegetais, além da sazonalidade climática, clima regional e disponibilidade hídrica (FERRAZ et al., 1999; MARQUES; OLIVEIRA, 2004), a luz é um recurso crítico para as plantas e pode limitar seu crescimento e reprodução (TAIZ e ZEIGER, 2013). Entretanto informações sobre suas fenofases para a cultura do tomateiro, principalmente do tipo italiano, são escassas.

Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a fenologia e o efeito das aplicações de cálcio via foliar e de boro via solo, na produção e ocorrência de podridão apical em tomate italiano cultivado em épocas distintas.

2 ARTIGO I

FENOLOGIA E REQUERIMENTO TÉRMICO DE HÍBRIDOS DE TOMATEIRO ITALIANO EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO

2.1 Resumo

O tomateiro é uma planta de clima tropical que se adapta a uma grande diversidade de clima, desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a fenologia e o requerimento térmico de dois híbridos de tomateiro italiano em duas épocas distintas de cultivo, em sistema convencional. Foram conduzidos dois experimentos, na área experimental pertencente à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *campus* de Frederico Westphalen, RS, nos anos 2012 e 2013. O delineamento experimental foi blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2, com dois híbridos de tomateiro e duas épocas de cultivo, em quatro repetições. Foi avaliado a fenologia dos híbridos, do tipo italiano, San Vito e Netuno, com hábito de crescimento indeterminado, nas épocas de primavera-verão e verão-outono. Os graus dia necessários para o desenvolvimento de cada fase fenológica foram calculados pelo acúmulo de temperatura no decorrer de cada fase. O ciclo da cultura, do transplante até a colheita, na primavera-verão foi de 117 e 121 dias para o híbrido San Vito e Netuno, respectivamente. No verão-outono o ciclo foi de 104 e 111 dias para o híbrido San Vito e Netuno, respectivamente. Da sementeira até a colheita final os híbridos Netuno e San Vito necessitaram de 1749,4 e 1717,5 graus dias na primavera-verão e de 1534,6 e 1495,2 graus dias no verão-outono, respectivamente. O híbrido Netuno foi mais precoce e apresentou maior período produtivo. Entre as fases fenológicas na época primavera-verão, o maior acúmulo térmico ocorreu durante a fase de maturação dos frutos (fase IV), enquanto que no verão-outono o maior acúmulo térmico ocorreu durante a fase de crescimento vegetativo (fase II). Na época verão-outono o ciclo de cultivo de ambos os híbridos foi menor ocorrendo produção mais precoce e concentrada dos frutos, pois houve declínio da temperatura e radiação solar no final do ciclo, reduzindo o período de maturação dos frutos.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*. Estádios. Temperatura. Radiação solar. Estações do ano.

2.2 Abstract

The tomato is a tropical plant that adapts to a great diversity of climate, thus the aim of this study was to evaluate the cycle and the thermal requirement of two Italian tomato hybrids in two distinct growing seasons, in a conventional system. Two experiments were conducted in the experimental area belongs to the Universidade Federal of Santa Maria (UFSM), campus of Frederico Westphalen, RS, in the years 2012 and 2013. Experimental design was randomized blocks in a 2x2 factorial design, with two tomato hybrids and two cropping seasons, in four replications. Phenology of hybrids, the Italian type, San Vito and Netuno, with indeterminate growth habit has been reported in seasons of spring-summer and summer-autumn. The degree days required for the development of each phenological phase were calculated by the accumulation of temperature throughout each phase. The crop cycle, transplanting to harvest in the spring-summer was 117 and 121 days for the hybrid San Vito and Netuno, respectively. In summer-autumn cycle was 104 and 111 days for the hybrid San Vito and Netuno, respectively. From sowing to final harvest the Netuno and San Vito hybrids required 1749.4 and 1717.5 degree days in spring-summer and 1534.6 and 1495.2 degree days in summer - autumn, respectively. The Netuno Hybrid was presented earlier and greater productive period. Between phenological phases in spring-summer season, the highest heat buildup occurred during the fruit maturation (stage IV), while in the summer-autumn the largest heat buildup occurred during the vegetative growth phase (phase II). At the time the summer-autumn crop cycle of both hybrids was lower occurring earlier and more concentrated fruit production because there was a decrease of temperature and solar radiation at the end of the cycle, reducing the ripening of fruits.

Keywords: *Lycopersicon esculentum*. Stadiums. Temperature. Solar radiation. Seasons.

2.3 Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de tomate de mesa, sendo o oitavo produtor mundial (FAO, 2013) e o primeiro da América Latina. A produção nacional chegou a 4,1 milhões de toneladas, em 71,5 mil hectares e produtividade média de 61,8 toneladas (ABCSEM, 2012).

A grande variabilidade existente na espécie *Lycopersicon esculentum* tem possibilitado o desenvolvimento de cultivares para atender as mais diversas demandas do

mercado (NEITZKE; BUTTOW, 2008). O grupo de tomate saladete, também chamado de tomate italiano, é o mais novo no mercado, apresentando dupla aptidão, sendo recomendado tanto para consumo in natura quanto para processamento na indústria. Os frutos são alongados, biloculares, de polpa espessa, coloração vermelha intensa, firmes, saborosos e adocicados (ALVARENGA, 2004; FILGUEIRA, 2008).

No Rio Grande do Sul, o tomateiro é cultivado tradicionalmente na safra de primavera, quando as condições de temperatura e de radiação em elevação são as mais adequadas para o crescimento das plantas. Porém, os preços mais elevados desta hortaliça, historicamente, ocorrem no outono quando há dificuldades para o seu cultivo. Devido, primeiramente, às elevadas temperaturas do início do outono e, logo, às baixas temperaturas do final desta estação, associadas à menor disponibilidade radiativa do período, a qual pode chegar a ser limitante (PERIN, 2013). Porém busca-se uma alternativa com cultivo no verão-outono, pois é uma época de entre safra de produção conferindo melhores preços de comercialização. Entretanto, existem as restrições impostas pelas chuvas, temperaturas e luminosidades, além da maior incidência de pragas e doenças.

O ciclo do tomateiro pode ser dividido em quatro fases distintas: da sementeira ao transplante (fase 1- três a quatro semanas); do transplante das mudas até o início do florescimento (fase 2- quatro a cinco semanas); do florescimento ao início da colheita (fase 3- cinco a seis semanas); e do início ao final da colheita (fase 4), (ALVARENGA, 2004). A duração do ciclo do tomateiro, desde o transplante de mudas até a colheita, varia de 95 a 125 dias (MARQUELLI et al., 2012). Destacando-se que a duração de cada fase do desenvolvimento depende principalmente da cultivar, da sanidade, nutrição e das condições meteorológicas.

Da sementeira até a produção de novas sementes, o ciclo biológico varia de quatro a sete meses, incluindo-se de um a três meses de colheita. A floração e a frutificação ocorrem juntamente com a fase vegetativa (FILGUEIRA, 2007). A espécie floresce e frutifica em condições climáticas bastante variáveis.

Fatores como temperatura, radiação solar e umidade do ar interferem significativamente nos processos de fotossíntese, crescimento, florescimento e frutificação, sendo que o tomateiro apresenta necessidades variáveis em cada fase do ciclo. O clima ameno, seco e a alta luminosidade favorecem o desenvolvimento da cultura do tomate. A faixa de temperatura ideal para o cultivo é de 20 a 25 °C, durante o dia e de 11 a 18 °C, à noite. Além disso, a cultura requer uma faixa ótima de temperatura do ar, ou seja: germinação de 16 a 29 °C, período vegetativo de 20 a 24 °C; floração de 18 a 24 °C; pegamento de frutos

de 13 a 18 °C, durante a noite e de 19 a 25 °C, durante o dia. Na maturação dos frutos de 20 a 24 °C, intervalo ideal para a formação do licopeno (SILVA et al., 2007; FILGUEIRA, 2008). Além destas condições é necessário que se verifique um diferencial de temperatura entre o dia e a noite, o qual parece exercer efeitos vantajosos sobre o crescimento e a produtividade final. De acordo com Filgueira (2008), a planta requer temperaturas diurnas amenas e noturnas menores, com diferença de 6 a 8 °C entre elas.

Para completar cada subperíodo fisiológico do ciclo de vida, as plantas requerem o acúmulo de certa quantidade de calor, expressa comumente pelo índice de graus dia, que representa a soma térmica acima da temperatura base mínima para o desenvolvimento. O conceito de graus-dia assume que existe temperatura base, abaixo da qual o crescimento e o desenvolvimento da planta são interrompidos ou extremamente reduzidos (BRUNINI et al., 1976).

O crescimento e desenvolvimento de uma planta também dependem da intensidade, qualidade e duração da radiação solar. Segundo Andriolo (2000), para que ocorra o crescimento e desenvolvimento normal de uma cultura, a quantidade de radiação recebida deve ser superior ao limite trófico. Para a maioria das hortaliças, como o tomateiro, esse nível é de aproximadamente $8,4 \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$, considerado como nível em que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção.

De acordo com Guimarães et al. (2007), a faixa de umidade relativa do ar diária mais indicada para a cultura do tomate varia de 50 a 70%. Segundo Guimarães et al. (2007), excesso de umidade impede a polinização das flores e provoca abortamento, além de prejudicar a absorção de nutrientes por reduzir a transpiração da planta.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência das condições meteorológicas de duas épocas distintas de cultivo sobre o ciclo fenológico de dois híbridos de tomateiro tipo italiano.

2.4 Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos à campo, na área experimental pertencente à Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen, que tem como coordenadas geográficas: 27° 23' 48" de latitude sul, 53° 25' 45" de longitude oeste e altitude de 490m, no período compreendido entre agosto de 2012 a maio de 2013. Segundo Köppen

(1948) o clima é subtropical úmido, tipo Cfa, e o solo predominante na região é classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico típico (EMBRAPA, 1999).

O delineamento experimental foi blocos casualizados, no esquema 2x2x4, com dois híbridos de tomateiro, duas épocas de cultivo e quatro repetições. Foram utilizados os híbridos de tomate San Vito e Netuno, de hábito de crescimento indeterminado e frutos tipo italiano cultivado nas épocas de primavera-verão e verão-outono. Foram selecionadas 20 plantas por híbrido, em cada bloco, para avaliação da duração de cada estágio fenológico. Segundo a Eagle (2013), o híbrido Netuno apresenta hábito de crescimento indeterminado e ciclo com duração de 95 dias pós-transplante. O híbrido San Vito apresenta ciclo total pós transplante de 115-120 dias (EMBRAPA, 2003).

O preparo do solo para cultivo das plantas foi realizado no sistema convencional, com aração, gradagem e posterior formação dos sulcos de cultivo, com aproximadamente 20 cm de profundidade e aplicação da adubação de base. A adubação para a cultura seguiu a recomendação da comissão de química e fertilidade do solo (CQFSRS/SC, 2004). A análise de solo apresentou pH 6,1, argila de 64%, P 6,7 mg/L, K 239,5 mg/L, M.O 2,9%, CTC 11,3, Ca 5,7cmolc/L e B 0,4mg/L.

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato comercial, em sistema floating, onde as mesmas permaneceram sobre uma lâmina constante de água. Na primavera-verão, a semeadura foi realizada no dia 02 de agosto de 2012 e o transplante das mudas a campo ocorreu no dia 04 de setembro de 2012 para ambos os híbridos. No verão-outono a semeadura foi realizada no dia 26 de dezembro de 2012 e o transplante ocorreu no dia 26 de janeiro de 2013 para ambos os híbridos.

As plantas foram conduzidas á campo em haste única, utilizando-se fitilho para tutoramento, com espaçamento de 1,00 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas, contendo 4 linhas por bloco, sendo duas delas destinadas a avaliação e duas para bordadura. A irrigação da cultura foi realizada por gotejamento.

A amontoa foi realizada 20 dias após o transplante, em conjunto com a primeira adubação de cobertura. Foram realizadas operações de desbrote, a cada dois dias. A retirada das folhas do baixeiro teve início pelas pencas que já haviam produzidos frutos. As demais adubações de cobertura foram realizadas a cada 10 dias, com aplicação localizada. A poda apical foi realizada após a emissão da sétima inflorescência. O controle de plantas invasoras e os tratamentos fitossanitários foram realizados conforme a necessidade e de acordo com as recomendações técnicas para a cultura.

Foram registradas as datas de aparecimento e duração das diversas fases fenológicas de acordo com Alvarenga (2004): a) semeadura até transplante; b) transplante até 70-80% do desenvolvimento vegetativo; c) início do florescimento até início da colheita; d) início ao fim da colheita.

Os dados meteorológicos referentes aos dois ciclos de cultivo foram coletados de uma estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizado a aproximadamente 200 m do experimento. Os graus-dia diários (GDD, °C dia) foram calculados conforme STRECK et al.,(2005a):

$$\text{GDD} = (T_{\text{média}} - T_b) * 1 \text{ dia, quando } T_b < T_{\text{média}} \leq T_{\text{ot}} \quad (1)$$

$$\text{GDD} = [(T_{\text{ot}} - T_b) * (T_{\text{média}} - T_{\text{max}})] / (T_{\text{ot}} - T_{\text{max}}) * 1 \text{ dia, quando } T_{\text{ot}} < T_{\text{média}} \leq T_{\text{max}} \quad (2)$$

em que T_b , T_{ot} e T_{max} são as temperaturas cardinais (base, ótima e máxima, respectivamente) de emissão de folhas. Foram assumidos $T_b = 10$ °C, $T_{\text{ot}} = 22$ °C e $T_{\text{max}} = 34$ °C (SILVA et al., 2000). A soma térmica acumulada (STa, °C dia) a partir do transplante foi calculada acumulando-se GDD, ou seja $STa = \text{GDD}$.

Foi determinada a temperatura média, mínima e máxima diária e a temperatura média diurna e noturna (a partir do nascer e pôr do sol) durante o desenvolvimento da cultura do tomateiro, nas duas épocas de cultivo. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias analisadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

2.5 Resultados e Discussão

Durante a realização dos experimentos, nas duas épocas de cultivo, observa-se que a temperatura ficou dentro da faixa tolerável para o desenvolvimento da cultura (Tabela 1), que segundo Alvarenga (2004) é de 10 a 35 °C. Porém, registraram-se temperaturas abaixo do tolerável para a cultura durante a fase de produção das mudas (fase I) e crescimento vegetativo (fase II), na primeira época de cultivo e na fase de florescimento e início da frutificação (fase III) e maturação dos frutos (fase IV) para a segunda época de cultivo.

Durante o período de formação das mudas (fase I), observa-se que nas duas épocas de cultivo a temperatura média ficou dentro da faixa recomendada para a cultura, que varia de 16 a 29 °C (FILGUEIRA, 2008; SILVA, 2007). Porém, no verão-outono as temperaturas médias (máxima, mínima e média), foram mais elevadas em comparação com a primavera-verão.

Tabela 1. Média da temperatura do ar registrada durante as épocas primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Épocas | Primavera-verão | | | Verão-outono | | |
|--------|-----------------|------|------|--------------|------|------|
| | Tmax | Tmed | Tmin | Tmax | Tmed | Tmin |
| Fases |°C..... | | | | | |
| I | 29,8 | 18,5 | 4,2 | 33,8 | 23,7 | 16,2 |
| II | 33,5 | 19,5 | 2,3 | 35,2 | 22,0 | 11,4 |
| III | 34,0 | 22,2 | 13,1 | 31,2 | 19,3 | 6,0 |
| IV | 34,3 | 23,9 | 14,5 | 29,0 | 17,0 | 4,6 |
| Média | 32,9 | 21,0 | 8,5 | 32,3 | 20,5 | 9,6 |

Fases: I: semeadura até transplante; II: transplante até 70-80% desenvolvimento vegetativo; III: início do florescimento até início da colheita; IV: início até fim da colheita.

Analisando o período de crescimento vegetativo (fase II) observa-se que, na primavera-verão, a temperatura média se manteve abaixo dos 20 °C. No verão-outono observa-se que a temperatura média ficou dentro da faixa ideal. De acordo com Filgueira (2008), a temperatura ideal para a fase de crescimento vegetativo é de 20 a 24 °C.

Durante o estágio de florescimento e início da frutificação (fase III) observa-se que em ambas as épocas de cultivo a temperatura média ficou dentro da faixa recomendada para a cultura, que segundo Filgueira (2008) e Silva (2007) é de 18 a 24 °C. Porém, observa-se no verão-outono a ocorrência de temperaturas mais baixas, ficando a mínima abaixo do tolerável para a cultura, que segundo Alvarenga (2004) é 10 °C.

A faixa de temperatura ideal para o período de maturação dos frutos (fase IV) é de 20 a 24 °C (FILGUEIRA, 2008; SILVA, 2007) e, avaliando este fase observa-se que na primavera-verão a temperatura média permaneceu dentro do recomendado para a cultura, no entanto, no verão-outono a temperatura ficou abaixo do recomendado.

O tomateiro é um vegetal de clima quente e demanda uma longa estação de crescimento, sendo que a velocidade de seu crescimento e desenvolvimento está estreitamente relacionada à temperatura do ar (SELINA; BLEDSOE, 2002). Em condições de temperatura do ar acima de 35 °C ocorre maior abortamento de flores, redução da taxa fotossintética e da fixação dos frutos, além de maior ocorrência de distúrbios fisiológicos (ALVARENGA, 2004). Porém, quando exposto a baixas temperaturas, o tomateiro tem seu desempenho afetado quanto ao crescimento e desenvolvimento, ocorrendo encurtamento dos entrenós, diminuição do porte da planta, inibição da formação dos frutos e, conseqüentemente, colheita tardia (FILGUEIRA, 2008).

A temperatura tem grande influência na distribuição dos fotoassimilados. Durante a fase de crescimento vegetativo, temperaturas altas, em torno de 25 °C favorecem o

crescimento foliar e a expansão do ápice, enquanto que temperaturas baixas, em torno de 15 °C ocorre o contrário (CALVERT, 1966). As altas temperaturas, 26 °C a 30 °C, durante a frutificação provocam queda de flor e limitam o sucesso na produção. Na fase de diferenciação floral, a ocorrência de temperaturas baixas, são determinantes para a futura produção prematura e total, devido à sua incidência na fenologia e morfologia floral.

A temperatura do ar é um fator determinante nas mudanças das fases de desenvolvimento das plantas, sendo que para diversas espécies de interesse agrícola, a temperatura do ar é o principal elemento do ambiente condicionante do desenvolvimento, interferindo tanto na emissão de folhas quanto na mudança das fases fenológicas (HERMES et al., 2001).

A radiação solar global incidente, observada oscilou entre o valor máximo de 32,4 MJ m⁻² dia⁻¹, mínimo de 0,14 MJ m⁻² dia⁻¹ e com média de 17,6 MJ m⁻² dia⁻¹ para a primeira época e, 31,5 MJ m⁻² dia⁻¹ máximo, mínimo de 1,35 MJ m⁻² dia⁻¹, e 17,5 MJ m⁻² dia⁻¹ de média para a segunda época de cultivo. Nas duas épocas de cultivo observam-se valores acima e abaixo do nível trófico para a cultura (Figura 1).

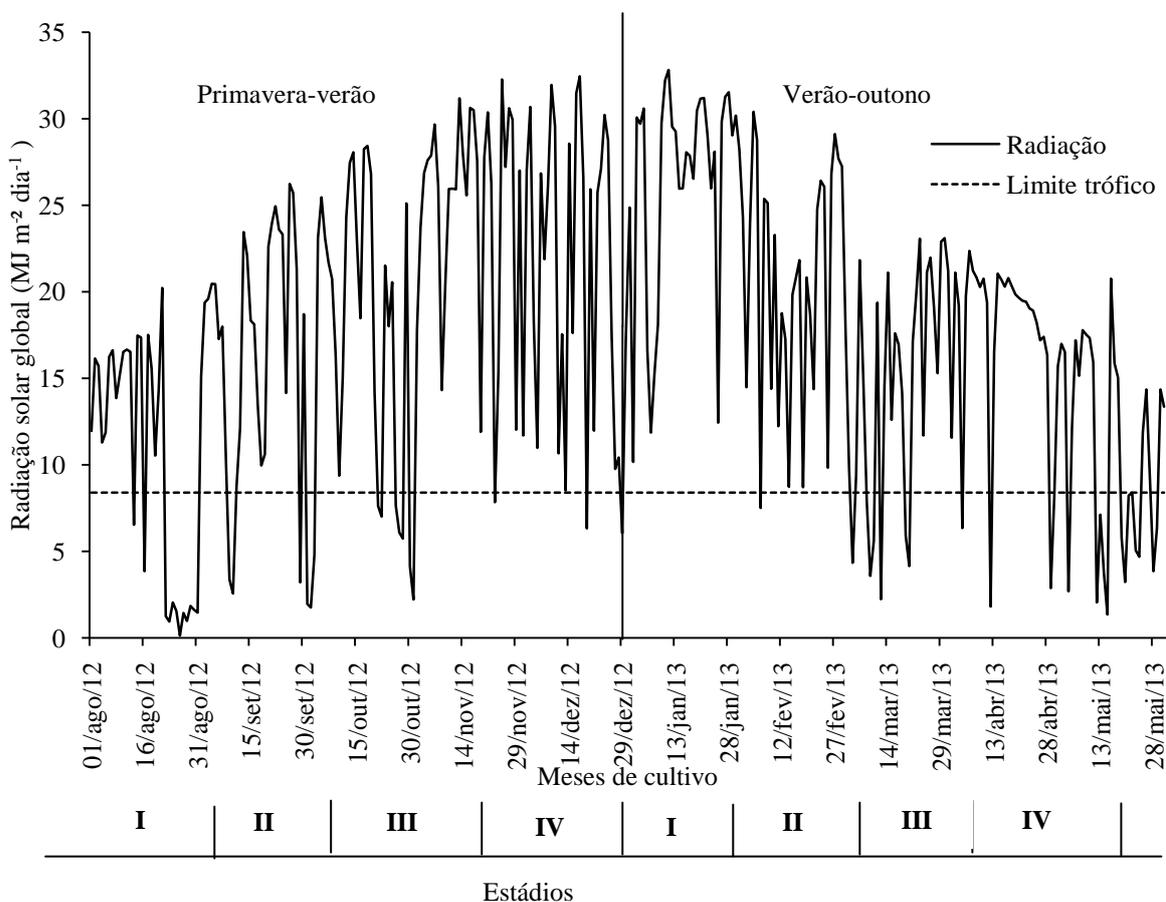


Figura 1. Média da radiação solar global registrada durante as épocas de primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

Na época primavera-verão a radiação foi menor no início do ciclo, aumentando no decorrer do mesmo, sendo que os valores mais elevados foram encontrados durante o estágio de maturação dos frutos. No cultivo de verão-outono observa-se tendência oposta onde, a radiação é mais elevada no início do ciclo, com decréscimo decorrer do mesmo. Verifica-se que nos estádios de formação das mudas e crescimento vegetativo na época primavera-verão, e estádios de florescimento, frutificação e maturação dos frutos na época verão-outono, a radiação solar permaneceu por vários dias abaixo do limite trófico para a cultura. Segundo Andriolo (2000), para essa espécie, o nível de radiação solar que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção é de aproximadamente $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

A radiação é um elemento primordial nos cultivos agrícolas. O desenvolvimento do tomateiro está diretamente relacionado à eficiência com que a planta utiliza a radiação solar, por meio do processo de fotossíntese. Sendo assim, a radiação solar influencia o desenvolvimento da planta como um todo, desde o tempo de floração com efeitos sobre a iniciação da inflorescência e o ritmo de desenvolvimento das flores até o crescimento do sistema caulinar no verão (AGEITEC, 2014).

Nos períodos em que a radiação permaneceu abaixo do nível trófico, a planta não recebeu a quantidade de energia suficiente para produzir fotoassimilados para seu crescimento, somente sendo capaz de realizar a manutenção do seu metabolismo. Segundo Hoogenboom (2000), a radiação solar e a temperatura são as variáveis climáticas que mais afetam o crescimento, desenvolvimento e a produtividade do tomateiro.

A umidade relativa do ar, durante as duas épocas de cultivo permaneceu na faixa de 63% a 80%. A média para o cultivo de primavera-verão foi de 71% e para o cultivo de verão-outono de 76%. De acordo com Guimarães et al. (2007), a faixa de umidade relativa do ar diária mais indicada para esta cultura varia de 50 a 70%.

De acordo com a análise estatística, houve diferença significativa quanto à interação época x híbrido x fase. Os dados referentes à soma térmica acumulada em cada fase fenológica dos dois híbridos de tomateiro italiano, cultivados na época primavera-verão e verão-outono, são apresentados na Tabela 2.

Para completarem cada fase fenológica do ciclo da cultura, as plantas requerem o acúmulo de certa quantidade de calor, expressa comumente pelo índice de graus dia, que representa a soma térmica acima da temperatura base mínima para o desenvolvimento. O conceito de graus-dia assume que existe temperatura base, abaixo da qual o crescimento e o

desenvolvimento da planta são interrompidos ou extremamente reduzidos (BRUNINI et al., 1976).

Com relação à soma térmica acumulada na fase de formação das mudas (fase I), que compreende período da semeadura ao transplante das mudas, observa-se os híbridos não apresentaram diferença no acúmulo térmico dentro da mesma época, sendo que no verão-outono o acúmulo foi maior para ambos os híbridos (Tabela 2).

Tabela 2. Soma térmica acumulada em cada fase fenológica de dois híbridos de tomateiro italiano em sistema convencional, na época primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Épocas | Primavera-verão | | Verão-outono | |
|----------|----------------------|-----------|--------------|-----------|
| | Netuno | San Vito | Netuno | San Vito |
| Híbridos |Graus Dias..... | | | |
| Fases |Graus Dias..... | | | |
| I | 350,3 aB* | 350,3 aB | 405,9 aA | 405,9 aA |
| II | 326,6 aB | 288,9 bB | 503,0 aA | 436,0 bA |
| III | 387,5 bA | 452,9 aA | 277,4 bB | 379,3 aB |
| IV | 654,8 aA | 573,5 bA | 319,0 aB | 236,6 bB |
| Total** | 1749,4 aA | 1717,5 bA | 1534,6 aB | 1495,2 bB |
| CV(%) | 8,0 | | | |

* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha não difere os híbridos na mesma época e maiúscula na linha, não diferem o híbrido nas épocas distintas pelo teste de Tukey a 5% de significância. **total: da semeadura ao final da colheita. Estádios: I: semeadura até transplante; II: transplante até 70-80% desenvolvimento vegetativo; III: início do florescimento até início da colheita; IV: início até fim da colheita.

Na primavera-verão, na fase I, o acúmulo térmico foi menor em função da ocorrência de temperaturas mais baixas associadas à menor disponibilidade de radiação solar global, que chegou a ser inferior ao limite trófico para a cultura. Enquanto que no verão-outono, a temperatura do ar foi mais elevada, o que foi responsável pelo maior acúmulo térmico. A temperatura atua sobre a velocidade de absorção de água e nutrientes e nas reações bioquímicas que determinam todo o processo, afetando a velocidade, a uniformidade e a germinação total, obtendo-se maior porcentagem de germinação em menor espaço de tempo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), isso acompanhado do aumento da radiação solar, que eleva a produção de fotoassimilados e sua disponibilidade para o crescimento da planta.

Palaretti et al. (2012) avaliando a soma térmica no desenvolvimento dos estádios do tomateiro cv. Sheila encontraram 220 graus dias durante a fase de semeadura e transplante das mudas. Estes dados são inferiores aos encontrados neste estudo para as duas épocas em que os híbridos foram cultivados.

Na fase de crescimento vegetativo (fase II), que compreende o período do transplante ao desenvolvimento vegetativo, observa-se que no verão-outono o acúmulo de soma térmica foi maior para ambos os híbridos, sendo que o híbrido Netuno apresentou maior acúmulo térmico que o San Vito em ambas as épocas de cultivo (Tabela 2). O maior acúmulo térmico para o híbrido Netuno, nas duas épocas de cultivo, pode ter ocorrido em função de uma maior sensibilidade deste em relação à ocorrência de baixas temperaturas.

O menor acúmulo térmico na fase II, para a primavera-verão, se justifica pela ocorrência de picos de temperatura abaixo da temperatura base para a cultura, pois estas foram limitantes para o crescimento vegetativo das plantas, devido à queda na velocidade das reações enzimáticas das plantas reduzindo, conseqüentemente, o crescimento e o desenvolvimento das mesmas. Conforme Caliman et al. (2005), o menor crescimento vegetativo das plantas causam aumento no ciclo total da cultura e maior exigência térmica para completar o ciclo final.

De acordo com Alvarenga (2000), em condições de temperatura abaixo de 10 °C por longos períodos, o desenvolvimento da cultura pode ser prejudicado, havendo uma diminuição na taxa de crescimento, aumentando assim o ciclo da cultura. Palaretti et al. (2012) avaliando a soma térmica no desenvolvimento dos estádios do tomateiro cv. Sheila encontraram 118 graus dias durante a fase de crescimento vegetativo. Estes dados são bem inferiores aos encontrados neste estudo para as duas épocas em que os híbridos foram cultivados.

Porém, durante a fase de florescimento e início da frutificação (fase III), que compreende o período do início do florescimento ao início da colheita, observa-se que os dados se invertem, verifica-se maior acúmulo térmico na época primavera-verão para ambos os híbridos, sendo que o híbrido San Vito apresentou maior acúmulo nas duas épocas de cultivo. A ocorrência da redução na disponibilidade de radiação solar, associadas às baixas temperaturas ocorridas durante este estágio na época verão-outono, ficando abaixo da temperatura base para a cultura do tomateiro, induziu a planta a entrar na fase de florescimento, como um mecanismo de resposta, antecipando a frutificação para ambos os híbridos, de maneira a alterar seu ciclo de acordo com as condições térmicas da época de cultivo (DE FINA; RAVELLO, 1972).

A floração do tomateiro constitui-se em um processo complexo, no qual a iniciação da inflorescência, o número de flores formadas e a velocidade de crescimento e desenvolvimento das flores são afetados por inúmeros fatores, entre os quais, as condições ambientais e nutritivas, principalmente aquelas relacionadas com a temperatura do ar.

A temperatura da planta é basicamente a mesma do ambiente que a envolve. Devido a esse sincronismo, flutuações periódicas influenciam nos processos metabólicos que ocorrem no interior da planta. Nos momentos em que a temperatura é mais elevada, o processo metabólico é mais acelerado e, nos períodos mais frios, o metabolismo tende a diminuir. Abaixo de 10 °C, por períodos longos, o crescimento da planta é quase nulo e, sob temperaturas acima de 35 °C, também por períodos longos, a produção decresce, em razão do consumo dos produtos metabólicos elaborados durante o dia (EMBRAPA, 2008). Elevada temperatura e intensidade luminosa, são fatores determinantes nas alterações de desempenho do tomateiro, pois são os elementos que mais interferem nas flutuações do florescimento.

Palaretti et al. (2012) avaliando a soma térmica no desenvolvimento dos estádios do tomateiro cv. Sheila encontraram 602 graus dias durante a fase de florescimento e frutificação. Estes dados são superiores aos encontrados neste estudo para as duas épocas em que os híbridos foram cultivados.

Analisando a fase de maturação dos frutos (fase IV), que compreende o período do início ao fim da colheita, observa-se que na primavera-verão o acúmulo térmico foi maior para ambos os híbridos, sendo que o híbrido Netuno apresentou maior acúmulo nas duas épocas. Essa diferença no acúmulo térmico para esta fase pode ser atribuída a uma menor suscetibilidade do híbrido Netuno perante as oscilações de temperatura, com menor efeito negativo na maturação dos frutos, não interferindo na duração desta fase.

No verão-outono, segunda época de cultivo, ocorreu redução no acúmulo térmico para o período produtivo influenciado pela menor disponibilidade de radiação solar acompanhada da ocorrência de baixa temperatura e, conseqüentemente, maturação mais concentrada, pois quando submetidas a estresse, as plantas tendem a reduzir o ciclo. Porém, em condições de temperatura elevadas, ocorre aumento da taxa transpiratória da planta, resultando em fechamento estomático e diminuição da fotossíntese e, conseqüentemente, maior acúmulo térmico necessário para a fase de maturação dos frutos (ANDRIOLO, 2000).

Palaretti et al. (2012) avaliando a soma térmica no desenvolvimento dos estádios do tomateiro cv. Sheila encontraram 609 graus dias durante a fase de produção dos frutos. Estes dados são bem inferiores aos encontrados neste estudo para ambos os híbridos cultivados no verão-outono e semelhantes aos encontrados para os híbridos cultivados na primavera-verão.

Verificou-se que o híbrido Netuno foi mais precoce que o San Vito nas duas épocas de cultivo, necessitando de menor acúmulo térmico para completar a fase de maturação dos frutos, assim, apresentando florescimento antecipado e maior período produtivo. Além de inúmeras características genéticas semelhantes de cada híbrido, apresentando necessidades

térmicas específicas para cada fase fenológica, a precocidade é influenciada pelas condições meteorológicas. No verão-outono, a redução na disponibilidade de radiação solar, associadas às baixas temperaturas ocorridas, levaram à indução da planta ao florescimento, como um mecanismo de resposta, antecipando a frutificação para ambos os híbridos, de maneira a alterar seu ciclo de acordo com as condições da época de cultivo, apresentando menor acúmulo térmico.

Com relação ao ciclo total, observa-se que na primavera-verão as plantas de tomateiro de ambos os híbridos necessitaram de maior acúmulo térmico para completar seu ciclo, sendo que em ambas as épocas o híbrido Netuno necessitou de maior acúmulo térmico (Tabela 2). Nesta época as condições meteorológicas foram mais adequadas ao desenvolvimento da cultura, assim os híbridos apresentaram seu máximo desempenho. Enquanto que no verão-outono, a ocorrência de temperaturas mais baixas associadas à redução na disponibilidade de radiação solar global, a partir da fase de florescimento, levando as plantas a adaptar seu aparato fotossintético de maneira a alterar seu ciclo fenológico de acordo com as condições disponíveis, conseqüentemente necessitando de menor necessidade térmica para completar seu ciclo fenológico.

Palaretti et al. (2012) avaliando a soma térmica no desenvolvimento dos estádios do tomateiro cv. Sheila encontraram acúmulo térmico de 1548 graus dias para o ciclo total da cultura. Estes dados são semelhantes aos encontrados neste estudo para a época verão-outono e inferiores aos encontrados na época primavera-verão.

Entre as fases fenológicas observa-se na época primavera-verão, que o maior acúmulo térmico ocorreu durante a fase de maturação dos frutos (fase IV) enquanto que no verão-outono o maior acúmulo térmico ocorreu durante a fase de crescimento vegetativo (fase II). Na primavera-verão ambos os híbridos apresentaram maior período produtivo, conseqüentemente maior acúmulo térmico necessário para as plantas completarem a fase de maturação dos frutos, enquanto que no verão-outono o maior acúmulo térmico ocorreu na fase II, devido à temperatura do ar ser mais adequada para o desenvolvimento da cultura, e após esta fase a ocorrência de temperatura mais amenas levaram a diminuição no acúmulo térmico e conseqüentemente redução no acúmulo total.

O conhecimento sobre o desenvolvimento e a fenologia das espécies cultivadas permite planejar o cultivo dentro das épocas ideais, contribuindo na expressão do potencial de espécies vegetais (FAYAD et al., 2001). A partir dos dados, podem-se ampliar os conhecimentos a respeito da biologia e do crescimento da planta (TAIZ; ZAIGER, 2013).

2.6 Conclusão

O ciclo da cultura, do transplante até a colheita, na primeira época de cultivo foi de 117 e 121 dias para o híbrido San Vito e Netuno, respectivamente. Na segunda época de cultivo o ciclo foi de 104 e 111 dias para o híbrido San Vito e Netuno, respectivamente.

Da semeadura até a colheita final os híbridos Netuno e San Vito necessitaram de 1749,4 e 1717,5 graus dias na primavera-verão e de 1534,6 e 1495,2 graus dias no verão-outono, respectivamente.

O híbrido Netuno foi mais precoce e com maior período produtivo quando comparado ao San Vito nas duas épocas de cultivo.

Entre as fases fenológicas na época primavera-verão, o maior acúmulo térmico ocorreu durante a fase de maturação dos frutos (fase IV) enquanto que no verão-outono o maior acúmulo térmico ocorreu durante a fase de crescimento vegetativo (fase II).

Na primavera-verão, as principais limitações foram as baixas temperaturas na fase de crescimento vegetativo, enquanto que no cultivo de verão-outono foi à ocorrência de temperaturas baixas e decréscimo da radiação solar global, nas fases de florescimento, frutificação e maturação dos frutos.

2.7 Referências Bibliográficas

ABCSEM. **Associação Brasileira do comércio de sementes e mudas**. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/>. Acesso em: 27/12/2013.

AGEITEC. Agência Embrapa de Informações tecnológicas. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 25/01/2014.

ALVARENGA, M.A.R. **Cultura do tomateiro**. Lavras: UFLA, 91p. 2000.

ALVARENGA, M.A.R. **Produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 400p, 2004.

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.26-33, suplemento, 2000.

ARAÚJO, J.P.B. **Aplicação de fungicida via irrigação por gotejamento na cultura do tomateiro em ambiente protegido**. Botucatu, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, 2001.

BECKMANN, M.Z.; PAULA, V.A.; DUARTE, G.R.B.; SCHUCK, M.R.; MENDES, M.E.G. Influência da temperatura no cultivo do tomateiro sob adubação orgânica em ambiente protegido na época verão-outono em Pelotas-RS. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, jul. 2004.

BECKMANN, M.Z. et al. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.86-92, jan-fev, 2006.

BLUESEEDS/EAGLE. **Eagle sementes**. Disponível em: <http://www.bluseeds.com.br/>. Acesso em: 20/11/2013.

BRUNINI, O.; LISBÃO, R. S.; BERNARDI, J. B. Temperatura – base para a alface “White Boston”, em um sistema de unidade térmicas. **Bragantia**, Campinas, v.35, p.214-219, 1976.

CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; STRINGHETA, P.C.; MOREIRA, G.R.; CARDOSO, A.A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.255-259, 2005.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP. 2000. 588p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-CQFSRS/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/Núcleo Regional Sul, 2004.

CHIUMARELLI, M; FERREIRA, M.D. Qualidade pós-colheita de tomates ‘Débora’ com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.4, n.3, p.132-136, 2006.

CRUZ, J. C et al. **Cultivo do Milho: manejo da cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2. 4ª edição. 2008. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_4ed/manejomilho.htm. Acesso em: 13/03/2014.

DE FINA, A. L., RAVELLO, A. C. **Climatologia y Fenología Agrícolas**. Buenos Aires: EUDEBA, 1972, 281p.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

EMBRAPA. **Cultivo de tomate para industrialização**. Embrapa Hortaliças, Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, DF. Sistema de Produção, jan/2003.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Tomate San Vito**. Brasília/Julho 2003 Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/sanvito.htm>. Acesso em: 04/03/2014

EMBRAPA. **Embrapa Hortaliças - Cultivo de tomate para industrialização**. Sistemas de Produção, 2ª Edição, ISSN xxxx-xxxx Versão Eletrônica. Dez./2006

EMBRAPA. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sistemas de Produção, ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 4ª edição. Set./2008

ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.3, n.1, p.39-45, 1991.

FAYAD, J.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, L.F.; FERREIRA, F.A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.19, 3: 232-237, 2001.

FAO. **Protected cultivation in the Mediterranean climate**. Roma: FAO, 1990. 313p. (Plant Production and Protection Paper, 90), 1990.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em 28 de Fevereiro de 2013. (2013)

FERRARI, A.A. et al. Chemical composition of tomato seeds affected by conventional and organic production systems. **Journal of Radio analytical and Nuclear Chemistry**, v. 278, n. 2, p. 399-402, 2008.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2007. 421 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: UFV. 421p. 2008.

GRANGE, R.I., HAND, D.W. A review of the effects of atmospheric humidity on the growth of horticultural crops. **J. Hort. Sci.**62, 125±134, 1987.

GUIMARÃES, M.A.; CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; FLORES, M.P; ELSAYED, A.Y.A.M. Exigências climáticas da cultura do tomateiro. In: SILVA, D.J.H.; VALE, F.X. R (ed). **Tomate: Tecnologia de produção**. 2007, p.85-99p.

HERMES, C. C.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CARON, B.; POMMER, S. F.; BIANCHI, C. Emissão de folhas de alface em função da soma térmica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 269-275, mar, 2001.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.103, n. ½, p.137-157, 2000.

ISLA. **Isla Sementes**. Disponível em: www.isla.com.br. Acesso em: 20/11/2013.

KALUNGU, J.W. **Respostas do tomateiro a diferentes lâminas de irrigação, doses de potássio e cobertura do solo em ambiente protegido**. 2008. 80p. Dissertação de mestrado – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Piracicaba, 2008.

KOPPEN, W. **Climatologia**: conun Estudio de los Climas de La Tierra. Fondo de Cultura Economica, México, 466p, 1948.

LUZ, F.J. F.; SABOYA, R. C.C; PEREIRA, P.R.V. das. **O cultivo do tomate em Roraima**. Embrapa Roraima, Boa Vista, 2002, 29p.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI MG. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1: 331-350, 1986.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, H.R. da; SILVA, W.L.C. **Irrigação do tomateiro para processamento**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. 24 p.

NEITZKE, R.S.; BUTTOW, M.V. Tomate: presente dos astecas para a gastronomia mundial. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. (Coord.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 35, p. 803-818.2008.

PALARETTI, L.F et al. Soma térmica para o desenvolvimento dos estádios do tomateiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.6, nº 3, p. 240 - 246, 2012.

PERIN, L. et al. **Alta densidade de plantio e limitação do número de cachos florais para a cultura do tomateiro cereja em cultivo de outono**. XXII Congresso de iniciação científica da Universidade Federal de Pelotas. 2013.

SELINA, P.; BLEDSOE, M.E. **Greenhouse/hothouse hydroponic tomato timeline**. Liverpool: Village Faarms, 2002.8p.

SILVA, J.B.C. et al. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

SILVA, S.C.; NASCIMENTO, D.J. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 121-138, 2007.

STRECK, N.A. et al. Estimativa do plastocrono em meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1275-1280, 2005a.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 5ªed. 719p.

3 ARTIGO II

EFEITO DAS APLICAÇÕES DE CÁLCIO E BORO NA PRODUTIVIDADE E INCIDÊNCIA DE PODRIDÃO APICAL EM TOMATEIRO ITALIANO CULTIVADO A CAMPO

3.1 Resumo

Com o objetivo de estudar os efeitos das aplicações de cálcio via foliar e de boro via solo na produção e ocorrência de podridão apical em híbridos de tomateiro, cultivado à campo, conduziram-se dois experimentos na área experimental pertencente à Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen, nos anos 2012 e 2013. O delineamento experimental foi blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x3x3, com dois híbridos, duas épocas de cultivo, três doses de boro, três frequências de aplicação de cálcio e quatro repetições. Foram utilizados os híbridos San Vito e Netuno, com frutos tipo italiano, sendo suscetível e tolerante a podridão apical, respectivamente. O cultivo foi realizado nas épocas de primavera-verão e verão-outono, as três doses de boro aplicadas foram 0, 2 e 4 g cova⁻¹ e as três frequências de aplicação de CaCl₂ a 0,6% foram ausência de aplicação, aplicação semanal e quinzenal. O transplante das mudas foi realizado no dia 04 de setembro de 2012 para a época primavera-verão e no dia 26 de janeiro para o verão-outono. Para avaliar os tratamentos quantificou-se o desempenho agrônomo e a incidência de podridão apical. O híbrido Netuno apresentou maior produtividade. A época primavera-verão é mais recomendada para cultivo de tomateiro, pois apresenta melhores condições meteorológicas para desenvolvimento da cultura. A época verão-outono é período de entressafra, apresentando redução na produtividade, porém pode ser recomendado como período alternativo, pois apresentou valores próximos a média do Rio Grande do Sul. A frequência de aplicação quinzenal de CaCl₂ a 0,6% constitui-se na melhor opção no sentido de conciliar maior produtividade e menor número de frutos com incidência de podridão apical. A aplicação do boro interferiu no número de frutos por planta, aumentando-os com o incremento da dose.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*. Adubação. Rendimento. Híbridos. Épocas de cultivo.

3.2 Abstract

In order to study the effects of foliar application of calcium and boron in the soil in the production and occurrence of blossom-end rot in tomato hybrids grown in the field were conducted two experiments in the experimental area belongs to the Universidade Federal of Santa Maria, Frederico Westphalen campus, in the years 2012 and 2013. Experimental design was randomized blocks, factorial 2x2x3x3, with two hybrids, two cropping seasons, three doses of boron, the three frequencies of application of calcium and four replications. Hybrid San Vito and Netuno were used, with fruit Italian type, being susceptible to blossom end rot and tolerant, respectively. The cultivation was carried out in times of spring- summer and summer-autumn, the three boron doses applied were 0, 2 and 4 g hole⁻¹ and the three frequencies of application of CaCl₂ to 0.6 % were lack of application, application weekly and fortnightly. The transplanting was held on September 4, 2012 for the spring-summer season and the 26th of January for the summer-autumn. To evaluate the treatments was quantified agronomic performance and incidence of blossom end rot. The hybrid Neptune showed higher productivity. The spring-summer season is more recommended for cultivation of tomato, because it has the best weather conditions for crop development. The summer-autumn season is the off-season, a reduction in productivity, but it can be recommended as an alternative period, it showed values close to the average of Rio Grande do Sul frequency biweekly application of CaCl₂ to 0.6 % constitutes the best option to reconcile increased productivity and fewer incidence of fruits with blossom end rot. The application of boron affect the number of fruits per plant, raising them with increasing dose.

Keywords: *Lycopersicon esculentum*. Fertilization. Yield. Hybrid. Planting dates.

3.3 Introdução

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) constitui a mais universal das hortaliças. Sendo cultivado nas mais diferentes latitudes geográficas do planeta em sistemas de cultivo ao ar livre e sob proteção, com e sem solo, e sob diferentes níveis de manejo cultural (SHIRAHIGE, 2009). Devido a sua facilidade e versatilidade de utilização, tornou-se a mais popular das hortaliças, consumido tanto *in natura* como processado (FERRARI, 2008).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de tomate de mesa, sendo o oitavo produtor mundial (FAO, 2013) e o primeiro da América Latina. Na safra agrícola de 2011 o Brasil cultivou uma área de aproximadamente 60 mil hectares com produtividade média de $62,4 \text{ t ha}^{-1}$, resultando em uma produção final de 3,75 milhões de t. (IBGE, 2012).

Por se tratar de uma cultura de ciclo relativamente curto e de altos rendimentos, a cultura do tomate tem boas perspectivas econômicas e a área cultivada vem aumentando a cada dia (SOUSA et al., 2011). Nos últimos dez anos, a produção brasileira de hortaliças aumentou em 33,9%, a área foi reduzida em 6,2%, a produtividade cresceu 42,7% e a disponibilidade per capita da produção aumentou em 8,3%. Da produção de hortaliças, 18,7% é representada pela cultura do tomate (VILELA; LUENGO, 2011).

Dentre os tomateiros existentes, encontram-se os do tipo italiano, também chamado de tomate saladete, que é um dos mais novos no mercado (FILGUEIRA, 2000; ALVARENGA, 2004). Este tipo de tomate têm mostrado tendência de expansão de cultivo nos últimos anos, porque seus frutos têm excelente qualidade gustativa e versatilidade de uso culinário, podendo ser consumido em salada, na confecção de molhos caseiros e na forma de tomate seco (SHIRAHIGE, 2009).

Vários fatores têm limitado uma maior produtividade do tomateiro, entre eles, os problemas nutricionais relacionado com o cálcio, como a podridão apical ou fundo preto, a qual tem provocado perdas consideráveis de frutos. O sintoma característico da deficiência de cálcio inicia-se com a flacidez dos tecidos da extremidade dos frutos, que evolui para uma necrose deprimida, seca e negra. O sintoma é conhecido como “podridão estilar” ou “fundo preto” (BRESOLIN et al., 2010).

Uma vez incorporado ao tecido celular, o cálcio é imóvel, por isso a necessidade de suprimento constante para atender ao crescimento do fruto. Devido a essa baixa translocação na planta, os sintomas de deficiência aparecem nos pontos de crescimento da parte aérea e das raízes e em frutos em desenvolvimento (MAGALHÃES, 1988). A podridão apical é mais tipicamente observada em frutos verdes, logo após atingirem a metade do seu tamanho. Na região apical aparece uma mancha encharcada, sem bordas definidas de cor marrom claro, que se torna escura e deprimida à medida que o fruto cresce, com menor frequência, pode ocorrer escurecimento interno do fruto (LOPES; ÁVILA, 2005; SANTOS et al., 2011).

As características genéticas da planta no que se refere à absorção e translocação de cálcio para os frutos, também interferem na ocorrência da podridão apical (GREENLEAF; ADAMS, 1969). Dessa forma, a escolha adequada de cultivares e/ou híbridos poderá reduzir a incidência de podridão apical. No caso específico do híbrido San Vito, ou mesmo em outras

cultivares do tipo italiano, a ocorrência de podridão apical pode ocorrer em maior frequência e, assim, atenção especial deve ser dada quanto à adubação e ao manejo da irrigação (GIORDANO et al., 2005). O cálcio aplicado via foliar é transportado no floema preferencialmente para tecidos novos, estando o movimento atrelado à atividade metabólica (VITTI et al., 2006; DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

A deficiência de boro, que devido às similaridades de funções que exerce com o cálcio na constituição da parede celular, tem sido estudado conjuntamente com este último elemento (SANTOS et al., 1990). Penalosa et al. (1987) citam que a deficiência de boro acarreta a diminuição do teor de cálcio na folha. Yamauchi et al. (1986) também verificaram que a deficiência de boro induziu a diminuição de cálcio na fração pectina da parede celular de folhas de tomate.

Malavolta et al. (1989), relatam que a deficiência de boro causa lesões escuras e rachaduras nos frutos, ocorrendo depreciação considerável na produtividade do tomateiro. 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). 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; FARIA, 2004).

Malavolta et al. (1989), consideram que o excesso ou deficiência de cálcio pode prejudicar a absorção de boro e vice-versa, então é de importância o equilíbrio entre os nutrientes da planta do tomateiro.

Com base no exposto acima o objetivo deste trabalho foi de avaliar os efeitos de três doses de boro via solo e três frequências de aplicação de cálcio via foliar sobre o desempenho agrônomico e a incidência de podridão apical em tomateiro tipo italiano cultivado em sistema convencional à campo, em duas épocas de cultivo.

3.4 Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos na área experimental pertencente à Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen, que tem como coordenadas geográficas: 27° 23' 48" de latitude sul, 53° 25' 45" de longitude oeste e altitude de 490m, no período compreendido entre agosto de 2012 a maio de 2013. Segundo Köppen (1948) o clima

é subtropical úmido, tipo Cfa, e o solo predominante na região é classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico típico (EMBRAPA, 1999).

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 3 \times 3$, com dois híbridos de tomateiro, duas épocas de cultivo, três doses de boro, três frequências de aplicação de cálcio e quatro repetições. Utilizaram-se os híbridos San Vito e Netuno, com hábito de crescimento indeterminado, pertencentes ao grupo Italiano, cultivados nas épocas primavera-verão e verão-outono. Foram aplicadas três doses de boro via solo (0, 2 e 4 g cova⁻¹) e três frequências de aplicação de cálcio via floral (sem, semanal e quinzenal). Em cada tratamento utilizou-se 4 plantas para a avaliação.

As doses de boro foram aplicadas no solo por ocasião do plantio das mudas, nas covas individuais. As aplicações de cloreto de cálcio 0,6% foram realizadas com pulverizador manual e tiveram início na antese, quando do aparecimento da primeira estrutura floral até o final da frutificação, não havendo mais a presença de flores nas plantas, com aplicação dirigida para as estruturas florais.

O preparo do solo para cultivo das plantas foi realizado no sistema convencional, com aração, gradagem e posterior formação dos camalhões de cultivo, com aproximadamente 20 cm de profundidade e em conjunto, foi realizada a aplicação da adubação de plantio. As adubações de plantio e cobertura foram realizadas segundo a análise de solo e a recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFSRS/SC, 2004). A análise de solo apresentou pH 6,1, argila de 64%, P 6,7 mg/L, K 239,5 mg/L, M.O 2,9%, CTC 11,3, Ca 5,7 cmolc/L e B 0,4 mg/L.

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno de 128 células, contendo substrato comercial e no sistema floating. O transplante ocorreu no dia 04 de setembro de 2012 para a primeira época e 26 de janeiro de 2013 para a segunda época, quando as mesmas apresentavam aproximadamente 5 folhas definitivas.

Os tomateiros foram conduzidos verticalmente, à campo, 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. Mantiveram-se sete inflorescências por haste, por meio da despona do ápice de cada planta. A irrigação da cultura foi realizada por gotejamento.

A amontoa foi realizada aos 20 dias após o transplante, em conjunto com a realização da primeira adubação de cobertura. Também foi realizado o desbrote dos brotos laterais, a cada dois dias, a retirada das folhas do baixeiro, com início pelas pencas que já haviam produzidos frutos. A aplicação da adubação de cobertura foi realizada a cada 10 dias, de acordo com a análise do solo e a recomendação para a cultura. O controle de plantas invasoras

e os tratamentos fitossanitários foram realizados conforme a necessidade e de acordo com as recomendações técnicas para a cultura.

Os dados meteorológicos referentes aos dois ciclos de cultivo foram coletados de uma estação automática do Instituto nacional de meteorologia (INMET), localizado a aproximadamente 200 m do experimento.

Para monitorar o crescimento das plantas, foi mensurada a altura das plantas a cada 15 dias, com avaliação final aos 60 dias após o transplante, período em que a maioria das plantas já haviam emitido o sétimo cacho floral. As avaliações foram realizadas com auxílio de régua graduada e fita métrica, com medições a partir da base. A primeira colheita se deu quando do aparecimento das primeiras manchas amarelas no fruto e foram realizadas diariamente.

Os frutos de cada parcela foram pesados e contados quanto ao número total, número não comercial e número de frutos com podridão apical. Para a avaliação do desempenho agrônômico dos híbridos foram analisados os seguintes critérios:

Massa fresca total dos frutos: Peso médio de todos os frutos colhidos.

Massa fresca total dos frutos comerciais: Peso médio de frutos comerciais colhidos.

Massa fresca total dos frutos não comerciais: Peso médio de frutos não comerciais.

Número de frutos totais por planta: Número de frutos totais (frutos comerciais + frutos não comerciais), colhidos ao longo de todo o ciclo.

Número de frutos comerciais: Número médio de frutos comerciais colhidos.

Número de frutos não comerciais: Número médio de frutos não comerciais colhidos (frutos com diâmetro menor que 40 mm e com defeitos graves e leves).

Número de frutos com podridão apical: Número médio de frutos com incidência de podridão apical, sintomas visuais.

Peso médio de frutos: Média do peso obtido em cada fruto de determinado híbrido.

Diâmetro médio de frutos: Média do diâmetro transversal obtido em cada fruto de determinado híbrido, medido com auxílio de paquímetro.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de F. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$) ou submetidas ao ajuste de modelos de regressão linear, conforme o caso.

3.5 Resultados e Discussão

Durante a realização dos experimentos, nas duas épocas de cultivo, observa-se que a temperatura ficou dentro da faixa tolerável para o desenvolvimento da cultura (Tabela 1), que segundo Alvarenga (2004) é de 10 a 35 °C. Porém, registraram-se temperaturas abaixo do tolerável para a cultura durante a fase de produção das mudas (fase I) e crescimento vegetativo (fase II), na primeira época de cultivo e na fase de florescimento e início da frutificação (fase III) e maturação dos frutos (fase IV) para a segunda época de cultivo.

Tabela 1. Média da temperatura do ar registrada durante as épocas de primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Épocas | Primavera-verão | | | Verão-outono | | |
|--------|-----------------|------|------|--------------|------|------|
| | Tmax | Tmed | Tmin | Tmax | Tmed | Tmin |
| Fases |°C..... | | | | | |
| I | 29,8 | 18,5 | 4,2 | 33,8 | 23,7 | 16,2 |
| II | 33,5 | 19,5 | 2,3 | 35,2 | 22,0 | 11,4 |
| III | 34,0 | 22,2 | 13,1 | 31,2 | 19,3 | 6,0 |
| IV | 34,3 | 23,9 | 14,5 | 29,0 | 17,0 | 4,6 |
| Média | 32,9 | 21,0 | 8,5 | 32,3 | 20,5 | 9,6 |

Fases: I: semeadura até transplante; II: transplante até 70-80% desenvolvimento vegetativo; III: início do florescimento até início da colheita; IV: início até fim da colheita.

Durante o período de formação das mudas (fase I), observa-se que nas duas épocas de cultivo a temperatura média ficou dentro da faixa recomendada para a cultura, que varia de 16 a 29 °C (FILGUEIRA, 2008; SILVA, 2007). Porém, no verão-outono as temperaturas médias (máxima, mínima e média), foram mais elevadas em comparação com a primavera-verão.

Analisando o período de crescimento vegetativo (fase II) observa-se que, na primavera-verão, a temperatura média se manteve abaixo dos 20 °C. No verão-outono observa-se que a temperatura média ficou dentro da faixa ideal. De acordo com Filgueira (2008), a temperatura ideal para a fase de crescimento vegetativo é de 20 a 24 °C.

Durante o estágio de florescimento e início da frutificação (fase III) observa-se que em ambas as épocas de cultivo a temperatura média ficou dentro da faixa recomendada para a cultura, que segundo Filgueira (2008) e Silva (2007) é de 18 a 24 °C. Porém, observa-se no verão-outono a ocorrência de temperaturas mais baixas, ficando a mínima abaixo do tolerável para a cultura, que segundo Alvarenga (2004) é 10 °C.

A faixa de temperatura ideal para o período de maturação dos frutos (fase IV) é de 20 a 24 °C (FILGUEIRA, 2008; SILVA, 2007) e, avaliando este fase observa-se que na

primavera-verão a temperatura média permaneceu dentro do recomendado para a cultura, no entanto, no verão-outono a temperatura ficou abaixo do recomendado.

O tomateiro é um vegetal de clima quente e demanda uma longa estação de crescimento, sendo que a velocidade de seu crescimento e desenvolvimento está estreitamente relacionada à temperatura do ar (SELINA; BLEDSOE, 2002). Nos momentos em que a temperatura é mais elevada, o processo metabólico é mais acelerado e, nos períodos mais frios, o metabolismo tende a diminuir (CRUZ et al., 2008).

Em condições de temperatura do ar acima de 35 °C ocorre maior abortamento de flores, redução da taxa fotossintética e da fixação dos frutos, além de maior ocorrência de distúrbios fisiológicos (ALVARENGA, 2004). Porém, quando exposto a baixas temperaturas, o tomateiro tem seu desempenho afetado quanto ao crescimento e desenvolvimento, ocorrendo encurtamento dos entrenós, diminuição do porte da planta, inibição da formação dos frutos e, conseqüentemente, colheita tardia (FILGUEIRA, 2008).

Na Figura 1 observa-se a variação da temperatura média diurno-noturna e a termoperiodicidade durante as duas épocas de cultivo, e verifica-se que as temperaturas médias noturnas foram inferiores as temperaturas médias diurnas nas diferentes fases fenológicas do tomateiro.

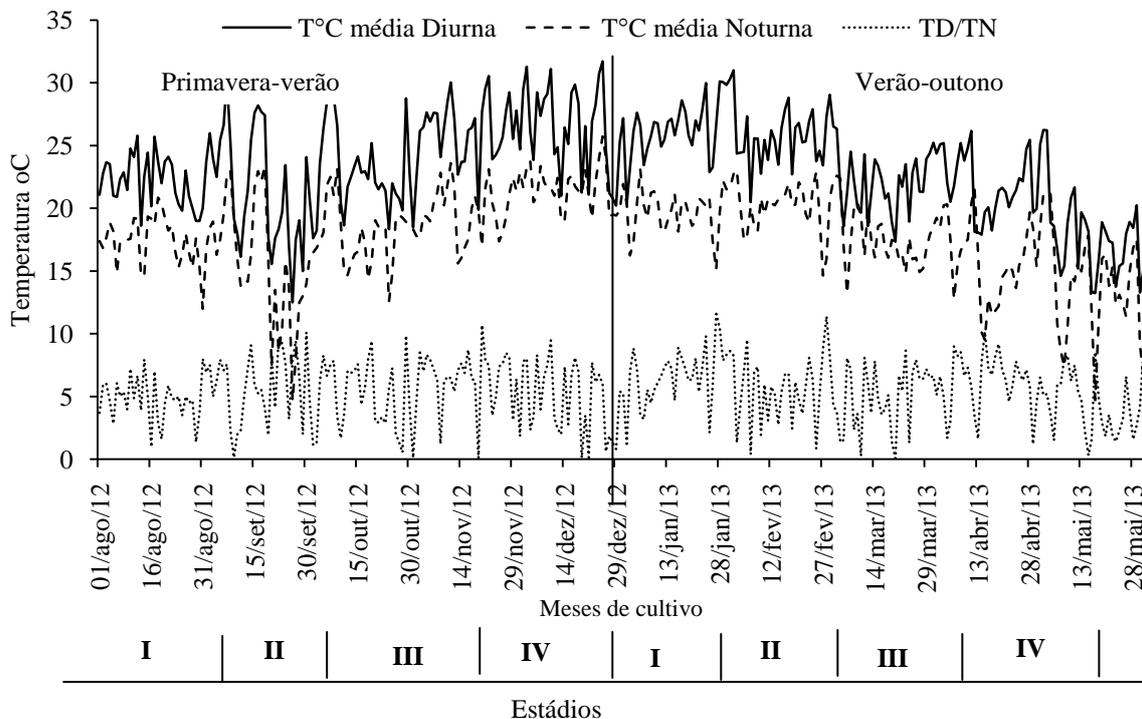


Figura 1. Média da temperatura média diurno-noturna e a termoperiodicidade registradas durante as épocas de primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

Na época de cultivo primavera-verão, a temperatura noturna apresentou uma variação média em relação à temperatura diurna de 5,63 °C. Para a época verão-outono, a média de variação foi de 6,68 °C, apresentando termoperiodicidade superior quando comparado com a primeira época de cultivo. Este diferencial de temperatura entre o dia e a noite favorece o desenvolvimento da cultura, pois o tomateiro é uma planta termoperiódica, se desenvolvendo melhor com temperaturas variáveis que constantes.

Porém observa-se que mesmo havendo diferencial entre temperatura diurna e noturna, a termoperiodicidade, na primeira época de cultivo, primavera-verão, ficou abaixo da indicada para a cultura do tomateiro. Filgueira (2008) recomenda uma amplitude de 6 a 8 °C. Segundo Gómez et al. (2000) a termoperiodicidade é importante para maximizar o crescimento e produção de frutos.

Observa-se que a diferença entre a temperatura diurna e noturna foi menor na época verão-outono, no final do estágio de maturação dos frutos, quando as temperaturas ficaram mais próximas, coincidindo com o final do outono, onde as temperaturas são mais baixas. Essa variação da temperatura noturna e diurna é importante, pois afeta a produção, reduzindo o estabelecimento e tamanho dos frutos devido a menor translocação dos fotoassimilados.

A radiação solar global incidente, observada a campo oscilou entre o valor máximo de 32,4 MJ m⁻² dia⁻¹ e mínimo de 0,14 MJ m⁻² dia⁻¹ e com média de 17,6 MJ m⁻² dia⁻¹ para a primeira época e, 31,5 MJ m⁻² dia⁻¹ máximo, mínimo de 1,35 MJ m⁻² dia⁻¹, e 17,5 MJ m⁻² dia⁻¹ de média para a segunda época de cultivo (Figura 2).

Na época primavera-verão a radiação foi menor no início do ciclo, aumentando no decorrer do mesmo, sendo que os valores mais elevados foram encontrados durante o estágio de maturação dos frutos. No cultivo de verão-outono, a radiação é mais elevada no início do ciclo, com decréscimo no decorrer do mesmo. Observa-se que nos estádios de formação das mudas e crescimento vegetativo, na época primavera-verão, e estádios de florescimento, frutificação e maturação dos frutos no verão-outono, a radiação solar foi inferior aos demais meses, permanecendo por vários dias abaixo do limite trófico para a cultura. Segundo Andriolo (2000), para esta espécie, o nível de radiação solar que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção é de aproximadamente 8,4 MJ. m⁻². dia⁻¹.

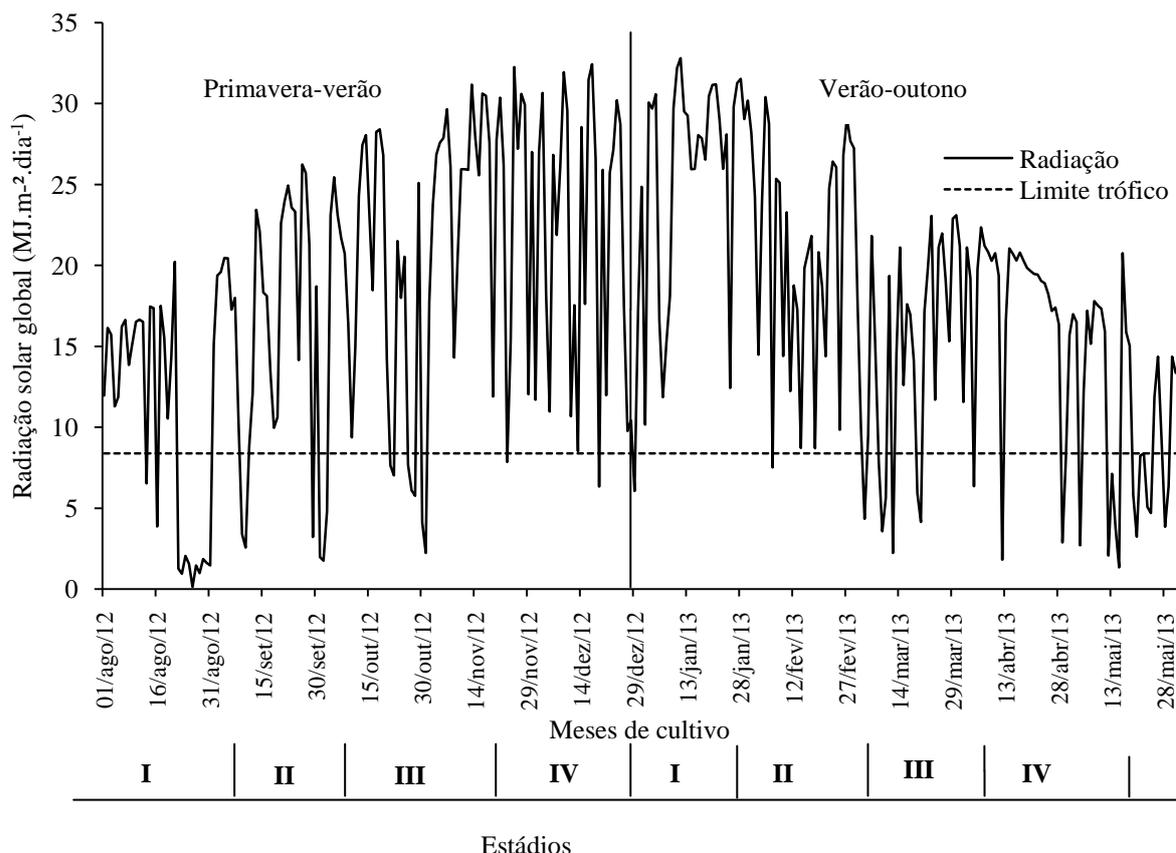


Figura 2. Média da radiação solar global registrada durante as épocas de primavera-verão (2012-2013) e verão-outono (2013). Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

Segundo Andriolo (2000), as plantas que estão em plena produção de frutos exigem níveis de radiação mais elevados do que plantas jovens no início de crescimento vegetativo. Porém, quando a radiação não é suficiente ocorre maior competição entre as partes vegetativas e os frutos pelos assimilados.

O tomateiro não se desenvolve adequadamente com níveis baixos de radiação solar, apresentando crescimento desordenado de seus órgãos (CREMENO, 1990). Com valores de radiação abaixo do limite trófico, a taxa de emissão e/ou fixação de frutos é reduzida intensamente, em função da diminuição da produção e alocação de assimilados para os frutos. Nos períodos em que a radiação permaneceu abaixo do nível trófico, a planta não recebeu a quantidade de energia suficiente para produzir fotoassimilados para o crescimento, somente sendo capaz de realizar a manutenção do seu sistema. A radiação solar e a temperatura são as variáveis meteorológicas que mais afetam o crescimento, desenvolvimento e produtividade do tomateiro (HOOGENBOOM, 2000).

A disponibilidade de radiação solar é um dos fatores que mais limitam o crescimento e desenvolvimento das plantas. Toda energia necessária para a realização da fotossíntese, é

proveniente da radiação solar (TAIZ; ZIEGER, 2013). A radiação solar determina as taxas e proporções da fotossíntese e respiração, sendo que a respiração aumenta conforme o incremento da taxa de crescimento.

A análise de variância demonstrou para a variável altura aos 15 dias após o transplante efeito significativo para os fatores época de cultivo e doses de boro. A variável altura aos 30 dias após o transplante apresentou efeito significativo somente para a época. Para a variável altura aos 45 dias após o transplante houve interação com época x boro e para a variável altura aos 60 dias após o transplante houve interação com híbrido x época e época x boro.

Na avaliação da altura das plantas aos 15, 30, 45 e 60 dias após transplante em função das épocas de cultivo, observa-se que as plantas apresentaram a mesma tendência de altura em função da época de cultivo. Assim, observa-se que houve aumento lento da altura até próximo aos 15 dias após transplante com posterior crescimento acelerado. Após o transplante as plantas precisam de um período para que o sistema radicular possa se desenvolver e se estabelecer ao novo sistema, com isso o crescimento inicial das plantas torna-se lento (Figura 3).

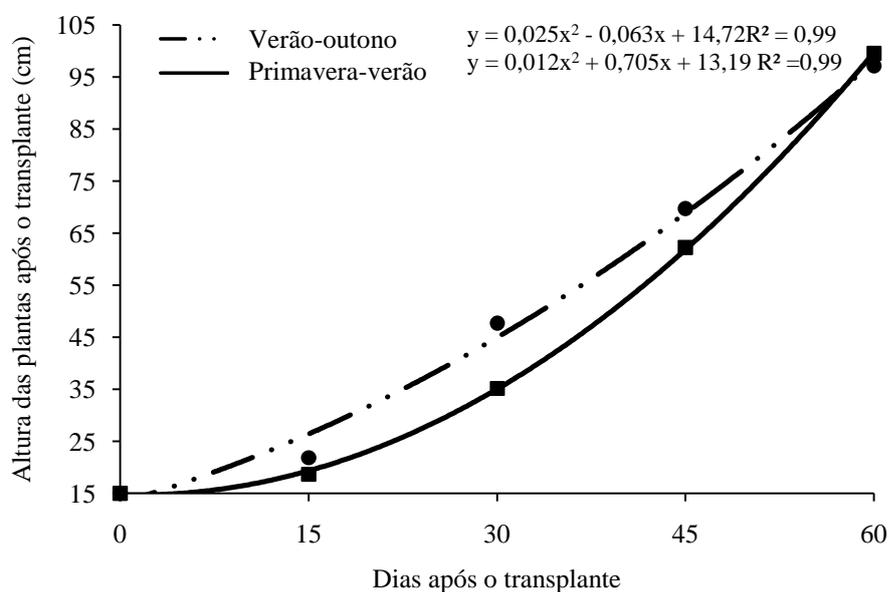


Figura 3. Média da altura de plantas de híbridos de tomateiro tipo italiano aos 15, 30, 45 e 60 dias após transplante em duas épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

Dos 15 aos 60 dias após o transplante pode-se observar crescimento mais acelerado, sendo que houve um maior aumento na altura das plantas cultivadas no verão-outono. Nesta época, a temperatura e a radiação permaneceram dentro do recomendado para a cultura,

proporcionando melhores condições para crescimento, enquanto que na primavera-verão, principalmente no início do estágio de crescimento vegetativo, as temperaturas foram mais amenas, ficando por seis dias abaixo do limite inferior para a cultura do tomateiro, diminuindo metabolismo e afetando a altura das plantas.

Aos 56 dias após o transplante pode-se verificar que as plantas apresentaram a mesma altura em ambas às épocas de cultivo, com 89,3cm. Aos 60 dias após o transplante, momento em que foi realizada a poda apical das plantas, deixando-as com sete cachos por planta, as plantas apresentaram altura semelhante: 99,5cm e 97,1cm para as épocas primavera-verão e verão-outono, respectivamente.

Para as variáveis número total de frutos na planta, massa fresca dos frutos e produtividade a análise de variância revelou interação entre os fatores híbridos x boro e híbridos x cálcio. A variável diâmetro médio apresentou efeito significativo para os fatores simples híbridos e cálcio. Para as variáveis número de frutos comerciais e massa fresca dos frutos comerciais houve interação com época x cálcio e boro x cálcio. Para a variável peso médio dos frutos houve interação para os fatores época x cálcio. Para as variáveis número de frutos não comerciais, massa fresca dos frutos não comerciais e frutos com podridão apical a análise de variância revelou interação entre os fatores época x cálcio, híbrido x cálcio e boro x cálcio.

Analisando o diâmetro médio e a massa média dos frutos observa-se que o híbrido Netuno apresentou desempenho superior ao San Vito para ambas as variáveis, demonstrando que o híbrido Netuno apresenta frutos com maior diâmetro e maior massa média (Tabela 2).

Tabela 2. Média do diâmetro e da massa dos frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Híbridos | Diâmetro médio dos frutosmm..... | Massa média dos frutosg..... |
|----------|---|---------------------------------------|
| Netuno | 48,0 a* | 99,6 a |
| San Vito | 43,0 b | 96,4 b |
| CV(%) | 5,94 | 6,74 |

* Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

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). Segundo Melo (2003), os híbridos que pertencem ao segmento italiano se caracterizam por apresentar frutos com diâmetro transversal de 3 a 5 cm. Então, se observa

neste estudo, que ambos os híbridos cultivados, apresentaram diâmetro médio dentro desta faixa descrita, estando de acordo com este autor.

Os dados de massa média dos frutos para o híbrido San Vito encontram-se dentro dos padrões de indicação para os frutos do tipo italiano, e também estão de acordo com os dados dos fabricantes, pois de acordo com a Embrapa (2003), o híbrido San Vito apresenta peso médio de 95-105g. Enquanto que o Netuno apresentou massa média abaixo da encontrada por Shirahige et al. (2010), que avaliando este híbrido encontraram massa média de 142g. Mesmo os dados sendo inferiores, observaram-se neste estudo, que o híbrido Netuno apresentou maior peso médio que o San Vito. Atualmente, não existe legislação específica para classificação do tomate tipo italiano.

Os dados de massa e diâmetro médio, obtidos neste estudo são semelhantes aos encontrados por Monteiro et al. (2008), que avaliando o tomate tipo italiano encontraram massa média do tomate de 101 g, porém sendo inferior ao diâmetro transversal do tomate oblongo de 54,1 mm. A massa média do tomateiro italiano raramente é maior que 140 g, sendo um bom peso para ser utilizado para consumo *in natura* e pela indústria, por proporcionar maior rendimento durante os processos. O tomate italiano, para consumo *in natura* é valorizado principalmente pelo peso e tamanho reduzido, sendo este um atributo importante a nível comercial (MACHADO et al., 2002; ANDREUCETT et al., 2005).

Avaliando o diâmetro médio dos frutos em função das frequências de aplicação de cálcio, observa-se que com aplicação quinzenal de cálcio o desempenho foi superior não diferindo estatisticamente da aplicação semanal, com formação de frutos de maior diâmetro médio (Tabela 3).

Tabela 3. Diâmetro médio de frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Diâmetro médio dos frutos |
|-----------------------------------|---------------------------|
| |mm..... |
| Sem aplicação | 44,6 b* |
| Quinzenal | 46,3 a |
| Semanal | 45,2 ab |
| CV(%) | 5,94 |

* Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A aplicação de cálcio via floral proporcionou a produção de frutos com maior diâmetro em comparação com a ausência deste elemento. Silva et al. (2009), avaliando o uso de cálcio em híbrido do grupo salada 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.

Para a variável massa média dos frutos em função das frequências de aplicação de cálcio nas épocas de cultivo, observa-se que sem aplicação de cálcio a época primavera-verão apresentou desempenho superior, enquanto que nas demais frequências o desempenho de ambas as épocas foi semelhante. Na primavera-verão o melhor desempenho ocorreu com aplicação quinzenal, não diferindo estatisticamente da semanal, e menor desempenho na ausência de aplicação de cálcio, enquanto que no verão-outono o melhor desempenho ocorreu nas frequências semanal e quinzenal, não diferindo estatisticamente entre si, e o menor desempenho foi verificado sem aplicação de cálcio (Tabela 4).

Tabela 4. Massa média dos frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Massa média dos frutos (g) | |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------|
| | Primavera-verão | Verão-outono |
| Sem aplicação | 97,4 bA* | 89,6 bB |
| Quinzenal | 101,4 aA | 100,7 aA |
| Semanal | 100,0 abA | 98,7 aA |
| CV (%) | 6,74 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A formação de frutos com maior massa média na época primavera-verão se deve as condições meteorológicas, pois nesta época, durante a formação dos frutos, a temperatura e a radiação foram mais favoráveis em comparação com o verão-outono, onde ocorreram valores abaixo dos limites para a cultura. A temperatura e a radiação mais elevadas proporcionaram maior absorção e translocação de nutrientes, associadas a maior produção de fotoassimilados e disponibilidade dos mesmos para o crescimento dos frutos, como resultado, tem-se aumento da massa dos frutos.

O cálcio atua no transporte de açúcares na planta, principalmente para os frutos, e com a aplicação quinzenal desse elemento ocorreu maior acúmulo de açúcares no fruto tornando o fruto com maior massa média em relação a ausência de cálcio, enquanto que na aplicação semanal pode ter ocorrido a adição de doses de cálcio além da necessidade da planta. Os valores obtido neste estudo contradizem os dados encontrados por Arruda Junior et al. (2011),

que avaliando híbrido salada, verificou que a medida que se aumenta a dose de cálcio, observa-se um decréscimo no peso médio dos frutos.

Analisando o número total de frutos por planta em função das frequências de aplicação de cálcio para as épocas de cultivo observa-se que sem aplicação de cálcio o desempenho foi semelhante nas duas épocas, enquanto que com aplicação semanal e quinzenal o melhor desempenho foi verificado na primavera-verão (Tabela 5).

Tabela 5. Número total de frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Número de frutos por planta | |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------|
| | Primavera-verão | Verão-outono |
| Sem aplicação | 20,1 cA* | 19,2 bA |
| Quinzenal | 27,0 aA | 22,4 aB |
| Semanal | 24,8 bA | 21,3 aB |
| CV (%) | 11,66 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na primavera-verão as condições meteorológicas foram mais favoráveis, principalmente no período de floração e frutificação, o que ocasionou produção de maior número de frutos por planta. Pois em condições de temperaturas e radiação adequada ocorre melhor polinização e emissão das flores, com menor queda das flores e abortamento dos frutos (EMBRAPA, 2003; ALVARENGA, 2004).

Na primavera-verão o maior número de frutos por planta foi verificado com a aplicação quinzenal de cálcio, seguida da semanal, com menores valores na ausência de aplicação. No entanto, para o verão-outono o número total de frutos por planta foi semelhante nas aplicações semanal e quinzenal, não diferindo estatisticamente entre si, com menor desempenho sem aplicação de cálcio (Tabela 5).

Estes resultados sugerem que a aplicação quinzenal de cálcio foi mais eficiente atendendo as necessidades das plantas e aumentando o pegamento dos frutos, não havendo necessidade de realizar aplicações semanais, sendo que o produto aplicado semanalmente seria excedente. O cálcio age no pegamento das floradas, atuando na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, entre outras funções (MALAVOLTA et al., 1997). O número de frutos produzidos é uma consequência direta do índice de pegamento de frutos na planta. Os dados obtidos contradizem os encontrados por Plese et al. (1997), que avaliando o

efeito da aplicação de cálcio em tomate tipo salada, evidenciaram que a aplicação semanal de CaCl_2 proporcionou maior número de frutos de tomate por planta.

Para o número total de frutos por planta em função das frequências de aplicação de cálcio para os híbridos cultivados verifica-se que sem aplicação o desempenho dos híbridos foi semelhante, enquanto que na aplicação semanal e quinzenal, o híbrido Netuno apresentou desempenho superior, com maior número de frutos por planta. Analisando o híbrido Netuno, verifica-se maior número de frutos com aplicação quinzenal de cálcio, seguida da semanal e com menor desempenho na ausência de aplicação de cálcio. Para o híbrido San Vito, observa-se que o desempenho foi semelhante nas frequências semanal e quinzenal e o menor desempenho foi verificado na ausência de aplicação de cálcio (Tabela 6).

Tabela 6. Número total de frutos de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Número de frutos por planta | |
|-----------------------------------|-----------------------------|----------|
| | Netuno | San Vito |
| Sem aplicação | 19,3 cA* | 20,1 bA |
| Quinzenal | 25,9 aA | 23,5 aB |
| Semanal | 23,9 bA | 22,1 aB |
| CV (%) | 11,66 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O número de frutos por planta é influenciado pelo manejo da cultura, espaçamento e condições meteorológicas que afetarão o florescimento e frutificação. Neste estudo, o manejo e as condições climáticas não variaram para os híbridos cultivados. O maior número de frutos produzidos pelo híbrido Netuno é devido a sua maior eficiência na fixação dos frutos, pois o número de frutos produzidos é uma consequência direta do índice de pegamento de frutos na planta. Esses dados são superiores aos encontrados por Fontes et al. (1997), que avaliando o desempenho de dois híbridos de tomate Sunny e EF-50, observaram que o número de frutos produzidos foi significativamente influenciado pelo genótipos. O híbrido Sunny produziu 11,5 frutos por planta, enquanto o EF-50 produziu 12,5 frutos por planta.

Analisando o número total de frutos por planta para os híbridos cultivados em função das doses de boro, observa-se que o híbrido Netuno apresentou aumento na produção de frutos por planta com o aumento da adição de boro ao solo, enquanto que o híbrido San Vito apresentou número de frutos por planta semelhante, independente da dose de boro aplicada

(Figura 4). Também verifica-se que, na ausência e na adição de 2 g boro cova^{-1} , o híbrido Netuno apresentou 21,4 e 22,7 frutos por planta. Na adição de 4 g boro cova^{-1} o híbrido Netuno apresentou 25 frutos por planta, valor superior ao San Vito.

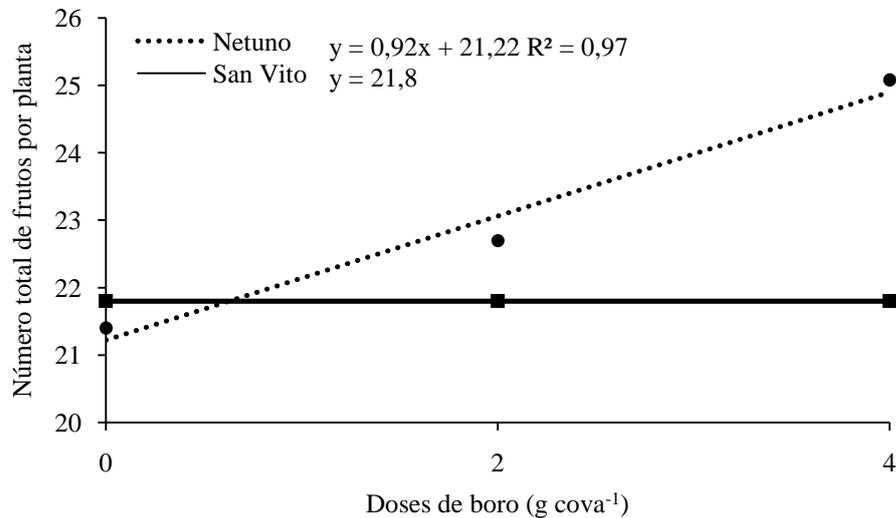


Figura 4. Número total de frutos de tomateiro tipo italiano por planta em função das doses de boro e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

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 essencial para a absorção e uso do cálcio (GALLI et al., 2012). Na deficiência de boro tem-se menor fixação de frutos na planta e conseqüentemente, menor quantidade de frutos por planta, desempenhando papel importante no florescimento, no crescimento do tubo polínico, nos processos de frutificação e nas atividades hormonais.

Observa-se que os dados visualizados na Figura 4 são inferiores aos encontrados por Machado et al. (2007), que cultivando tomate italiano à campo, encontraram 28 e 32 frutos por planta para as cultivares Heinz 9780 e Katia, respectivamente.

Analisando o número de frutos comerciais por planta em função das frequências de aplicação de cálcio para as épocas de cultivo observa-se que sem aplicação de cálcio o desempenho de ambas as épocas foi semelhante, enquanto que com aplicação quinzenal e semanal a época primavera-verão apresentou desempenho superior. Também se verifica que para ambas as épocas de cultivo a maior produção de frutos comerciais ocorreu com aplicação quinzenal de cálcio, seguida da semanal, com menor desempenho na ausência de cálcio (Tabela 7).

Tabela 7. Média do número de frutos comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Número de frutos comerciais | |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------|
| | Primavera-verão | Verão-outono |
| Sem aplicação | 11,4 cA* | 12,2 cA |
| Quinzenal | 24,3 aA | 19,3 aB |
| Semanal | 20,7 bA | 17,6 bB |
| CV (%) | 14,03 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O elemento cálcio faz parte da parede celular, atua na polinização e no pegamento das flores, diminuindo incidência de podridões e afetando a qualidade do fruto, no entanto, neste experimento constatou-se que a aplicação quinzenal atendeu as exigências nutricionais dos híbridos, não havendo necessidade de realizar aplicações semanais, sendo que o produto aplicado semanalmente seria excedente.

Na primavera-verão a não limitação por radiação solar, principalmente na fase de produção dos frutos, estimulou maior produção de frutos comerciais por não afetar negativamente os processos fisiológicos da planta, produzindo maior quantidade de fotoassimilados. Este possível aumento de fotoassimilados na planta pode ocasionar maior quantidade de frutos por cacho, bem como aumento no tamanho do fruto e melhoria na qualidade destes, aumentando a produção comercial (CALIMAN, 2003). Enquanto que no verão-outono a redução na disponibilidade de radiação solar e ocorrência de temperaturas mais baixas ocasionaram redução no metabolismo vegetal e formação de frutos menores.

Para a média do número de frutos comerciais para os híbridos cultivados observa-se que o híbrido Netuno apresentou desempenho superior ao San Vito, com maior produção de frutos comerciais (Tabela 8).

Tabela 8. Média do número de frutos comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Híbridos | Número de frutos comerciais |
|----------|-----------------------------|
| Netuno | 19,05 a* |
| San Vito | 16,11 b |
| CV(%) | 14,03 |

* Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Provavelmente o híbrido Netuno é menos suscetível que o San Vito na incidência de anomalias que possam afetar a produção comercial, dentre elas nutrição, temperatura do ar e radiação solar, formando maior quantidade de frutos comerciais.

Analisando a média dos frutos comerciais para as doses de boro aplicadas, observa-se que o aumento na dose de boro proporcionou incremento no número de frutos comerciais por planta. A dose de 4 g boro cova^{-1} produziu 18,5 frutos comerciais por planta, enquanto que a não aplicação de boro produziu 16,0 frutos comerciais por planta (Figura 5).

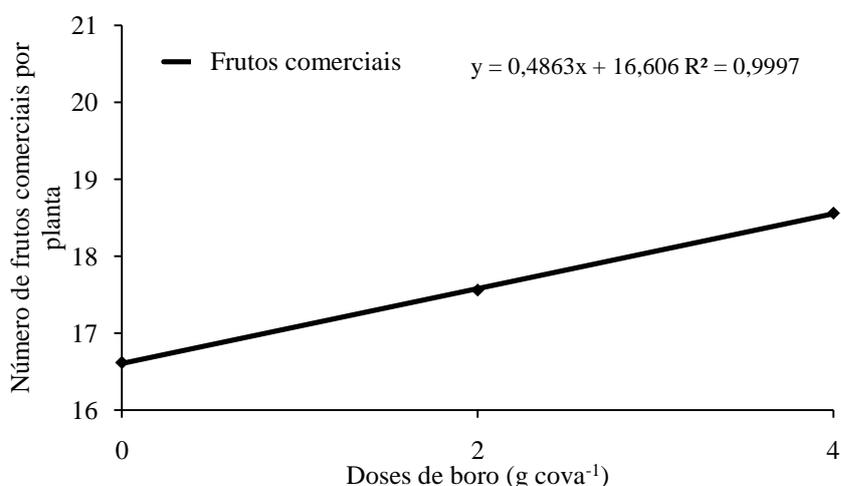


Figura 5. Média do número de frutos comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano nas diferentes doses de boro. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

O boro é o micronutriente que mais afeta a produtividade e a qualidade dos frutos. É importante para a polinização e desenvolvimento de frutos. Sua deficiência resulta em pobre florescimento e polinização, além de frutos de tamanho reduzido e maior incidência de lóculo aberto, que torna os frutos não comerciáveis (SILVA; FARIA, 2004).

Avaliando o número de frutos não comerciais por planta em função das frequências de aplicação de cálcio para as épocas de cultivo, observa-se que na aplicação semanal e quinzenal as épocas apresentaram comportamento semelhante, enquanto que na ausência de cálcio a época verão-outono apresentou menor produção de frutos não comerciais (Tabela 9).

Na primavera-verão, ocorreram temperaturas mais elevadas e próximas aos 30 °C que afetaram a maturação e a qualidade final dos frutos, também ocorreu maior incidência de doenças e afetando a produção comercial. De acordo com a Embrapa (2003), em temperaturas superiores a 28 °C formam-se frutos com coloração amarelada, em razão da redução da

síntese de licopeno e aumento da concentração de caroteno, e em temperaturas noturnas próximas a 32 °C ocorre mau desenvolvimento dos frutos e formação de frutos ocos.

Tabela 9. Média do número de frutos não comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Número de frutos não comerciais | |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|
| | Primavera-verão | Verão-outono |
| Sem aplicação | 8,7 aA* | 7,0 aB |
| Quinzenal | 2,8 cA | 3,0 bA |
| Semanal | 4,1 bA | 3,7 bA |
| CV (%) | 29,87 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para as épocas avaliadas de forma isolada, verifica-se que na primavera-verão a maior produção de frutos não comerciais ocorreu quando da ausência da aplicação de cálcio, diminuindo com a aplicação semanal e com menor ocorrência na aplicação quinzenal. No verão-outono a maior ocorrência foi na ausência de cálcio, com menor ocorrência na aplicação semanal e quinzenal, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 9).

O cálcio tem papel importante na redução e no controle do desenvolvimento de muitas desordens fisiológicas em frutos, é essencial para a manutenção da estabilidade da membrana plasmática, e sua deficiência facilita o desenvolvimento de fungos parasitas que causam deterioração dos frutos antes da colheita (MARSCHENER, 1986; CONWAY, 1994). Entretanto seu uso auxilia na maior produção de frutos comerciais.

Analisando o número de frutos não comerciais em função das frequências de aplicação de cálcio para os híbridos cultivados, observa-se que sem aplicação e com aplicação semanal de cálcio o híbrido San Vito apresentou maior produção de frutos não comerciais, enquanto que com aplicação quinzenal os híbridos apresentaram desempenho semelhante (Tabela 10).

Segundo a Embrapa (2003), o híbrido San Vito é mais sensível a deficiência de cálcio e necessita de suprimento constante, este fato pode ter sido responsável pela diferença na produção de frutos não comerciais entre os híbridos nas aplicações de cálcio, pois o cálcio é um elemento muito importante para a formação e qualidade dos frutos. Assim, aumentando a incidência de podridões.

Tabela 10. Média do número de frutos não comerciais de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Número de frutos não comerciais | |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------|
| | Netuno | San Vito |
| Sem aplicação | 6,1 aB* | 9,7 aA |
| Quinzenal | 2,7 bA | 3,1 cA |
| Semanal | 3,2 bB | 4,6 bA |
| CV (%) | 29,87 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O híbrido Netuno apresentou maior incidência de frutos não comerciais na ausência de aplicação de cálcio, sendo que com aplicação semanal e quinzenal reduziu a produção, não diferindo estatisticamente entre si. O híbrido San Vito também apresentou maior incidência de frutos não comerciais na ausência de aplicação de cálcio, com redução da produção na aplicação semanal e quinzenal, respectivamente (Tabela 10). Desequilíbrio nutricional, deficiência de cálcio e boro são os principais fatores responsáveis, pela ocorrência de frutos deformados, com podridão apical e lóculo aberto, aumentando a incidência de frutos não comerciais (EMBRAPA, 2006).

Avaliando o número de frutos não comerciais por planta nas doses de boro para as frequências de aplicação de cálcio, visualiza-se que sem aplicação de cálcio ocorreu aumento na produção de frutos não comerciais com o incremento da dose de boro, enquanto que com aplicação semanal de cálcio ocorre diminuição na produção com o aumento da dose de boro. Com aplicação quinzenal de cálcio não se observa variação na produção nas diferentes doses de boro (Figura 6).

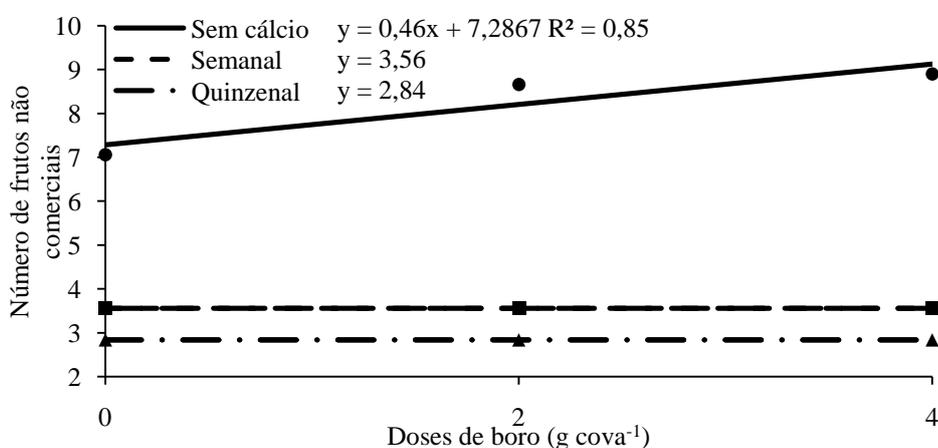


Figura 6. Média do número de frutos não comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano por planta em função das doses de boro e frequências de aplicação de cálcio. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

Também se observa que na ausência e com adição de 2 g boro cova⁻¹ a maior produção de frutos não comerciais ocorreu sem aplicação de cálcio, seguida da aplicação semanal e com menor ocorrência na aplicação quinzenal, enquanto que na adição de 4 g boro cova⁻¹ a menor produção de frutos não comerciais ocorreu nas aplicações semanal e quinzenal de cálcio. Na aplicação quinzenal e semanal a média foi respectivamente de 3,5 e 208 frutos por planta independente da dose de boro aplicada.

Os elementos boro e cálcio atuam de forma conjunta na formação e na qualidade dos frutos, diminuindo a incidência de podridões e frutos mal formados. De acordo com Ramon (1990) a deficiência ou excesso de boro acarreta a deficiência de cálcio, que tem importância fundamental na constituição da parede celular. Assim, ocorre a deterioração das membranas das células do fruto, principalmente os recém-formados, com conseqüente perda de turgor e vazamento do líquido celular (SAURE, 2001). A deficiência de boro é responsável por alterações na translocação de cálcio em brotos e principalmente nos frutos, além disso, a deficiência de boro acarreta diminuição do teor de cálcio na folha, afetando a sua absorção e translocação na planta (YAMAUCHI et al., 1986; FAGERIA, 2001).

Analisando a incidência de podridão apical, comumente ocasionada devido à deficiência de cálcio, para as épocas de cultivo em função das frequências de aplicação de cálcio, observa-se que sem aplicação e com aplicação semanal de cálcio a maior incidência ocorreu na primavera-verão, enquanto que com aplicação quinzenal o desempenho de ambas as épocas foi semelhante (Tabela 11).

Tabela 11. Média do número de frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano com podridão apical em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Número de frutos com podridão apical | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| | Primavera-verão | Verão-outono |
| Sem aplicação | 7,9 aA* | 6,1 aB |
| Quinzenal | 2,1 cA | 1,6 bA |
| Semanal | 3,5 bA | 2,1 bB |
| CV (%) | 30,3 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A ocorrência de temperaturas mais elevadas na época primavera-verão foi responsável pelo aumento da taxa transpiratória, conseqüentemente fechamento dos estômatos, diminuindo o fluxo transpiratório, assim, com menor absorção e translocação deste cálcio,

ocasionando a podridão apical (TAIZ; ZEIGER, 2013). Loos et al. (2008), quantificando os componentes de perdas de produção do tomateiro em ambiente protegido, no verão-outono, verificou que a podridão apical foi o que mais influenciou as perdas totais, sendo considerado o fator-chave de perdas da cultura nessas condições. Carrijo et al. (2004), cultivando tomate em sete diferentes substratos encontraram valores superiores aos deste estudo, variando de 8,3 a 15 frutos com podridão apical por planta.

Durante a primeira época de cultivo observa-se maior incidência de podridão apical na ausência de aplicação de cálcio, com redução na aplicação semanal e quinzenal, respectivamente. No verão-outono, segundo ciclo de cultivo observa-se maior incidência na ausência de aplicação de cálcio, com redução na aplicação semanal e quinzenal, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 11). A podridão apical é uma das desordens fisiológicas mais importantes do tomateiro consideradas como um sintoma da deficiência de cálcio nos frutos, é caracterizada pelo aparecimento de tecido necrótico na parte distal do fruto e geralmente, ocorre nas primeiras semanas após a antese (SAURE, 2001).

Avaliando a incidência de podridão apical em função das frequências de aplicação de cálcio para os híbridos cultivados observa-se que sem e com aplicação semanal de cálcio o híbrido San Vito apresentou maior incidência, enquanto que com aplicação quinzenal de cálcio os híbridos apresentaram desempenho semelhante (Tabela 12).

Tabela 12. Média do número de frutos de tomateiro tipo italiano com podridão apical em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Número de frutos com podridão apical | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|----------|
| | Netuno | San Vito |
| Sem aplicação | 5,1 aB* | 8,9 aA |
| Quinzenal | 1,5 bA | 2,2 cA |
| Semanal | 1,9 bB | 3,6 bA |
| CV (%) | 30,3 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Segundo Castellane (1988) a podridão apical está diretamente associada a deficiência de cálcio, uma vez que o mesmo é essencial na manutenção da compartimentação e permeabilidade celular. Concordando com os dados obtidos por Silva et al (2012), que avaliando híbridos de tomate italiano em cultivo protegido evidenciou que o híbrido San Vito apresentou maior incidência de podridão apical quando comparados aos demais. Borkowski

(1984) também observou redução na incidência de podridão apical com a pulverização de cloreto de cálcio 0,5% dirigida para o fruto. O híbrido Netuno apresentou maior incidência de podridão apical na ausência de aplicação de cálcio, com redução na aplicação semanal e quinzenal, que não diferiram estatisticamente entre si. Enquanto que o híbrido San Vito apresentou maior incidência na ausência de cálcio, com redução nas demais aplicações.

Analisando a incidência de podridão apical em função das doses de boro para as frequências de aplicação de cálcio observa-se que na ausência de boro ocorreu maior incidência de podridão sem de aplicação de cálcio, seguida da aplicação semanal e quinzenal, enquanto que nas doses de 2 e 4 g boro cova^{-1} a maior incidência ocorreu na ausência de aplicação de cálcio com redução na aplicação semanal e quinzenal. As frequências de aplicação de cálcio não apresentaram diferenças entre as doses de boro aplicadas. Sem aplicação de cálcio a planta produziu 7,3 frutos com podridão apical, enquanto que na aplicação quinzenal e semanal a média foi de 1,8 e 2,7 frutos, respectivamente. O elemento boro não afetou a disponibilidade de cálcio, nem a incidência de podridão apical (Figura 7).

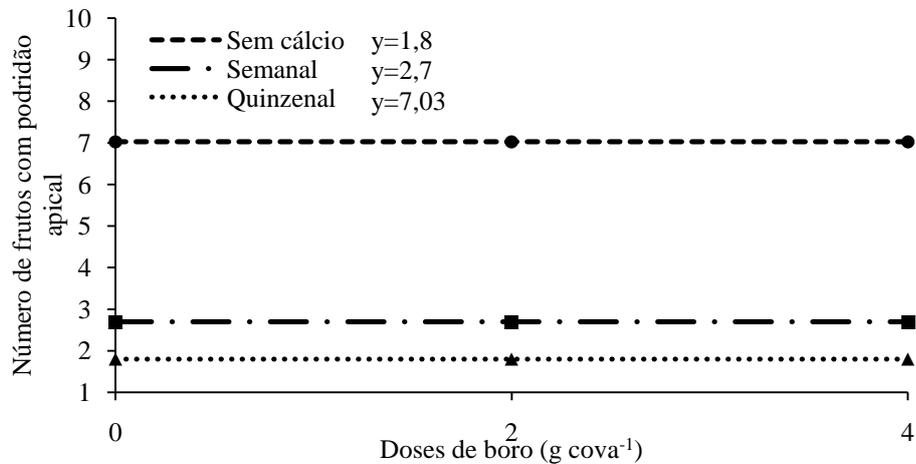


Figura 7. Média do número de frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano com podridão apical em função das doses de boro e frequências de aplicação de cálcio. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

O boro por sua vez afeta a translocação e absorção de cálcio (RAMON et al., 1990), e quando maior a disponibilidade de boro para as plantas melhor a absorção e translocação de cálcio na planta, conseqüentemente, deveria interferir na podridão apical, diminuindo a incidência da mesma, não sendo observado neste estudo. Plese et al. (1998), encontraram valores diferentes deste trabalho, pois conseguiram diminuir a ocorrência de podridão apical em tomateiro, com adição de boro e cálcio.

Analisando a massa fresca total dos frutos nas diferentes épocas de cultivo observa-se que na primavera-verão as plantas apresentaram produção superior às cultivadas no verão-outono (Tabela 13).

Tabela 13. Massa fresca total dos frutos de híbridos de tomateiro tipo italiano por planta em função das épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Épocas de cultivo | Massa fresca total por planta | |
|-------------------|-------------------------------|----|
| |kg..... | |
| Primavera-verão | 2,4 | a* |
| Verão-outono | 2,0 | b |
| CV(%) | 11,27 | |

* Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A superioridade da produção de massa total na época primavera-verão está relacionada com as condições meteorológicas, principalmente temperatura do ar e radiação solar, que se mostraram mais adequadas para o desenvolvimento da cultura. Na época verão-outono as baixas temperaturas e a diminuição da radiação solar global incidente foram os fatores limitantes para maiores produções, estimulando a formação de frutos com tamanhos menores e com amadurecimento lento, devido à redução no metabolismo vegetal e menor taxa de crescimento dos frutos.

Para a massa fresca total dos frutos em função das frequências de aplicação de cálcio para os híbridos cultivados observa-se que sem aplicação de cálcio os híbridos apresentaram desempenho semelhante. Na aplicação semanal e quinzenal o híbrido Netuno apresentou desempenho superior ao San Vito. O híbrido Netuno e San Vito apresentaram melhor desempenho com aplicação quinzenal de cálcio, seguida da semanal e com menor massa fresca total na ausência de cálcio (Tabela 14).

Tabela 14. Massa fresca total dos frutos de tomateiro tipo italiano por planta em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Massa fresca total dos frutos por planta | |
|-----------------------------------|--|----------|
| | Netuno | San Vito |
| Sem aplicação | 1,8 cA* | 1,8 cA |
| Quinzenal | 2,6 aA | 2,3 aB |
| Semanal | 2,4 bA | 2,1 bB |
| CV (%) | 11,27 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O híbrido Netuno produziu maior quantidade de frutos por planta, em relação ao San Vito e, conseqüentemente maior produção de massa total. Este fato se deve ao maior peso médio dos frutos para o híbrido Netuno, pois a maior produção de um híbrido pode ser atribuída ao peso médio do fruto. A aplicação quinzenal atendeu as exigências nutricionais dos híbridos, não havendo necessidade de realizar aplicações semanais, sendo que o produto aplicado semanalmente seria excedente.

Analisando a massa fresca total dos frutos por planta nas diferentes doses de boro para os híbridos italianos cultivados, observa-se que o híbrido Netuno apresentou a mesma massa fresca total independente da adição de boro, com média de 2,2 Kg. O híbrido San Vito apresentou aumento na massa fresca de fruto com o incremento da dose de boro (Figura 8). Observa-se que, na ausência e com adição de 2 g boro cova^{-1} os híbridos apresentaram média semelhante, sendo 2,2 Kg de massa fresca por fruto. Com adição de 4g boro cova^{-1} o híbrido Netuno apresentou média superior ao San Vito, sendo 2,3 Kg e 2,1 Kg, respectivamente.

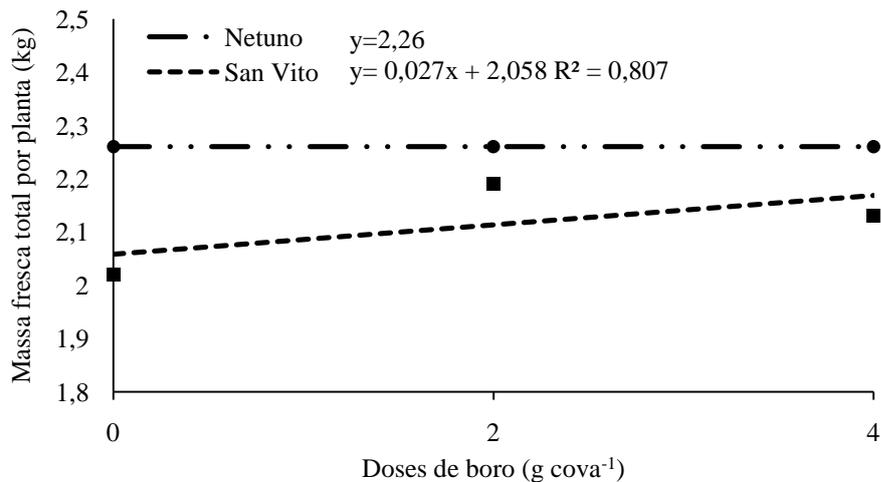


Figura 8. Massa fresca total dos frutos de tomateiro tipo italiano por planta em função das doses de boro e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

A maior massa total dos frutos do híbrido Netuno se deve à maior massa média e diâmetro médio dos frutos deste híbrido e menor sensibilidade à deficiência nutricional. O boro é o micronutriente que mais afeta a produtividade e a qualidade dos frutos. É importante para a polinização e desenvolvimento de frutos, sua deficiência resulta em menor florescimento e polinização, além de frutos de tamanho reduzido, reduzindo significativamente a produção (SILVA; FARIA, 2004).

Analisando a massa de frutos comerciais para os híbridos cultivados observa-se que o híbrido Netuno apresentou desempenho superior ao San Vito, com uma diferença de 300 g por planta (Tabela 15).

Tabela 15. Média da massa de frutos comerciais para os híbridos italianos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Híbridos | Massa de frutos comerciais |
|----------|------------------------------------|
| |kg.planta ⁻¹ |
| Netuno | 1,9 a* |
| San Vito | 1,6 b |
| CV(%) | 14,61 |

* Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O híbrido Netuno apresentou-se mais produtivo, apresentando maior produção de massa comercial. A menor produção do San Vito se deve a maior incidência de desordens fisiológicas e ao menor diâmetro e peso médio dos frutos.

Avaliando a massa de frutos comerciais em função das frequências de aplicação de cálcio para as épocas de cultivo observa-se que as épocas apresentaram desempenho semelhante na ausência de cálcio, enquanto que na aplicação semanal e quinzenal ocorreu desempenho superior na primavera-verão. Ambas as épocas apresentaram maior produção de massa comercial na aplicação quinzenal de cálcio, seguida da semanal, com menor desempenho na ausência de cálcio (Tabela 16).

Tabela 16. Média da massa de frutos comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Massa de frutos comerciais (kg.planta ⁻¹) | |
|-----------------------------------|---|--------------|
| | Primavera-verão | Verão-outono |
| Sem aplicação | 1,2 cA* | 1,1 cA |
| Quinzenal | 2,5 aA | 1,9 aB |
| Semanal | 2,1 bA | 1,8 bB |
| CV (%) | 14,61 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na primavera-verão a temperatura e a radiação solar adequada proporcionaram maiores taxas fotossintéticas, menor transpiração dos frutos, formação de frutos com melhores padrões de qualidade e maior taxa de crescimento, conseqüentemente, maior massa comercial.

Enquanto que as temperaturas mais amenas e a diminuição da radiação solar levaram à alterações no metabolismo do vegetal, estimulando a formação de frutos com tamanhos menores e com amadurecimento lento, devido à redução no metabolismo vegetal e menor taxa de crescimento destes, formando frutos menores, deformados e menor massa comercial.

O cálcio, devido a sua importância na formação do fruto, quando suprido de forma adequada, proporciona maior estabelecimento dos frutos, maior crescimento, menor desordens fisiológicas, assim aumentando a massa comercial. Também atua como uma barreira física diminuindo o ataque de patógenos.

Avaliando a massa de frutos comerciais em função das frequências de aplicação de cálcio para as doses de boro, observa-se que na ausência de cálcio ocorreu baixo acúmulo de massa de fruto comercial para as três doses de boro com média de 1,2 Kg. Na aplicação semanal e quinzenal verifica-se aumento acentuado na produção com a aplicação de boro. Verifica-se que na aplicação quinzenal de cálcio, houve maior produção de massa fresca do fruto comercial (Figura 9).

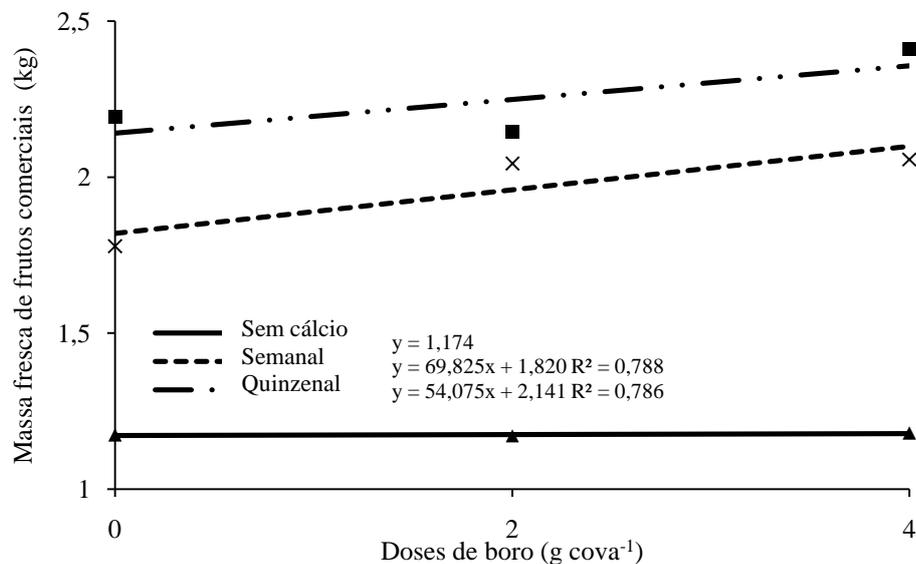


Figura 9. Média da massa fresca dos frutos comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das doses de boro e frequências de aplicação de cálcio. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

O boro é o micronutriente que mais afeta a qualidade dos frutos. É importante para a polinização e desenvolvimento de frutos, seu fornecimento adequado resulta em melhor florescimento e polinização, além de frutos de tamanho adequado, aumentando a produção de massa comercial. Assim, o fornecimento inadequado dos nutrientes cálcio e boro pode

contribuir para uma redução na produção comercial, devido ao maior estabelecimento dos frutos (LAVIOLA; DIAS, 2008).

Para a massa de frutos não comerciais em função das frequências de aplicação de cálcio para as épocas de cultivo, observa-se que sem aplicação de cálcio ocorreu maior produção de massa não comercial na primavera-verão, enquanto que na aplicação semanal e quinzenal as épocas apresentaram desempenho semelhante. Na primavera-verão a maior produção de massa não comercial ocorreu na ausência de cálcio e a menor produção na aplicação quinzenal de cálcio, enquanto que no verão-outono as aplicações semanais e quinzenais não diferiram entre si, apresentando as menores produções (Tabela 17).

Tabela 17. Média da massa de frutos não comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio e épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Massa de frutos não comerciais (g.planta ⁻¹) | |
|-----------------------------------|--|--------------|
| | Primavera-verão | Verão-outono |
| Sem aplicação | 750,9 aA* | 576,7 aB |
| Quinzenal | 241,6 cA | 276,4 bA |
| Semanal | 358,6 bA | 308,2 bA |
| CV (%) | 33,83 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para a massa de frutos não comerciais em função das frequências de aplicação de cálcio para os híbridos cultivados observa-se que na ausência e com aplicação semanal o híbrido Netuno apresentou menor produção de massa não comercial, enquanto que na aplicação quinzenal os híbridos apresentaram desempenho semelhante (Tabela 18).

Tabela 18. Média da massa de frutos não comerciais de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Massa de frutos não comerciais (g.planta ⁻¹) | |
|-----------------------------------|--|----------|
| | Netuno | San Vito |
| Sem aplicação | 534,5 aB* | 793,1 aA |
| Quinzenal | 243,4 bA | 274,6 cA |
| Semanal | 264,6 bB | 402,2 bA |
| CV (%) | 33,83 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O híbrido San Vito apresentou maior produção de massa não comercial na ausência de cálcio e a menor produção na aplicação quinzenal de cálcio, enquanto que o híbrido Netuno apresentou as menores produções nas aplicações semanal e quinzenal, que não diferiram entre si.

Para a massa de frutos não comerciais em função das frequências de aplicação de cálcio para as doses de boro, observa-se nas aplicações semanal e quinzenal a média da produção nas três doses de boro foi de 256,6 g e 314,3 g, respectivamente. Na ausência de aplicação de cálcio a tendência é aumento na produção com incremento de boro. Observa-se que na ausência de boro houve maior produção de frutos não comerciais na ausência de cálcio, seguida da aplicação semanal e quinzenal. Nas doses de 2 e 4 g boro cova^{-1} houve maiores produções na ausência de cálcio, com menores produções na aplicação semanal e quinzenal (Figura 10).

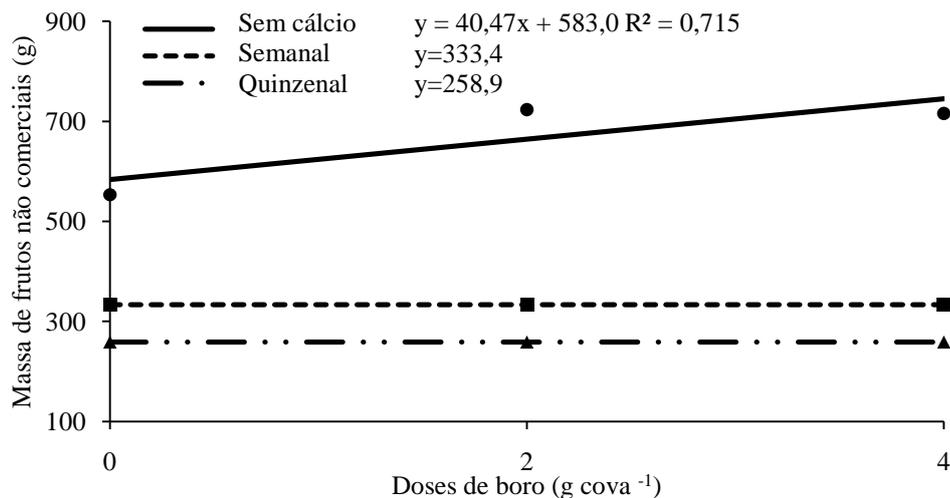


Figura 10. Média da massa fresca de frutos não comerciais de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das doses de boro e frequências de aplicação de cálcio. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

Na ausência de cálcio tem-se maior produção de frutos não comerciais, devido a desordens fisiológicas e problemas na frutificação, pois este elemento 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. O boro afeta a absorção, a translocação e participa juntamente com o boro na polinização e formação dos frutos, conseqüentemente quanto menor a disponibilidade de boro maior a deficiência de cálcio e maior a produção de frutos não comerciais.

Avaliando a produtividade nas épocas de cultivo, observa-se que o melhor rendimento ocorreu na época primavera-verão (Tabela 19). A superioridade da produtividade na época primavera-verão está relacionada com as condições climáticas, principalmente temperatura do ar e radiação solar, que se mostraram mais adequadas para o desenvolvimento da cultura. Na época verão-outono as baixas temperaturas e a diminuição da radiação solar global incidente foram os fatores limitantes para maiores produtividades. A maior limitação foi a baixa disponibilidade de radiação solar a partir do florescimento até o final do ciclo, estimulando a formação de frutos com tamanhos menores e com amadurecimento lento, devido à redução no metabolismo vegetal e menor crescimento dos frutos, reduzindo produtividade.

Tabela 19. Média da produtividade de híbridos de tomateiro tipo italiano em função das épocas de cultivo. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Épocas de cultivo | Produtividadet.ha ⁻¹ |
|-------------------|--|
| Primavera-verão | 47,9 a* |
| Verão-outono | 40,5 b |
| CV(%) | 11,37 |

* Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Essa produtividade pode ser considerada adequada, haja visto que a produtividade média do tomateiro no Brasil em 2011 foi de 62 t ha⁻¹, e no estado do Rio Grande do Sul foi de 44,7 t ha⁻¹ (IBGE, 2012). Os dados obtidos na primavera-verão ficaram acima da média no Estado, enquanto que no verão-outono a produtividade foi inferior. Machado et al. (2007), avaliando o desempenho de tomate italiano à campo encontrou rendimento médio de 75 e 83 t/ha para as cultivares Heinz 9780 e Kátia, dados superiores aos encontrados neste estudo.

Analisando a produtividade em função das frequências de aplicação de cálcio para os híbridos cultivados, observa-se na ausência de cálcio que os híbridos apresentaram desempenho semelhante, enquanto que na aplicação semanal e quinzenal o híbrido Netuno apresentou desempenho superior em comparação com o San Vito. Os híbridos apresentaram maior rendimento na aplicação quinzenal de cálcio, seguida da semanal e com menor desempenho na ausência de cálcio. (Tabela 20).

Tabela 20. Média da produtividade de tomateiro tipo italiano em função das frequências de aplicação de cálcio e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

| Frequência de aplicação de cálcio | Produtividade (t.ha ⁻¹) | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|----------|
| | Netuno | San Vito |
| Sem aplicação | 36,8 cA* | 36,6 cA |
| Quinzenal | 52,8 aA | 47,1 aB |
| Semanal | 48,5 bA | 43,1 bB |
| CV (%) | 11,37 | |

* Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

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.

Avaliando a produtividade em função das doses de boro para os híbridos cultivados, observa-se que o híbrido Netuno apresentou maior produtividade com o aumento da adição de boro, enquanto que o Híbrido San Vito apresentou a mesma produtividade. Verifica-se que na ausência e com adição de 2 g boro cova⁻¹ os híbridos apresentaram média semelhante de 44 t/ha. Na adição de 4 g boro cova⁻¹ o híbrido Netuno apresentou maior produtividade, com média de 50 t/ha (Figura 11).

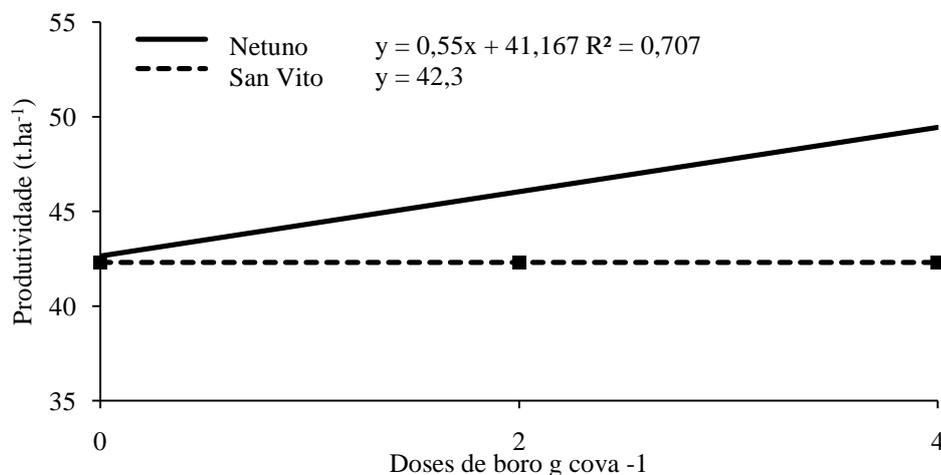


Figura 11. Média da produtividade de tomateiro tipo italiano em função das doses de boro e híbridos cultivados. Frederico Westphalen, RS, UFSM, 2014.

O boro é o micronutriente que mais afeta a produtividade e a qualidade dos frutos. É importante para a polinização e desenvolvimento de frutos, sua deficiência resulta em pobre florescimento e polinização, além de frutos de tamanho reduzido, reduzindo significativamente a produtividade (SILVA; FARIA, 2004). Assim, o fornecimento inadequado dos nutrientes cálcio e boro pode contribuir para uma redução de produtividade, devido ao menor estabelecimento dos frutos (LAVIOLA; DIAS, 2008).

O boro desempenha um papel importante, embora pouco compreendido, na fase reprodutiva, e assim, o suprimento adequado nessa fase é crítico para a produtividade da maioria das culturas (BASTOS; CARVALHO, 2004).

3.6 Conclusão

Para as condições do experimento e de acordo com os resultados conclui-se que o híbrido Netuno apresentou maior produtividade.

A época primavera-verão é mais recomendada para cultivo de tomateiro, pois apresenta as melhores condições para desenvolvimento da cultura. A época verão-outono é período de entressafra, apresentando redução na produtividade, porém pode ser recomendado como período alternativo, pois apresentou valores próximos a média do Rio Grande do Sul.

A frequência de aplicação quinzenal de CaCl_2 a 0,6% constitui-se na melhor opção no sentido de conciliar maior produtividade e menor número de frutos com incidência de podridão apical.

O aumento das doses de boro até 4 g cova⁻¹ incrementou a produtividade e o número de frutos por planta dos híbridos de tomateiro tipo italiano.

3.7 Referências Bibliográficas

ALVARENGA, M.A.R. **Cultura do tomateiro**. Lavras: UFLA, 2000. 91 p.

ALVARENGA, M.A.R. Origem, Botânica e descrição da plantas. In: ALVARENGA, M.A. R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, p. 15-23, 2004.

ANDREUCCETTI, C. et al. Caracterização da comercialização de tomate de mesa na CEAGESP: perfil dos atacadistas. **Hort. Bras.**, Brasília, v.23, p.324-328, 2005.

ANDRIOLO, J.L. et al. Posição dos frutos e seu efeito na repartição da matéria seca da planta do tomateiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, 2000.

ARRUDA JÚNIOR, S. J. et al. Podridão apical e produtividade do tomateiro em função dos teores de cálcio e amônio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 20-26, out.-dez., 2011.

BASTOS, A. R. R.; CARVALHO, J. G. Absorção radicular e redistribuição do boro pelas plantas, e seu papel na parede celular. **Revista Universidade Rural**, Série Ciências da Vida. Seropédica, RJ, EDUR, v. 24, n.2, Jul.-Dez., p. 47-66, 2004.

BLUESEEDS/EAGLE. **Eagle sementes**. Disponível em: <http://www.blueseeds.com.br/>. Acesso em: 20/11/2013.

BORKOWSKI, J. Study on the calcium uptake dynamic by tomato fruits and blossom end rot control. **Acta Horticulturae**, v.145, p.222-229, 1984.

BRESOLIN, M. et al.; **O cultivo do tomate indústria na região da serra do nordeste do Estado do Rio Grande do Sul- Porto Alegre**: FEPAGRO; Caxias do Sul, RS: UCS, 2010.102 p.; 21 cm- Boletim técnico

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

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

CASTELLANE, P.D. **Podridão apical e frutos de tomateiro**. Jaboticabal: FUNEP, 39p, 1988.

CERMENÕ, Z.S. **Estufas: instalação e manejo**. Lisboa: Litexa, 1990, 335p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-CQFSRS/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/Núcleo Regional Sul, 2004.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; KELMAN, A. Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest diseases through calcium applications. **HortScience**, v.29, p.751-754, 1994.

CRUZ, J. C et al., **Cultivo do Milho: manejo da cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2. 4ª edição. 2008. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_4ed/manejomilho.htm. Acesso em: 13/03/2014.

DE FINA, A. L., RAVELLO, A. C. **Climatologia y Fenología Agrícolas**. Buenos Aires: EUDEBA, 1972, 281p.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos Requeridos à Nutrição de Plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

EMBRAPA. **Cultivo de tomate para industrialização**. Embrapa Hortaliças, Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, DF. Sistema de Produção, jan/2003.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Cultivo de tomate para industrialização**. Embrapa Hortaliças, Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, DF. Sistema de Produção. 6 de Fevereiro. 2006.

FAGERIA, V. D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.24, p.1269-1290, 2001.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em 28 de Fevereiro de 2013. (2013)

FERRARI, A.A. et al. Chemical composition of tomato seeds affected by conventional and organic production systems. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 278, n. 2, p. 399-402, 2008.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; ZANIN, S.R.; FINGER, F.L. Produção de cultivares de tomate em estufa coberta com plástico. **Revista Ceres**, Viçosa, v.44, n.252, p.152-160, 1997.

FONTES, P.C.R.; SILVA, D.J.H. Cultura do tomate. In: FONTES, P.C.R. (Ed.). **Olericultura: teoria e pratica**. Vicoso, MG: UFV, 2005. p. 457- 475.

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.

GIORDANO, L.B; BOITEUX, L.S; SILVA, J.B.C; CARRIJO, O.A. Seleção de linhagens com tolerância ao calor em germoplasma de tomateiro coletado na região Norte do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v.23, 1: 105-107, 2005.

GÓMEZ, O.; CASANOVA, A.; LATERROT, H.; **Anais, G. Mejora genética y manejo del cultivo de tomate para la producción en el Caribe**. La Habana: Instituto de Investigaciones Horticolas "Liliana Dimitrova", 2000. 159p

GONDIM, A.R.O. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba**. Jaboticabal, Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009.

GREENLEAF, W.H.; ADAMS, F. Genetic Control of blossom-end-rot disease in tomatoes through calcium metabolism. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. Alexandria, v.94, n.3.p.248-250, 1969.

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.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.103, n. 1/2, p.137-157, 2000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia estatística, Cepagro - Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. p. 6, 2012.

ISLA. **Isla Sementes**. Disponível em: www.isla.com.br. Acesso em: 20/11/2013.

KOPPEN, W. **Climatologia**: Estudio de los Climas de La Tierra. Fondo de Cultura Economica, México, 466p, 1948.

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.

LOOS, R.A.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; PICANÇO, M.C. Identificação e quantificação dos componentes de perdas de produção do tomateiro em ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 26, n. 2, abr.-jun. 2008.

LOPES, C.A.; AVILA, A.C. **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, p.118-119, 2005.

MACHADO, A.Q.; ALVARENGA, M.A.R.; FLORENTINO, C.E.T. **Ocorrência de frutos não comerciais de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e**

sistemas de poda. 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, 2002.

MACHADO, A.Q; ALVARENGA, M.A.R; FLORENTINO, C.E.T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura. **Horticultura Brasileira** 25: 149-153. 2007.

MAGALHÃES, J.R. **Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças.** Embrapa, p.35-38, 1988.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; DE OLIVEIRA, S. **Avaliação do estado nutricional das Plantas: Princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.

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.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic Press, 1986. 876p.

MELO, P.C.T.; VILELA, N.J.; FONTE, L.C. Agroprocessamento do tomate no Brasil: realidade e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. **Anais.** Viçosa: ABH. Anais 51. Congresso Brasileiro de Olericultura (CD ROM), julho 2011.

MELO, P.C.T. Desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do tomate para consumo in natura no Brasil e os desafios do melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, 2003.

MONTEIRO, C.S.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENTEADO, P.T.P.S.; HARACEMIV, S.M.C. Nutritional quality the antioxidants of the tomato “Italian type”. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.19, n.1, p. 25-31, jan./mar. 2008.

NUNES, M.U.C.; et al. **Efeito de substratos orgânicos na produtividade de cultivares de tomateiro em cultivo protegido.** VI Encontro nacional sobre substratos para plantas, Embrapa Agroindústria Tropical, SEBRAE/CE e UFC, Fortaleza - CE. 2008.

PENALOSA, J.M.; ZORNOZA, P.; CARPENA, O. Estudios de las deficiencias de boro y manganeso en plantas de tomate. **Anales de Edafología y Agrobiología**, v.56, p.749-58, 1987.

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

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. **XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 1997.

PLESE, L.P.M.; TIRITAN, C.S.; YASSUDA, E.I.; PROCHNOW, L.I.; CORRENTE, J.E.; MELLO, S.C. Efeitos das aplicações de cálcio e de boro na ocorrência de podridão apical e produção de tomate em estufa. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 144-148, 1998.

RAMON, A.M.; CARPENA-RUIZ, R.O.; GARATE, A.; BEUSICHEN, M.L-van. The effects of short term deficiency of boron on potassium, calcium and magnesium distribution in leaves and roots of tomato (*Lycopersicon esculentum*) plants. **Development in Plant and Soil Science**, Dordrecht, v. 21, n. 41, p. 287-290, 1990.

SANTOS, F.F.B., et al. Desempenho agronômico de híbridos F₁ de tomate de mesa. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.304-310, 2011.

SANTOS, I.S.; BARBEADO, C.J.; PIPITAI, R.; FERREIRA, S.M.; NAKAGAWA, J. Estudo da relação Ca x B na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.8, p.19-23, 1990.

SAURE, M.C. Blossom-endroftomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) – a calcium – or a stress-related disorder? **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 90, n. 3/4, p. 193-208, 2001.

SELINA, P.; BLEDSOE, M.E. **Greenhouse/hothouse hydroponic tomato timeline**. Liverpool: Village Faarms, 2002.8p.

SHIRAHIGE, F.H.; MELO, A.M.T.; PURQUERIO, L.F.V.; CARVALHO, C.R.L.; MELO, P.C.T. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.03, p.292-298, 2009.

SHIRAHIGE, F.H. et al. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura brasileira**, v. 28, n. 3, jul.- set. 2010

SILVA JUNIOR, J.F. **Desenvolvimento do tomate em diferentes níveis de irrigação e de doses de salinidade**. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2012.

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, G.P.; RESENDE, F.V.; SOUZA, R.B.; ALBUQUERQUE, J.O.; VIDAL, M.C.; SOUSA, J.M.M. Desempenho agronômico de híbridos de tomate italiano sob cultivo protegido em solo com cobertura viva de amendoim forrageiro no sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, 2012.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L. de B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Hortícolas, 2000. p. 18-21

SILVA, M. W. et al. **Cálcio, boro e reguladores vegetais na fixação de frutos em tomateiro**. Print-ISSN 1983-6325 (Online) e-ISSN 1984-7548. Pesquisa Aplicada &Agrotecnologia v2 n3 set.- Dez. 2009

SILVA, S.C.; NASCIMENTO, D.J. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 121-138, 2007.

SINCLAIR, T. R.; HORIE, T. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. **Crop Science**, Madison, v. 29, p. 98-105, 1989.

SOUZA, A.A. et al. Caracterização química e física de frutos de diferentes acessos de tomateiro em casa de vegetação. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 2, p.113-118, maio-agosto, 2011.

STRECK, N.A. et al. Estimativa do plastocrono em meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1275-1280, 2005a.

TAIZ L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 5ªed. 719p.

VILELA, N.J; LUENGO, R.F.A. Produção e consumo de hortaliças. In: LUENGO, R.F.A.; CALBO, A.G. (org's); **Pós Colheita de hortaliças: o produtor pergunta a Embrapa responde** - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2006. cap. 12, p. 299-325.

YAMAUCHI, T.; HARA, T.; SONIDA, Y. Distribution of calcium and boron in the pectin fraction of tomato leaf cell wall. **Plant and Cell Physiology**, v.27, p.729-732, 1986.

4 DISCUSSÃO

O tomateiro é uma planta que exige condições adequadas de temperatura, radiação solar e umidade relativa do ar para se desenvolver satisfatoriamente e produzir frutos. Assim, as condições meteorológicas influenciam de forma significativa os processos fisiológicos da planta, principalmente o florescimento e a frutificação. As principais limitações ambientais ao seu cultivo são os períodos chuvosos e as altas temperaturas, devido à maior incidência de pragas e doenças e as suas exigências fisiológicas para a frutificação.

Quando a temperatura afasta-se do ótimo, ocorre estresse nas plantas, havendo menor liberação e germinação do grão de pólen, menor fixação dos frutos, ocorrência de frutos pequenos e com poucas sementes (FONTES; SILVA, 2005), além de anomalias como escaldaduras e alteração da cor dos frutos pela redução da síntese de licopeno. A baixa umidade relativa do ar e a ocorrência de altas temperaturas provocam aumento da taxa de transpiração, fechamento de estômatos, abortamento de flores (ALVARENGA, 2004), menor fixação de frutos e, conseqüentemente, queda na produtividade.

Vários problemas dificultam o cultivo do tomateiro no Brasil, entre eles, os problemas nutricionais relacionado com o cálcio, como a podridão apical ou fundo preto, a qual tem provocado perdas consideráveis de frutos. O sintoma característico da deficiência de cálcio inicia-se com a flacidez dos tecidos da extremidade dos frutos, que evolui para uma necrose deprimida, seca e negra. O sintoma é conhecido como “podridão estilar” ou “fundo preto” (BRESOLIN et al., 2010).

O Cálcio tem sua mobilidade muito reduzida no floema e variações edafoclimáticas podem favorecer transporte via xilema deste elemento é dependente do fluxo transpiratório na planta, e mesmo em concentrações adequadas no solo ou em solução nutritiva, com um fluxo transpiratório reduzido, pode-se observar deficiência deste elemento (TAIZ; ZEIGER, 2013). O cálcio proporciona maior resistência das estruturas de sustentação das flores, ocorrendo diminuição do abortamento e aumento da produção.

A aplicação foliar de cálcio é justificada em função da sua pouca solubilidade na planta e a baixa concentração no floema. Os sintomas de deficiência deste nutriente, que aparecem em frutos, se devem ao fato dos tecidos serem supridos por cálcio pela corrente transpiratória, que transporta o nutriente diretamente da solução do solo, via xilema, até as folhas e frutos. Se a concentração de cálcio na seiva do xilema for baixa ou a taxa de transpiração do fruto for pequena, como ocorre sob condições de baixa umidade no solo,

ocorre uma competição pelo cálcio entre as folhas e frutos, sendo que as primeiras transpiram mais.

Com os resultados do presente estudo foi possível observar que os nutrientes cálcio e boro exercem influências sobre os parâmetros avaliados neste estudo, com maior impacto sobre o rendimento e a qualidade dos frutos, sendo que o híbrido San Vitro apresentou maior incidência de podridão apical que o Netuno, mostrando que além destes elementos, o genótipo também influencia neste parâmetro avaliado.

No Rio Grande do Sul, o tomateiro é cultivado tradicionalmente na safra de primavera, quando as condições de temperatura e de radiação em elevação são as mais adequadas para o crescimento das plantas. Porém, os preços mais elevados desta hortaliça, historicamente, ocorrem no outono quando há dificuldades para o seu cultivo. Devido, primeiramente, às elevadas temperaturas do início do outono e, logo, às baixas temperaturas do final desta estação, associadas à menor disponibilidade radiativa do período, a qual pode chegar a ser limitante (PERIN et al., 2013).

A época primavera-verão é mais recomendada para cultivo de tomate à campo no Rio Grande do Sul, pois apresenta as melhores condições para desenvolvimento da cultura. A época verão-outono é período de entressafra na região, onde os fatores limitantes são a ocorrência de elevadas temperaturas do início do outono e, logo, às baixas temperaturas do final desta estação, associadas à menor disponibilidade radiativa do período, a qual pode chegar a ser limitante, diminuindo a produção e partição dos fotoassimilados, consequentemente menor produtividade e qualidade dos frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M.A.R. **Produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 400p, 2004.

BERNARDES, L.; et al. **Fenologia de *Cucurbita pepo* l. em diferentes condições de luminosidade**. XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba . 2011.

BRESOLIN, M. et al. O cultivo do tomate industria na região da serra do nordeste do Estado do Rio Grande do Sul- Porto Alegre: FEPAGRO; Caxias do Sul, RS: UCS, 2010.102 p.; 21 cm- **Boletim técnico**

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em 28 de Fevereiro de 2013. (2013)

FERRAZ, D.K.; ARTES, R.; MANTOVANI,W.;MAGALHÃES, L.M. Fenologia de árvores emfragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.59, n.2, p.305-317, 1999.

FERNANDES, M.B. et al. Produção de mudas de pimentão em diferentes recipientes e épocas de avaliação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.1, jul.ago. 2006.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FONTES, P.C.R.; SILVA, D.J.H. Cultura do tomate. In: FONTES, P.C.R. (Ed.). **Olericultura**: teoria e pratica. Vicosá, MG: UFV, 2005. p. 457- 475.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, v.25 n.02 p.1-88 fev.2012.

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

LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C.; REIS, A.; INOENAGATA, A.; QUEZADO-DUVAL, A.M.; HENZ, G.P.; CHARCHAR, J.M.; BOITEUX, L.S.; GIORDANO, L.B.; MELO, P.C.T. **Doenças do Tomateiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 151p. 2005.

MAGALHÃES, J.R. **Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças**. Embrapa, p.35-38, 1988.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, H.R. da; SILVA, W.L.C. **Irrigação do tomateiro para processamento**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. 24 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MÜHLING, K.H.; LAUCHLI, A. Effect of salt stress on growth and compartmentation in leaves of two plants species differing in salt tolerance. **Journal of Plant Physiology**, v. 159, p. 137-146, 2002.

NEITZKE, R.S.; BUTTOW, M.V. Tomate: presente dos astecas para a gastronomia mundial. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. (Coord.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 35, p. 803-818.2008.

PERIN, L.; MARQUES, G.N.; PEIL, R.M.N. **Alta densidade de plantio e limitação do número de cachos florais para a cultura do tomateiro cereja em cultivo de outono**. XXII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas. 2013.

SANTOS, I.S.; BARBEADO, C.J.; PIPITAI, R.; FERREIRA, S.M.; NAKAGAWA, J. Estudo da relação CaxB na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.8,p.19-23,1990.

SANTOS, F.F.B. et al. Desempenho agrônômico de híbridos F₁ de tomate de mesa. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.304-310, 2011.

SANTOS, L.S. **Seleção de linhagens F₅ de tomateiro em dois sistemas de cultivo sob temperaturas elevadas**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 5ªed. 719p.