

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**RELAÇÃO K:Ca:Mg NA SOLUÇÃO NUTRITIVA PARA O CULTIVO  
DE MINI TOMATE EM SUBSTRATO**

**CAMILA ABRAHÃO**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU-SP

Fevereiro – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**RELAÇÃO K:Ca:Mg NA SOLUÇÃO NUTRITIVA PARA O CULTIVO  
DE MINI TOMATE EM SUBSTRATO**

**CAMILA ABRAHÃO**

**Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas**

Co-orientador: Prof. Dr. Leonardo Theodoro Bull

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU-SP

Fevereiro – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO -  
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA  
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Abrahão, Camila, 1981-  
A159r Relação K:Ca:mH a solução nutritiva para o cultivo de mini tomate em  
substrato / Camila Abrahão. - Botucatu : [s.n.], 2011  
xi, 86 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual  
Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu,  
2011

Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas  
Co-orientador: Leonardo Theodoro Bull  
Inclui bibliografia

1. Cultivo protegido. 2. Fertirrigação. 3. Fibra de coco. 4. Nutrição  
de plantas. 5. *Solanum lycopersicum*. I. Villas Boas, Roberto Lyra. II. Bull,  
Leonardo Theodoro. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita  
Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

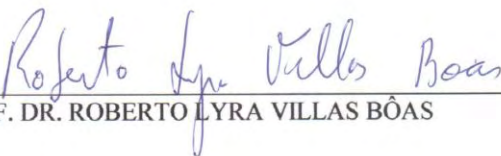
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “RELAÇÃO K:Ca:Mg NA SOLUÇÃO NUTRITIVA PARA O CULTIVO DE MINI  
TOMATE EM SUBSTRATO”

ALUNA: CAMILA ABRAHÃO

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS  
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. LEONARDO THEODORO BÜLL

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

  
\_\_\_\_\_  
PROFª DRª SIMONE DA COSTA MELO

Data da Realização: 23 de fevereiro de 2011.

*Aos meus queridos pais, Gilmar e Monica,  
Que sempre me apoiaram, incentivaram e acompanharam todos os meus passos  
Obrigada pela força, compreensão e dedicação  
Pelo amor incondicional  
Por fazer de mim o que sou hoje*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente na minha vida, me iluminando e me guiando.

À Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, Câmpus de Botucatu, por ter propiciado condições para a realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas pela orientação, pela oportunidade, pela confiança no meu trabalho, pelos conhecimentos transmitidos, pela motivação e sobretudo pela amizade.

Ao Prof. Dr. Leonardo Theodoro Bull, pela colaboração, orientação e por acreditar no meu trabalho.

A Profa. Dra. Simone da Costa Mello pelo apoio na realização deste trabalho e pela amizade.

Ao Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes pela colaboração, incentivo e apoio durante a realização deste trabalho.

À Profa. Dra. Regina Marta Evagelista, pelos ensinamentos e pela colaboração.

Aos meus avós, Antonio e Clara, que sempre estiveram ao meu lado com muito amor, carinho e dedicação.

Ao meu irmão Vitor, por toda ajuda, por todo apoio e pelo amor eterno.

Ao Beto, pela paciência, compreensão, força, e pelo imenso amor que tenho por ele.

A Elisabeth pelo incentivo, força e carinho.

À toda minha família pela motivação, apoio e amor.

Aos funcionários do Departamento de Recursos Naturais – Ciência do Solo, pela grande colaboração e amizade.

Aos funcionários da Horticultura, pela ajuda prestada.

Aos funcionários da Biblioteca, pela colaboração e pela enorme atenção.

As empresas Sakata e Agrototal Holambra, pelo material concedido e auxílio durante a realização deste trabalho.

Aos meus amigos da ESALQ, Daniele Balestrin, Rafael Campagnol, Mateus Donegá, Mariele Piovesan e João Dórea, que contribuíram para a realização da pesquisa.

Aos amigos da FCA Almecina Balbino, Anamaria Ramos, Amanda Amaro, Caroline Mateus, Elisa Adriano, Everton, Ezequiel do Carmo, Felipe Magro, Fátima Checheto, Felipe Palangana, Humberto Sampaio, Jennifer Búfalo, João Paulo Dias, Leandro Caixeta, Leticia Foratto, Livia Carribeiro, Luiz Victor Sanches, Manoel Xavier, Maria Augusta Tremocoldi, Maria Isabela Ferreira, Marli Koyanagui, Mauricio Andrião, Mauricio Oliveira, Milena Borguini, Ricardo Lamberti, Rosangela Santos, Vinícius de Castro Silva e Willian Takata, por todo apoio, ajuda, carinho e amizade.

Aos amigos eternos que estarão sempre no meu coração.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1. A cultura do tomate.....	7
2.1.1. Origem.....	7
2.1.2. Aspectos morfológicos.....	7
2.1.3. Qualidade e características do fruto.....	8
2.1.4. Minitomate.....	10
2.1.5. Função e importância do potássio na cultura do tomate.....	11
2.1.6. Função e importância do cálcio na cultura do tomate.....	12
2.1.7. Função e importância do magnésio na cultura do tomate.....	13
2.1.8. Relação entre potássio, cálcio e magnésio.....	14
2.2. Fertirrigação.....	15
2.3. Solução Nutritiva.....	16
2.4. Substrato.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Localização.....	21
3.2. Ambiente protegido.....	21
3.3. Dados meteorológicos durante os períodos experimentais.....	22
3.4. Tratamentos e delineamento experimental.....	23
3.5. Instalação do sistema.....	24
3.6. Qualidade da água.....	25
3.7. Sistema de condução do tomateiro.....	26
3.8. Característica das cultivares.....	26
3.9. Manejo do sistema.....	27
3.9.1. Soluções nutritivas.....	27
3.9.2. Preparo das soluções nutritivas.....	28
3.9.3. Manejo da irrigação.....	29
3.9.4. Manejo da solução nutritiva.....	29
3.9.5. Manejo do substrato.....	30
3.10. Tratos culturais.....	34
3.11. Características avaliadas.....	35
3.11.1. Substrato.....	35
3.11.2. Altura dos cachos.....	36
3.11.3. Índice de cor verde (ICV).....	36
3.11.4. Teor de nutrientes nas folhas.....	36
3.11.5. Análise da seiva.....	37
3.11.6. Produção.....	37
3.11.7. Qualidade dos frutos.....	37
3.11.8. Eficiência do uso da água.....	38
3.12. Análise estatística.....	38



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1. Experimento 1.....	39
4.1.1. Condutividade elétrica (CE) e pH da solução do substrato.....	39
4.1.2. Altura dos cachos.....	41
4.1.3. Intensidade de cor verde (ICV).....	43
4.1.4. Estado nutricional das plantas.....	46
4.1.5. Produção, número de frutos por planta e peso médio de frutos.....	49
4.1.6. Qualidade dos frutos.....	51
4.1.7. Eficiência do uso da água.....	55
4.2. Experimento 2.....	57
4.2.1. Condutividade elétrica (CE) e pH do substrato.....	57
4.2.2. Altura dos cachos.....	60
4.2.3. Intensidade de cor verde (ICV).....	61
4.2.4. Estado nutricional das plantas.....	63
4.2.5. Análise da seiva.....	66
4.2.6. Produção, número de frutos por planta e peso médio de frutos.....	67
4.2.7. Qualidade dos frutos.....	68
4.2.8. Eficiência do uso da água.....	70
4.3. Considerações finais.....	71
5. CONCLUSÕES.....	74
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores médios mensais de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar (%) máxima e mínima no 1º ciclo de cultivo. Botucatu, SP. 2010.....	22
Figura 2. Valores médios mensais de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar (%) máxima e mínima no 2º ciclo de cultivo. Botucatu, SP. 2010.....	23
Figura 3. Visualização do conjunto moto-bomba (A) e das linhas de irrigação (B) utilizados no 1º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	24
Figura 4. Visualização dos três conjuntos moto-bombas (A) e das linhas de irrigação (B) utilizados no 2º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	25
Figura 5. Cultivares utilizadas nos dois ciclos de cultivo, Sweet Grape (A) e Sweet Million (B). Botucatu, SP. 2010.....	27
Figura 6. Relação sólidos – ar – água do substrato fibra de coco utilizado no cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	32
Figura 7. Sistema de tutoramento de plantas de mini tomate com uma haste. Botucatu, SP. 2010.....	35
Figura 8. Variação no índice SPAD em folhas de Sweet Grape e de Sweet Million, nos diferentes períodos amostrados, no 1º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	45
Figura 9. Folha de mini tomate com sintomas de salinização. Botucatu, SP. 2010.....	53
Figura 10. Variação no índice SPAD em folhas de Sweet Grape e de Sweet Million, nos diferentes períodos amostrados, no 2º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de pH e condutividade elétrica (CE) ( $\text{dS m}^{-1}$ ) na água utilizada para a irrigação e composição das soluções nutritivas no cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	25
Tabela 2. Teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cl, B, Cu, Fe, Mn e Zn ( $\text{mg L}^{-1}$ ) na água utilizada para a irrigação e composição das soluções nutritivas no cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	26
Tabela 3. Relações K:Ca:Mg nas soluções nutritivas para o desenvolvimento de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	28
Tabela 4. Valores médios de condutividade elétrica (CE) e de pH para as diferentes soluções nutritivas no cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	29
Tabela 5. Valores de pH e CE ( $\text{dS m}^{-1}$ ) em substrato fibra de coco utilizado no 1º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	31
Tabela 6. Teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn ( $\text{mmolc dm}^{-3}$ ) em substrato fibra de coco utilizado no 1º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	31
Tabela 7. Valores de pH e CE ( $\text{dS m}^{-1}$ ) em substrato fibra de coco utilizado no 2º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	33
Tabela 8. Teores de K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn, Na e CTC ( $\text{mmolc dm}^{-3}$ ) em substrato fibra de coco utilizado no 2º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	33
Tabela 9. Valores médios de condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ) (CE) e pH da solução do substrato de plantas de mini tomate, obtidos através do lixiviado, analisados aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	40
Tabela 10. Interação relação x cultivar, para a variável condutividade elétrica (CE), em plantas de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	41
Tabela 11. Valores médios de altura dos cachos (cm) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	42
Tabela 12. Interação relação x cultivar para altura do 1º cacho em plantas de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.....	43

Tabela 13. Valores médios para a intensidade de cor verde (ICV) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares, nos diferentes períodos amostrados. Botucatu, SP. 2010.....	44
Tabela 14. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de mini tomate, analisados aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	46
Tabela 15. Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas folhas de mini tomate, analisados aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	48
Tabela 16. Valores médios de produção ( $\text{kg planta}^{-1}$ ), número de frutos por planta e peso médio dos frutos (g) em mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	50
Tabela 17. Valores médios de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), SS/AT e ácido ascórbico (AA) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	52
Tabela 18. Valores médios da eficiência do uso da água (EUA) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	55
Tabela 19. Valores médios de condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ) (CE) da solução do substrato de plantas de mini tomate, obtidos através do lixiviado, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares, nos diferentes períodos amostrados. Botucatu, SP. 2010.....	57
Tabela 20. Valores médios de pH da solução do substrato de plantas de mini tomate, obtidos através do lixiviado, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares, nos diferentes períodos amostrados. Botucatu, SP. 2010.....	59
Tabela 21. Valores médios de altura dos cachos (cm) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	60
Tabela 22. Valores médios para a intensidade de cor verde (ICV) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares, nos diferentes períodos amostrados. Botucatu, SP. 2010.....	61
Tabela 23. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de mini tomate, analisados aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	63
Tabela 24. Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas folhas de mini tomate, analisados aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	65

Tabela 25. Valores médios das concentrações de $\text{NO}^{-3}$ e de $\text{K}^{+}$ ( $\text{mg L}^{-1}$ ) na seiva de plantas de mini tomate, analisados aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	66
Tabela 26. Valores médios de produção ( $\text{kg planta}^{-1}$ ), número de frutos por planta e peso médio dos frutos (g) em mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	67
Tabela 27. Valores médios de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), SS/AT e ácido ascórbico (AA) em mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu-SP. 2010.....	69
Tabela 28. Valores médios da eficiência do uso da água (EUA) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.....	71

## RESUMO

O consumo de mini tomate tem crescido nos últimos anos, devido à maior exigência dos consumidores em qualidade e diversidade de produtos. Dessa forma, o manejo da solução nutritiva é um fator crucial para a obtenção de elevada produção e qualidade do tomateiro, incluindo as concentrações e as relações entre os elementos. O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar seis relações entre K, Ca e Mg na produção e na qualidade de duas cultivares de mini tomate cultivadas em substrato, sob ambiente protegido, em duas épocas de cultivo. Os experimentos foram realizados na área experimental do Departamento de Recursos Naturais, Ciência do solo, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônômicas/Campus Botucatu-UNESP, no município de Botucatu, SP. O delineamento foi em blocos casualizados com quatro repetições e doze tratamentos, compostos por duas cultivares de mini tomate (Sweet Million e Sweet Grape) e seis relações K:Ca:Mg (4:3:1, 6:3:1, 6:4,5:1, 2,7:3:1, 2,7:2:1, 4:2:1) nas soluções nutritivas. Observou-se que as diferentes relações K:Ca:Mg não influenciaram na produção e nas características de qualidade das diferentes cultivares de mini tomate cultivadas em substrato. Foi verificado aumento da CE da solução do substrato ao longo do ciclo de cultivo. O ICV apresentou tendência crescente ao longo dos ciclos de cultivo, sendo que o índice SPAD variou de 35,8 a 56,1. Os teores de macro e micronutrientes apresentaram valores semelhantes em ambos os experimentos. A

cultivar Sweet Million apresentou maior produção, maior número de frutos, porém a cultivar Sweet Grape apresentou frutos com peso médio maior. A cultivar Sweet Million apresentou maior eficiência no uso da água.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*, Fertirrigação, Fibra de coco, Nutrição de plantas, Cultivo protegido

**RELATIONSHIP K: Ca: Mg IN NUTRIENT SOLUTION TO THE CULTIVATION MINI TOMATO IN SUBSTRATE.** Botucatu, 2011. 86p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

Author: CAMILA ABRAHÃO

Adviser: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Co-Adviser: LEONARDO THEODORO BULL

## **SUMMARY**

Mini tomato has grown in recent years due to increased consumer demand for quality and product diversity. Thus, the management of nutrient solution is a crucial factor for obtaining high yield and quality of the tomato, including the concentrations and the relationships between elements. This study was carried out to evaluate six relationships among K, Ca and Mg on yield and quality in mini tomato grown in substrate, in a greenhouse, in two cropping seasons. The experiments were conducted at the experimental area of the Departamento de Recursos Naturais, Ciência do Solo, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, em Botucatu, SP. The design was a randomized block design with four replicates and twelve treatments in two tomato cultivars (Sweet Grape and Sweet Million) and six ratios K:Ca:Mg (4:3:1; 6:3:1; 6:4,5:1; 2,7:3:1; 2,7:2:1; 4:2:1) in nutrient solutions. It was observed that the various K: Ca: Mg did not influence the production and quality characteristics of different cultivars of mini tomato grown in substrate. The EC of the solution of the substrate showed an increase during the crop cycle. The ICV showed increasing trend during the crop cycles, and the SPAD index ranged from 35.8 to 56, 1. The contents of macro and micronutrients were very similar in both experiments. Sweet Million cultivar showed higher yield, more fruit, but the Sweet Grape cultivar showed higher average fruit weight. Sweet Million cultivar showed greater efficiency in water use.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, fertigation, coconut fiber, plant nutrition, protected cultivation



## 1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças mais importantes no Brasil e no mundo. Um dos principais fatores para a expansão da cultura é o crescimento do consumo. Entre 1985 e 2005, a demanda mundial *per capita* de tomate cresceu cerca de 36% (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007). Segundo o FAOSTAT (FAO, 2010), no ano de 2009, a produção mundial de tomate foi por volta de 141 milhões de toneladas provenientes de aproximadamente 5 milhões de hectares.

O Brasil é o nono maior produtor mundial de tomate, sendo o Estado de Goiás o maior produtor do país, seguido pelo Estado de São Paulo, que em uma área de 11.234 hectares, produziu 770.804 toneladas, representando 20% da produção nacional em 2008 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2009). De acordo com o FAOSTAT, em 2009, em uma área de aproximadamente 65,9 mil hectares a produção total brasileira foi em torno de 4,2 milhões de toneladas (FAO, 2010).

Dentre as diversas cultivares de tomate, a demanda e a oferta pelo mini tomate têm aumentado nos últimos anos, pois além de ser muito saboroso, é bastante atrativo, sendo muito utilizado na ornamentação de pratos e no preparo de saladas. Para os produtores, o interesse em cultivar esse grupo de tomate se deve ao alto valor agregado no mercado.

Atualmente, as exigências do mercado por produtos de alta qualidade e diferenciados estimulam os produtores a buscarem novas tecnologias e o aprimoramento das práticas de manejo do tomateiro.

Dentre os sistemas de produção, o cultivo em substratos, quando comparado ao cultivo convencional, possibilita a obtenção de produtos de melhor qualidade devido entre outros fatores, a maior uniformidade na aplicação de água e nutrientes (FAQUIN et al., 1996; HAO et al., 2000; DUMAS et al., 2003), além de diminuir os impactos ambientais causados pela lixiviação destes (STANGHELLINI et al., 1998).

O cultivo de mini tomate vem sendo realizado, principalmente, em substrato sob ambiente protegido, mas o sucesso do cultivo em substrato depende da otimização de diversos fatores, dentre os quais se destacam as práticas de irrigação e nutrição das plantas (SOARES et al., 2005). Todos os nutrientes devem ser fornecidos em níveis compatíveis às exigências de cada espécie ou cultivar e de acordo com a sua fase de desenvolvimento (HAAG et al., 1993). Assim, as concentrações de nutrientes na solução são essenciais para elevar a produtividade e melhorar a qualidade do produto (FURLANI et al., 1999; DORAIS et al., 2001).

O excesso de nutrientes minerais pode conduzir à salinização e/ou antagonismo entre os nutrientes, com efeitos negativos sobre a produção. Uma das alternativas para facilitar o manejo da nutrição mineral das hortaliças consiste em empregar o cultivo em substratos com o uso da fertirrigação (CTIFL, 1998; CORTÉS, 1999).

O cultivo em substratos com a utilização da fertirrigação promove o aumento da produtividade e da qualidade dos frutos produzidos, pois possibilita às plantas a quantidade de nutrientes adequada para cada estágio de desenvolvimento da cultura (CHARLO et al., 2009).

A fertirrigação é uma técnica que vem crescendo, principalmente devido à economia de fertilizantes por unidade produzida, da redução da mão-de-obra e da melhor uniformidade de distribuição de nutrientes (ELOI et al., 2007).

Sabe-se que um nutriente pode afetar a absorção e a distribuição de outros elementos por competição, como ocorre entre os íons potássio ( $K^+$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e

magnésio ( $Mg^{2+}$ ). Os cátions monovalentes são absorvidos mais rapidamente pelas raízes do que os divalentes. O potássio compete fortemente na absorção de cálcio e de magnésio. Assim, a relação adequada entre eles é fundamental para tornar máxima a absorção desses elementos, uma vez que o excesso de Ca também pode reduzir a absorção de K e de Mg (ASSIS, 1995; PAIVA et al., 1998).

No cultivo de mini tomate há falta de informações sobre as relações entre potássio, cálcio e magnésio em solução nutritiva, principalmente no cultivo em substratos, onde a carência de pesquisas é ainda maior. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos de seis relações K:Ca:Mg na solução nutritiva sobre o desenvolvimento, a produção e a qualidade de duas cultivares de mini tomate cultivadas em substrato fibra de coco, sob ambiente protegido, em duas épocas de cultivo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 A cultura do tomate**

#### **2.1.1 Origem**

O tomateiro apresenta como centro de origem a região andina, abrangendo Colômbia, Peru, Equador, Bolívia e Chile (ESQUINAS-ALCANZAR; NUEZ VINALS, 2001), sendo domesticado no México (ALVARENGA, 2004). Em meados do século XVI foi introduzido na Espanha, e posteriormente por toda a Europa (FANTOVA, 2006). No Brasil, a introdução ocorreu no século XIX, por imigrantes europeus, sendo que a sua difusão e incremento no consumo ocorreu após a primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (ALVARENGA, 2004).

#### **2.1.2 Aspectos Morfológicos**

O tomateiro é uma planta dicotiledônea, pertencente à família Solanaceae, gênero *Lycopersicon* (JONES, Jr., 1999). Seu sistema radicular é do tipo

pivotante, podendo chegar a até 1,5 m de profundidade. O caule da planta jovem de tomateiro é ereto, herbáceo, suculento e coberto por pelos glandulares, que com o crescimento da planta se torna lenhoso e fino, não suportando o peso da planta em posição ereta (PINTO; CASALI, 1980). As folhas são alternadas, compostas por número ímpar de folíolos, sendo peciolados e apresentam bordas serrilhadas. As flores são de coloração amarela, hermafroditas e autógamas. Os frutos são bagas carnosas de tamanhos e formatos variados, sendo divididos internamente em lóculos (SASAKI; SENO, 1994).

O tomateiro é uma planta perene, de porte arbustivo, sendo cultivada anualmente. Pode ser conduzida na forma rasteira, semi-rasteira e ereta. Apresenta dois hábitos de crescimento, sendo limitado nas variedades de crescimento determinado e ilimitado nas variedades de crescimento indeterminado (ALVARENGA, 2004). A floração e a frutificação ocorrem simultaneamente com o desenvolvimento vegetativo (FILGUEIRA, 2005).

É uma planta de clima tropical de altitude que se adapta a quase todos os tipos de clima, não tolerando, porém, temperaturas muito elevadas. Por isso, o tomateiro pode ser cultivado em várias partes do mundo (LOPES; ESTRIPARI, 1998).

O gênero *Lycopersicon* apresenta grande variabilidade possibilitando o desenvolvimento de diferentes cultivares que atendem os mais diversos segmentos de mercado de tomate para processamento industrial e para consumo *in natura* (GIORDANO; RIBEIRO, 2000).

### **2.1.3 Qualidade e características do fruto**

Os frutos apresentam 90% de água, são ricos em fibra e licopeno, e as sementes apresentam elevadas concentrações de ácidos graxos insaturados (FANTOVA, 2006). Segundo Alvarenga (2004), a composição dos frutos varia de acordo com a cultivar, nutrição e condições ambientais e de cultivo as quais foram submetidos. Apresentam baixo valor calórico e teor de matéria seca, sendo muito rico em cálcio e vitamina C. Os sólidos

solúveis totais apresentam maior acúmulo na fase final de maturação e são constituídos de 65% dos açúcares (sacarose e frutose).

Segundo Anza et al. (2006) a qualidade do tomate baseia-se, entre outros fatores, às suas características físico-químicas, sendo a qualidade nutricional caracterizada pelos inúmeros parâmetros responsáveis por propriedades intrínsecas à saúde humana.

A aparência, o “flavor” (sabor e aroma), a textura e o valor nutritivo são atributos importantes na qualidade dos frutos, sendo a aparência o fator de qualidade mais importante do ponto de vista da comercialização (CHITARRA, 2005).

O sabor do tomate é atribuído ao conteúdo de sólidos solúveis (ANTHON; BARRET (2003), de ácidos e de compostos voláteis (KRUMBEIN; AUERSWALD, 1998). Aproximadamente 400 compostos voláteis já foram identificados em frutos de tomates (WHITELD; LAST, 1993). Segundo Jones e Scott (1984), a maior contribuição para o sabor e conseqüente aceitabilidade, é dada pelos valores totais de açúcar e ácido encontrados nos frutos. O teor de açúcares geralmente aumenta com o amadurecimento dos frutos por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos, sendo os valores médios para hortaliças de 2% a 5%. O teor de sólidos solúveis totais é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, aumentando à medida que esses teores se acumulam nos frutos (CHITARRA, 2005). Segundo Hewitt et al. (1982), observaram que a área foliar, o número de frutos, a taxa de assimilados exportados pelas folhas, a taxa de assimilados importados pelos frutos, e o metabolismo do carbono no fruto são os fatores que mais influenciam o conteúdo de sólidos solúveis totais em tomate.

A acidez titulável (AT) nos tomates atinge o máximo nos primeiros sinais de coloração amarela, e reduz progressivamente com o avanço da maturação (HOBSON, 1993). Entre os principais ácidos orgânicos encontrados em frutos de tomate, o mais abundante é o ácido cítrico, que corresponde aproximadamente 90% do total da acidez titulável (SIMANDLE et al., 1966).

Após a formação do fruto, o pH sofre redução durante o crescimento até o estágio verde-maduro, aumentando ligeiramente durante o amadurecimento (AL-SHAIBANI; GREIG, 1979).

O pH, assim como a acidez titulável (AT) e os sólidos solúveis totais (SST), sofre a influência de fatores tais como a cultivar (LOWER; THOMPSON, 1996) e a época de colheita (AL-SHAIBANI; GREIG, 1979).

#### **2.1.4 Mini tomate**

Desde a sua domesticação no México, até sua aceitação e cultivo na Europa e Estados Unidos em meados do século XIX, o tomateiro vem sofrendo seleções, com consequente melhoria na qualidade dos frutos (NAGAI, 1989). Dentre os vários tipos de tomate, os mini tomates pertencem a um novo grupo de cultivares de tomate para mesa, tendo recentemente crescido em importância nos mercados das grandes cidades no final da década de 90 (FILGUEIRA, 2005). Os mini tomates pertencem a um determinado grupo de tomate, o grupo cereja, que segundo Alvarenga (2004), esse grupo poderia ser denominado mini tomate, pois existem variedades que fogem ao padrão do chamado tomate-cereja, seja pelo formato, que pode ser ovalado, periforme ou redondo, ou pela coloração, podendo ser amarela, laranja ou vermelha.

O mini tomate é considerado uma hortaliça exótica, sendo incorporada em cardápios de restaurantes por serem pequenos e delicados, trazendo novos sabores e enfeites aos pratos e aperitivos, com vantagem de ter tamanho reduzido evitando desperdício (MACHADO et al., 2003). A utilização do mini tomate como adorno, aperitivo e na confecção de pratos diversos é mais uma opção de consumo dessa hortaliça (GUSMÃO et al., 2000a).

As plantas desse grupo de tomates apresentam crescimento indeterminado, sendo bastante vigorosas. Os frutos são muito pequenos variando em números de 15 a 50 por rácimo, com peso de 10 g a 30 g (DÍEZ NICLOS, 1995).

Sob o aspecto econômico esse grupo de tomate alcança grande aceitação pelos consumidores (GUSMÃO, 2003), com valores compensadores, apresentando grande vantagem em seu cultivo pelos agricultores (TRANI et al., 2003).

### **2.1.5 Função e importância do potássio na cultura do tomate**

O potássio é o cátion mais abundante no citoplasma, sendo altamente móvel na planta, e transportado a longas distâncias pelo xilema e floema, com importante papel no estado energético da planta, na translocação e no armazenamento de assimilados, além da manutenção da água nos tecidos vegetais (MARSCHNER, 1995). O K desempenha importante papel na regulação do potencial osmótico das células vegetais, controlando assim, a abertura e fechamento dos estômatos, e é responsável pela ativação de enzimas envolvidas na fotossíntese e na respiração (TAIZ; ZEIGER, 2009). Segundo Ernani et al. (2007), o K atua na síntese de carboidratos, de proteínas e de ATP, e também na resistência à incidência de pragas e doenças e na permeabilidade das membranas plasmáticas.

A energia do ATP produzido na respiração ou na fotossíntese é usada no acúmulo de potássio nas células guardas (MALAVOLTA, 2006). Segundo Moraes (2006), as plantas com teores adequados de potássio apresentam número e tamanho de estômatos maiores por unidade de área foliar, facilitando as trocas gasosas nos tecidos, pois o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos é dependente do fluxo de potássio nas células guardas, dessa forma plantas deficientes podem ter respostas estomáticas alteradas.

O K é responsável pelo amadurecimento uniforme e pelo aumento da acidez do fruto que são características importantes para a qualidade e sabor do fruto (HO; ADAMS, 1995). Sua influência na qualidade é devido à função de promover a síntese de fotossintatos e seu transporte para frutos, grãos, tubérculos e órgãos de armazenamento da planta, aumentando a conversão daqueles em amido, proteínas, vitaminas, óleos entre outros (MENGEL; KIRKBY, 1987).

O potássio não faz parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica na planta (MEURER, 2006), encontra-se como cátion livre ou adsorvido, podendo ser



facilmente deslocado nas células ou tecidos da planta (LINDHAUER, 1985) e remobilizado para as folhas mais jovens (TAIZ; ZEIGER, 2009). Assim, como a concentração de K no floema é alta e os solutos podem ser transportados para partes superiores e inferiores das plantas, o seu transporte à longa distância ocorre com facilidade, sendo que os órgãos preferencialmente supridos pelo floema como as folhas novas, os tecidos meristemáticos e os frutos frescos, apresentam altas concentrações de K (MENGEL; KIRKBY, 1987; MARSCHNER, 1995). Dessa forma, a deficiência desse macronutriente é observado inicialmente nas folhas mais velhas com clorose e posterior necrose das margens e pontas das folhas (MALAVOLTA, 2006).

### **2.1.6 Função e importância do cálcio na cultura do tomate**

O cálcio é um nutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, pois participa de vários processos fisiológicos e de biossíntese (ALBINO-GARDUÑO et al., 2008). Faz parte dos pectatos, que são constituintes da parede celular, sendo também responsável pela ativação de algumas enzimas relacionadas com o metabolismo do fósforo, interferindo na permeabilidade das membranas protoplasmáticas, no desenvolvimento das raízes e na fosforilação fotossintética (CARVALHO et al., 2004). O cálcio é utilizado no fuso mitótico durante a divisão celular e também apresenta a função de mensageiro secundário ligando-se à calmodulina, uma proteína encontrada no citosol das células vegetais, na qual o complexo calmodulina-cálcio é responsável pela regulação de vários processos celulares, como o controle de transcrição, sobrevivência celular e liberação de sinais químicos (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O cálcio é absorvido pelas raízes como íon  $\text{Ca}^{2+}$  (KIRKBY, 1984). Segundo Prado (2008), a maior parte do Ca está presente na forma insolúvel como pectato de Ca, constituindo a lamela média das paredes celulares. Sendo encontrado também na forma de sais de Ca de baixa solubilidade, como oxalato, carbonato, sulfato, fosfato, silicato, citrato, tartarato e malato.

A insolubilidade dos compostos de Ca justifica a baixa mobilidade no floema, com conseqüente falta de redistribuição do Ca em condições de carência desse elemento, o que colabora com o aparecimento de sintomas de deficiência em partes mais novas das plantas (VITTI et al., 2006). A deficiência de Ca em tomates causa redução no tamanho das folhas, necroses das folhas novas e em casos extremos baixa produção (ADAMS; HOLDER, 1992), também é caracterizada pela podridão apical ou estilar dos frutos (CARVALHO et al., 2004).

### **2.1.7 Função e importância do magnésio na cultura do tomate**

O magnésio é constituinte da molécula de clorofila e apresenta a função de ativador de diversas enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas (CARVALHO et al., 2004). A maioria das enzimas fosforilativas requerem a presença do Mg, que forma uma ponte entre o ATP ou ADP e a enzima, sendo fundamental em vários processos como fotossíntese, respiração, sínteses de compostos orgânicos, absorção iônica e aprofundamento e expansão radicular (MARSCHNER, 1990). De acordo com Vitti et al. (2006), uma grande quantidade de Mg total da planta está envolvida na regulação do pH e no balanço cátion-ânion.

O magnésio apresenta grande mobilidade no floema, podendo ser redistribuído das folhas mais velhas para as mais novas (MALAVOLTA, 2006). Devido a sua mobilidade os sintomas de deficiência de Mg se manifesta através de clorose internerval, ocorrendo primeiramente nas folhas mais velhas (TAIZ; ZEIGER, 2009). De acordo com Sonneveld e Voogt (1991), a deficiência de Mg pode ter influência significativa sobre a queda na produtividade do tomateiro em casa-de-vegetação, sendo que a ótima absorção de Mg pelas folhas de plantas de tomate é fortemente afetado pelas condições climáticas como a irradiação solar, umidade e temperatura.

### 2.1.8 Relação entre potássio, cálcio e magnésio

A taxa de absorção de um íon pode ser afetada por outro, desde que estejam competindo diretamente pelo mesmo sítio carregador (MEURER, 2006), dependendo também da sua concentração na solução nutritiva, da sua permeabilidade na membrana e do seu mecanismo de absorção (MENGEL; KIRKBY, 1987). Dessa forma, o aumento de um determinado cátion na solução nutritiva pode afetar a absorção de outros nutrientes pela planta.

De acordo com Rosolem (2005), a interação K:Ca:Mg é de extrema importância, uma vez que esses três cátions apresentam-se dominantes na planta. O potássio compete fortemente na absorção de cálcio e de magnésio (PAIVA et al., 1998). O incremento da concentração de K na solução nutritiva apresenta efeito depressivo na absorção de Mg, porém o inverso não ocorre (FONSECA; MEURER, 1997). Segundo Jones Jr. (2005), o excesso de fertilizantes potássicos em solução nutritiva reduz a absorção de Ca, pois o K é preferencialmente absorvido e transportado na planta em relação ao Ca. O Ca compete efetivamente com o Mg, tornando sua taxa de absorção fortemente diminuída, isso se deve a alta energia de hidratação e ao maior tamanho do raio iônico do íon  $Mg^{2+}$  quando comparado com o íon  $Ca^{2+}$ . Por causa desta forte competição pode ser observada deficiência de Mg em plantas em que foram aplicadas altas doses de fertilizantes potássicos e cálcicos (MARSCHENER, 1995). Já Forster e Mengel (1969), relatam que a baixa concentração do K em solução nutritiva possibilitou uma maior absorção de Ca e Mg, pois não houve competição entre os nutrientes pelo sítio de absorção.

Fanasca et al. (2006) estudando três relações entre K:Ca:Mg, observaram que a solução nutritiva que apresentava a maior concentração de Ca (0,16K/0,68Ca/0,16Mg) possibilitou maior produção total e comercial dos frutos de tomate, assim como diminuiu a incidência de podridão apical. Em relação à massa seca e ao teor de sólidos solúveis, a solução nutritiva que apresentava a maior proporção de K (0,68K/0,16Ca/0,16Mg) foi responsável pelo aumento dessas características, além de maior síntese de licopeno.

Para Bar-Tal & Pressman (1996) a relação K/Ca de 2,5/3 para 10/3, em  $\text{mmol L}^{-1}$ , aumentou o número de frutos por planta com podridão apical que passou de 5,7 para 22,9. Hao & Papadopoulos (2003) obtiveram menores porcentagens de frutos com podridão apical com maiores relações Ca/Mg (7,5/0,8; 7,5/2,08; 7,5/3,3 e 7,5/4,6), em  $\text{mg L}^{-1}$ , em comparação com as relações menores (3,75/0,8; 3,75/3,3 e 3,75/4,6).

## 2.2 Fertirrigação

A fertirrigação é a prática de fertilização das culturas através da água de irrigação, sendo o melhor e mais eficiente método de adubação das culturas, pois combina a água e os nutrientes, que juntamente com a luz solar são os fatores mais importantes para o desenvolvimento e a produção das culturas (TRANI; CARRIJO, 2004).

Quando a fertirrigação é realizada através do sistema de irrigação por gotejamento e manejada corretamente apresenta maior economia e eficiência, pois a solução é aplicada na zona ativa das raízes, onde a água está sendo absorvida, dessa forma, a perda de fertilizantes por lixiviação e a salinização são menores (VILLAS BÔAS et al., 2002).

De acordo com Cadahia (1998), a fertirrigação é considerada como o fator de maior influencia no incremento da produção agrícola. Apresenta como vantagens maior economia e eficiência do uso da água e de fertilizantes, (PAPADOPOULOS, 1999), proporcionando maior eficiência de seu uso pelas plantas (PHENE et al., 1991; LOCASCIO et al., 1989), pois propicia maior flexibilidade na aplicação e no parcelamento de nutrientes de acordo com o estágio fenológico da cultura, contribuindo para o aumento da produtividade e redução do impacto ambiental.

Segundo Andriolo (1999), o principal objetivo do manejo da fertirrigação visa ajustar a oferta hídrica e nutricional à necessidade da planta, sendo que uma das dificuldades maiores no caso de plantas cultivadas em substrato consiste em estimar corretamente a frequência e a quantidade de água das irrigações.

A fertirrigação permite manter a disponibilidade de água e nutrientes próxima dos valores considerados ótimos ao crescimento e à produtividade da cultura. Dessa forma, a quantidade de nutrientes, parcelada ou não, deve ajustar-se às necessidades da cultura de acordo com cada estágio de desenvolvimento. Contudo, para o manejo da água deve evitar variações bruscas do potencial mátrico do substrato, principalmente nos períodos de elevada demanda evaporativa da atmosfera (ANDRIOLO et al., 1997).

### **2.3 Solução Nutritiva**

Segundo Cadahia (1998), para a ótima absorção dos nutrientes pelas plantas é necessário que estes se encontrem em concentrações e relações adequadas na solução nutritiva, evitando, dessa forma, fenômenos negativos devido ao potencial osmótico e o antagonismo entre os nutrientes dificultando a absorção pelas plantas.

Algumas características dos nutrientes como solubilidade, mobilidade e salinidade devem ser consideradas, pois à medida que os sais se acumulam no solo, as raízes apresentam maior dificuldade em absorver água, necessitando de maior energia, possivelmente desviando de processos metabólicos essenciais (VILLAS BÔAS et al., 1999).

Altas concentrações de solutos na zona radicular provocam diminuição da produção (SONNEVELD; WELLES, 1988; ADAMS; HO, 1989; ADAMS, 1991), podendo causar algumas desordens fisiológicas nos frutos (LI; STANGHELLINI, 2001). Porém, alguns autores afirmam que a salinidade pode aumentar a qualidade dos frutos de tomate (ADAMS; HO, 1989; MITCHELL et al., 1991), pois aumenta a vida de prateleira dos frutos e a firmeza, assim como seu sabor, devido ao aumento dos açúcares e dos ácidos, contudo a incidência de podridão apical é maior (CUARTERO; FERNÁNDEZ-MUÑOZ, 1999).

No manejo da solução nutritiva, fatores como temperatura, pH e condutividade elétrica da solução nutritiva devem ser monitorados e controlados periodicamente, sendo a faixa ótima em torno de  $24 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ; 5,5 a 6,5 e 1,5 a 4,0  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente (FURLANI et al., 1999).

De acordo com Martinez (2002) o controle do pH é importante para a manutenção da integridade das membranas e para evitar a precipitação de micronutrientes como ferro, boro e manganês ou fósforo. Já a condutividade elétrica encontra-se diretamente associada à concentração iônica e à absorção dos nutrientes pela cultura ao longo do seu ciclo de produção (MARSCHNER, 1995).

Lin e Stanghellini (2001) estudando os efeitos da condutividade elétrica e do potencial de transpiração na produção de tomate cultivado em ambiente protegido observaram que com o aumento da concentração de nutrientes na solução nutritiva, houve uma diminuição significativa da produção, principalmente por reduzir o tamanho dos frutos, apresentando como causa a redução da água importada pelos frutos, visto que a massa seca dos frutos não foi afetada pela alta concentração de solutos (condutividade elétrica) na zona radicular.

Analisando diferentes condutividades elétricas (2,0; 6,5; 8,0 e 9,5 dS m<sup>-1</sup>) e o potencial de transpiração no crescimento vegetativo de tomate, Li e Stanghellini (2001) observaram que as condutividades elétricas maiores que 6,5 dS m<sup>-1</sup> reduziram o tamanho das folhas, sendo que a área foliar individual reduziu 8% por dS m<sup>-1</sup> excedido, porém houve um leve aumento compensatório do número de folhas de 2% por unidade de CE.

A composição da solução nutritiva utilizada no cultivo em substrato deve ser determinada em função da concentração de absorção dos nutrientes pela planta e das interações entre os íons que a compõem (CAÑADAS, 1999; LOPEZ, 1998; LOPEZ; ALONSO, 1998; ALPI; TOGNONI, 1999), podendo ocorrer entre os diferentes íons ou entre os íons e as partículas do substrato, ocasionando antagonismos e/ou imobilizações de nutrientes (ANDRIOLO et al., 2003).

A maior parte dos cultivos de tomateiro em ambiente protegido no hemisfério Norte é realizada em substrato inerte, empregando solução nutritiva completa, que é fornecida diariamente de forma a suprir a demanda hídrica da cultura (CORTÉS, 1999).

## 2.4 Substrato

O aumento na demanda por hortaliças de alta qualidade e que possam ser comercializadas durante o ano todo tem contribuído para o investimento em novos sistemas de cultivo, visando uma produção adaptada a diferentes regiões e condições climáticas (CARRIJO et al., 2004). Para o cultivo de hortaliças, em diferentes regiões do país, existem várias tecnologias que podem ser recomendadas, e dentre elas o uso de substratos, promovendo melhor relação custo/benefício (LIZ; CARRIJO, 2008).

O uso de substratos como meio de cultivos das plantas demonstra grande avanço frente aos sistemas de cultivo no solo, pois oferece vantagens como o manejo mais adequado da água, a aplicação de nutrientes em concentrações e épocas apropriadas, a redução do risco de salinização do meio radicular e da ocorrência de problemas fitossanitários, promovendo benefícios na produção e na qualidade do produto final (ANDRIOLO et al., 1999).

O substrato deve apresentar algumas propriedades físicas e químicas intrínsecas importantes para sua utilização como, boa capacidade de retenção de água, na faixa de 1 a 5 kPa, alta disponibilização de oxigênio para as raízes, capacidade de manutenção da proporção correta entre fase sólida e líquida, alta capacidade de troca catiônica (CTC), baixa relação C/N, entre outras (MARTINEZ, 2002; FERNANDEZ; GOMES, 1999; MARTINEZ; BARBOSA, 1999).

O sucesso do cultivo em substrato depende da otimização de diversos fatores, dentre os quais se destacam as práticas de irrigação e nutrição das plantas (ANDRIOLO et al., 1997).

Segundo Minami (2000), o cultivo em substrato permite o cultivo em áreas restritas apresentando um melhor monitoramento da irrigação e da adubação, podendo ser manuseado, melhorado e reutilizado após a sua desinfestação.

Boodt e Verdonck (1972) estudando caracterizações de substratos para horticultura observaram que o substrato ideal deve possuir, no mínimo, 85% de seu volume em poros.

A escolha do tipo de substrato a ser utilizado varia de acordo com as necessidades de cada espécie, no entanto, é necessário ter maior atenção em relação às propriedades físicas do que as químicas do mesmo, já que as primeiras não podem ser facilmente modificadas. Os parâmetros físicos demonstram como fatores limitantes à cultura: a baixa condição de aeração e baixa disponibilidade de água, o que pode prejudicar principalmente o desenvolvimento do sistema radicular da planta (MILNER, 2001).

Existem vários tipos de substratos agrícolas, dentre eles a casca de coco que vem ganhando destaque na produção de hortaliças. De acordo com Carrijo et al. (2002) a água do coco verde é bastante consumida no Brasil e após o seu consumo, a casca é descartada gerando um grande volume de resíduo, provocando problemas nas cidades, pois apresenta lenta decomposição, em média oito anos. Em 1998, o volume em metros cúbicos de cascas de coco verde foi estimado em 560 milhões (CARRIJO et al., 2003). Dessa forma, uma alternativa para o aproveitamento desse resíduo é a sua utilização como substrato para a produção de mudas e para o cultivo das hortaliças, que além de reduzir os efeitos ambientais negativos, pode ainda favorecer a competitividade do segmento hortícola, maior remuneração ao produtor e maior qualidade de vida dos envolvidos (LIZ; CARRIJO, 2008).

De acordo com Aragão (2002), a demanda por fibra e pó de coco está aumentando significativamente e a tendência mundial é transformá-los de subprodutos em produtos principais do coco.

O pó de coco é um excelente material orgânico para formulação de substratos devido às suas propriedades de retenção de umidade, aeração do meio de cultivo e estimulador de enraizamento (NUNES, 2000). As boas propriedades físicas da fibra de coco, a sua não reação com os nutrientes da adubação, sua longa durabilidade sem alteração de suas características físicas, a possibilidade de esterilização, a abundância da matéria prima que é renovável faz da fibra de coco verde um substrato dificilmente superável por outro tipo de substrato, mineral ou orgânico no cultivo sem solo de hortaliças e flores (CARRIJO et al., 2002).

Carrijo et al. (2004) avaliando a produção das cultivares de tomate Larissa e TX em diferentes substratos, verificaram que as maiores produtividades foram



obtidas no substrato feito a partir da fibra da casca de coco ( $10,4 \text{ kg m}^{-2}$ ), possibilitando colheitas de uma tonelada a mais de frutos comercializáveis de tomate por hectare. Assim, a fibra de coco verde pode constituir um excelente substrato para o cultivo de tomate em ambiente protegido possibilitando obter-se alta produtividade com qualidade.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização**

Os experimentos foram conduzidos em ambiente protegido na área experimental do Departamento de Recursos Naturais, Ciência do Solo, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), no município de Botucatu/SP, cujas coordenadas planas são:  $x = 763.218,126$  m,  $y = 7.471.148,725$  m e altitude de 817,738 metros no Datum SAD 69. De acordo com a classificação de Koppen, o clima da região é Cfa, clima temperado quente (mesotérmico) úmido, e a temperatura mais quente do mês mais quente é superior a 22°C (CUNHA; MARTINS, 2009).

#### **3.2 Ambiente protegido**

A estufa agrícola utilizada foi do tipo arco com 7,0 m de largura e 25 m de comprimento, com altura do pé direito de 3,00 m, coberta com plástico anti-UV, e janelas superiores que foram abertas pela manhã e fechadas no final da tarde para controle da temperatura interna. No interior da estufa havia tela termo-refletora na altura do pé direito,

para permitir o controle da luminosidade. O solo da estufa foi revestido com lona plástica e as laterais cobertas com tela anti-afídeo.

### 3.3 Dados meteorológicos durante os períodos experimentais

A fim de caracterizar o ambiente protegido, os dados de temperatura e de umidade relativa do ar foram obtidos a partir de leituras realizadas em conjunto psicrométrico (termohigrômetro), localizado à posição central ao experimento, sendo manejado conforme o crescimento das plantas. As leituras foram efetuadas diariamente sempre no mesmo período, ou seja, entre 8:00 e 9:00 horas da manhã, em ambos os ciclos de cultivo.

Os valores médios máximos e mínimos mensais de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%), no 1º e 2º ciclo, constam nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

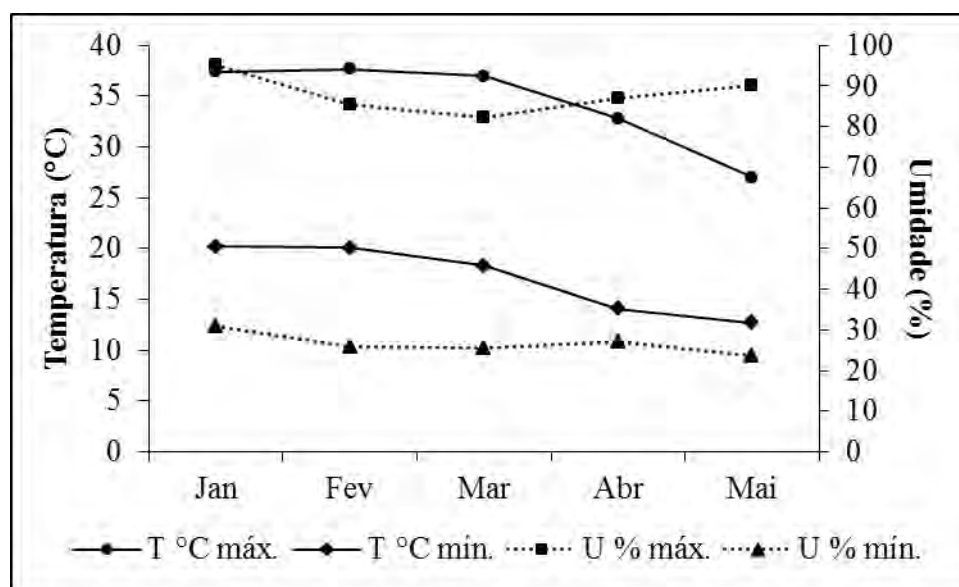


Figura 1. Valores médios mensais de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar (%) máxima e mínima no 1º ciclo de cultivo. Botucatu, SP. 2010.

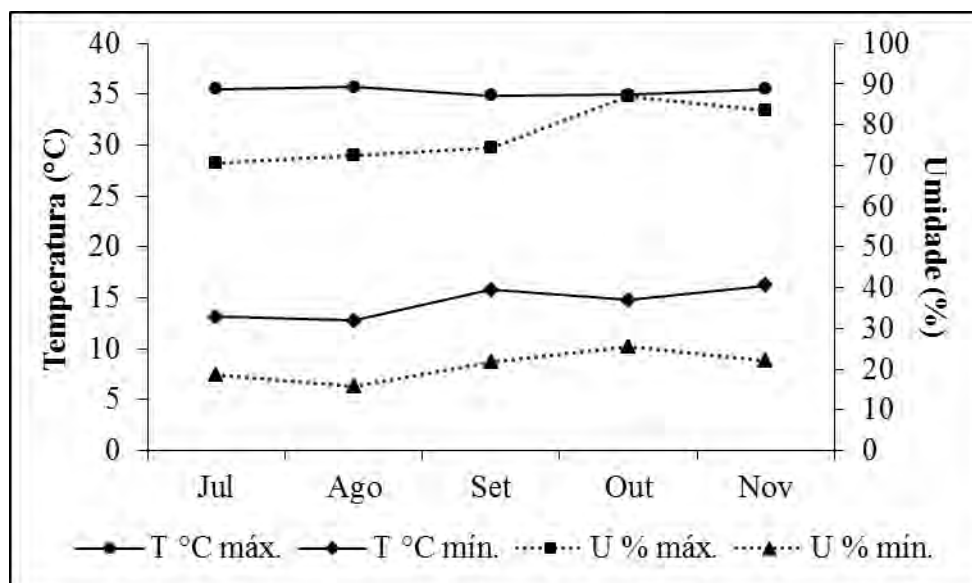


Figura 2. Valores médios mensais de temperatura máxima e mínima (°C) e de umidade relativa do ar (%) máxima e mínima no 2º ciclo de cultivo. Botucatu, SP. 2010.

Observa-se que no 1º ciclo de cultivo houve decréscimo da temperatura, sendo a maior média encontrada no mês de fevereiro.

Já no 2º ciclo de cultivo houve um aumento da temperatura mínima, em cerca de 8°C, cujo maior valor observado ocorreu no mês de novembro. Quanto à umidade relativa do ar, houve aumento durante o decorrer do ciclo de cultivo.

### 3.4 Tratamentos e Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com quatro repetições e doze tratamentos, composto por relações K:Ca:Mg (R1=4:3:1; R2=6:3:1; R3=6:4,5:1; R4=2,7:3:1; R5=2,7:2:1; R6=4:2:1) e duas cultivares de mini tomates (C1=Sweet Grape e C2=Sweet Million). As parcelas foram constituídas pelas diferentes soluções nutritivas e as subparcelas pelas cultivares. Cada parcela

foi composta por seis plantas, sendo divididas em subparcelas, que foram compostas por três plantas de cada cultivar.

### 3.5 Instalação do sistema

Para o primeiro experimento foi usado um conjunto moto-bomba de 0,5 CV, que alimentava as linhas de irrigação (um tratamento por vez), realizada por gotejadores autocompensantes, com vazão nominal de  $2 \text{ L h}^{-1}$  (Figura 3). Para o segundo experimento foi usado três conjuntos moto-bomba de 0,25 CV, que alimentavam as linhas de irrigação (três tratamentos por vez) (Figura 4). Os fertilizantes foram aplicados através da solução nutritiva que era preparada duas vezes por semana em reservatórios de 90 L, e aplicadas separadamente para cada tratamento, sendo controladas através de registros. Os reservatórios e a água de irrigação foram abastecidos por uma caixa d'água de 1000L.

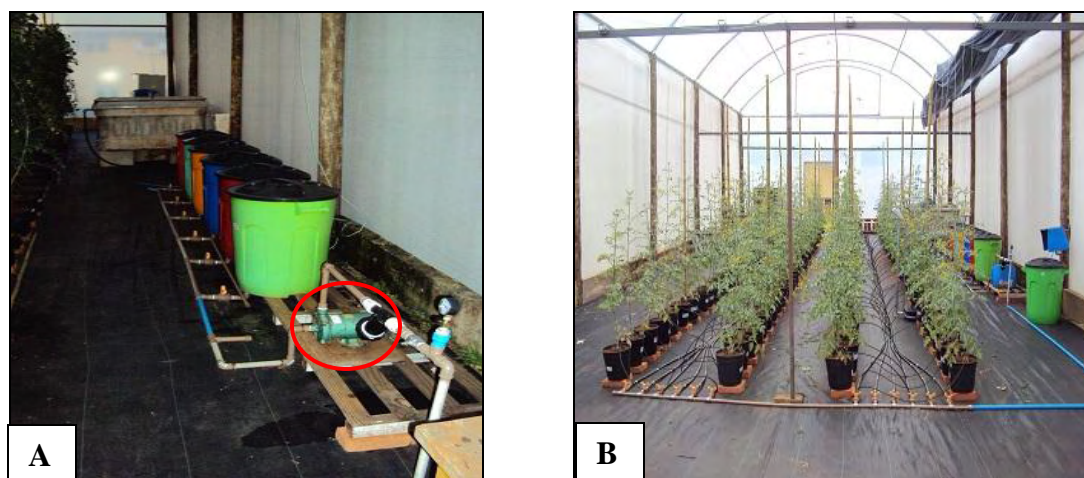


Figura 3. Visualização do conjunto moto-bomba (A) e das linhas de irrigação (B) utilizados no 1º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

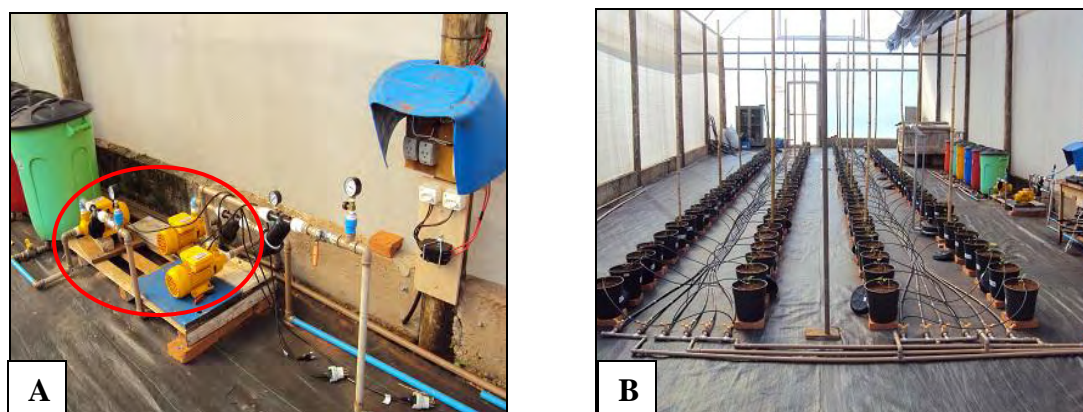


Figura 4. Visualização dos três conjuntos moto-bombas (A) e das linhas de irrigação (B) utilizados no 2º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

### 3.6 Qualidade da água

Para a avaliação da qualidade da água, foram coletadas amostras para as determinações dos parâmetros químicos, pH e condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ) a  $25^\circ\text{C}$  (Tabela 1), e concentrações em  $\text{mg L}^{-1}$  de N, P, K, Ca, Mg, S, Cl, B, Cu, Fe, Mn e Zn (Tabela 2).

Tabela 1. Valores de pH e condutividade elétrica (CE) ( $\text{dS m}^{-1}$ ) na água utilizada para a irrigação e composição das soluções nutritivas no cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

	pH	CE
		$\text{dS m}^{-1}$
<b>H<sub>2</sub>O</b>	7,32	0,07

Tabela 2. Teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cl, B, Cu, Fe, Mn e Zn ( $\text{mg L}^{-1}$ ) na água utilizada para a irrigação e composição das soluções nutritivas no cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	$\text{mg L}^{-1}$											
<b>H<sub>2</sub>O</b>	13	1	7	3	0	4	150	0,09	0	0	0	0,02

### 3.7 Sistema de condução do tomateiro

Os experimentos foram conduzidos durante os períodos de janeiro a junho e de julho a dezembro de 2010.

As mudas do primeiro experimento foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células preenchidas com fibra de coco. Foram transplantadas no dia 13/01/2010 para vasos de 8 litros preenchidos com substrato fibra de coco, no espaçamento de 0,30 metros entre plantas e 1,0 metros entre linhas.

As mudas do segundo experimento foram produzidas nas mesmas condições do que o primeiro experimento, sendo transplantadas no dia 27/07/2010.

### 3.8 Características das cultivares

Nos dois ciclos de cultivo foram utilizadas as cultivares Sweet Grape e Sweet Million (Figura 5).

**Sweet Grape:** cultivar do tipo uva de formato oblongo, coloração vermelho intenso. Os frutos têm peso médio de 10 a 20g. As plantas apresentam alto nível de resistência a *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* raça 1 (Fol1), *Tomato mosaic virus* (ToMV) estirpe Tm1, *Stemphylium solani* (Ss) e *Cladosporium fulvum* (Cf).

**Sweet Million:** cultivar do tipo cereja, com frutos de excelente sabor, coloração vermelha brilhante, de polpa espessa, formato arredondado, pesando em média 15-25 gramas. As plantas são resistentes a murcha de fusário raça 1 (*Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici*), mancha de estenfílio (*Stemphyllium solani*) e vírus do mosaico do tomateiro - estirpe 1 (ToMV.)



Figura 5. Cultivares utilizadas nos dois ciclos de cultivo, Sweet Grape (A) e Sweet Million (B). Botucatu, SP. 2010.

### 3.9 Manejo do sistema

#### 3.9.1 Soluções nutritivas

Em ambos os experimentos, todas as soluções nutritivas apresentaram as seguintes concentrações de N, S e P: 180 mg L<sup>-1</sup>, 85 mg L<sup>-1</sup> e 50 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. As relações entre os cátions (K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> e Mg<sup>++</sup>) constam na Tabela 3.



Tabela 3. Relações K:Ca:Mg nas soluções nutritivas para o desenvolvimento do tomateiro. Botucatu, SP. 2010.

Nutrientes	Concentração (mg L <sup>-1</sup> )					
	4:3:1	6:3:1	6:4,5:1	2,7:3:1	2,7:2:1	4:2:1
<b>K</b>	200	300	300	200	200	300
<b>Ca</b>	150	150	225	225	150	150
<b>Mg</b>	50	50	50	75	75	75

Em todos os tratamentos as concentrações de micronutrientes foram: 1,48 mg L<sup>-1</sup> de Fe; 0,37 mg L<sup>-1</sup> de Mn; 0,37 mg L<sup>-1</sup> de Cu; 0,15 mg L<sup>-1</sup> de Zn; 0,37 mg L<sup>-1</sup> de B e 0,07 mg L<sup>-1</sup> de Mo.

### 3.9.2 Preparo das soluções nutritivas

Nos dois ciclos de cultivo as soluções nutritivas foram preparadas a partir dos seguintes fertilizantes: nitrato de cálcio (20% Ca; 15% N); nitrato de potássio (36,5% K; 13% N); nitrato de amônio (33 % N); nitrato de magnésio (9% Mg; 11% N); fosfato monopotássico (22,3% P; 27,4% K); sulfato de magnésio (9,5% Mg; 12% S); sulfato de potássio (41,5% K; 17% S); cloreto de potássio (36,5% K); cloreto de cálcio (27% Ca); e o produto comercial denominado Conmicros Standard que apresenta as garantias em porcentagem dos seguintes nutrientes (B=1,82%; Cu-EDTA=1,82%; Fe-EDTA=7,26%; Mo=0,36%; Mn-EDTA=1,82%; Zn-EDTA=0,73% e Ni=0,36%).

Os fertilizantes foram dissolvidos individualmente, misturados e armazenados em reservatórios de 90 L, sendo um reservatório para cada relação K:Ca:Mg.

Foram realizadas medições de condutividade elétrica (CE), em dS m<sup>-1</sup>, e de pH, em cada solução nutritiva de cada reservatório, sendo a média dos resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios de condutividade elétrica (CE) e de pH para as diferentes soluções nutritivas no cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

<b>Soluções nutritivas</b>	<b>CE (dS m<sup>-1</sup>)</b>	<b>pH</b>
<b>S1</b>	1,9	5,9
<b>S2</b>	2,1	5,9
<b>S3</b>	2,7	5,8
<b>S4</b>	2,6	5,7
<b>S5</b>	2,2	5,7
<b>S6</b>	2,4	5,6

S1=4:3:1; S2= 6:3:1; S3= 6:4,5:1; S4= 2,7:3:1; S5= 2,7:2:1; S6= 4:2:1

### 3.9.3 Manejo da Irrigação

Para os dois experimentos o controle da irrigação foi calculado pela perda de água das plantas, sendo mensurada pelo peso de um vaso por tratamento em cada repetição, através de balança digital. Para isso, foi alcançada a capacidade de campo dos vasos, e posteriormente realizada somente a reposição da perda diária de água.

### 3.9.4 Manejo da solução nutritiva

Tanto a aplicação da água quanto a aplicação da solução nutritiva foram realizadas através do mesmo sistema de irrigação. Em ambos os experimentos, até os 15 dias após o transplante (DAT), a água e a solução nutritiva foram aplicadas em dias alternados para que as mudas pudessem obter melhor adaptação e para que não ocorressem possíveis queimas de raízes. Após esse período, a aplicação da solução nutritiva foi realizada diariamente, sendo dividida em dois períodos do dia (manhã e final de tarde). Após cada aplicação de solução nutritiva o sistema era lavado 1 minuto com água, para evitar a mistura das soluções nutritivas no sistema de irrigação, bem como o entupimento dos gotejadores e o resíduo de fertilizantes nas mangueiras. No entanto, durante o último mês, em ambos os

experimentos, as plantas apresentaram sintomas de salinidade, e para isso a fertirrigação foi realizada de forma alternada com a água a cada dois dias.

No primeiro ciclo de cultivo, foram aplicados 58 L de água+solução nutritiva para cada planta, e para o segundo ciclo de cultivo cerca de 61 L de água+solução nutritiva para cada planta.

### **3.9.5 Manejo do substrato**

A caracterização física e química do substrato fibra de coco foi realizada no Laboratório de Pesquisa de Solos do Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – FCA) Campus de Botucatu, SP.

Para o primeiro experimento, foram determinadas as seguintes características: físicas - densidade do material e relação entre sólidos - ar - água; químicas – pH, condutividade elétrica (CE) e os teores de K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn. As análises de densidade, pH, CE, macro e micronutrientes foram realizadas segundo metodologia descrita por Brasil (2007).

O substrato fibra de coco apresentou densidade seca de  $200 \text{ kg m}^{-3}$ .

Na Tabela 5 estão apresentados os valores de pH e CE para o substrato fibra de coco. Na Tabela 6 estão apresentados os teores de K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn.

Tabela 5. Valores de pH e CE ( $\text{dS m}^{-1}$ ) em substrato fibra de coco utilizado no 1º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

	<b>pH</b>	<b>CE</b>
		$\text{dS m}^{-1}$
<b>SFC</b>	6,0	0,6

SFC: Substrato fibra de coco

Tabela 6. Teores de K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn ( $\text{mmolc dm}^{-3}$ ) em substrato fibra de coco utilizado no 1º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>
	$\text{mmolc dm}^{-3}$							
<b>SFC</b>	8,4	0,22	0,43	0	0	0,1	0,02	0,02

SFC: Substrato fibra de coco

Com base na análise de capacidade de retenção de água pode-se caracterizar a relação entre Sólidos – Ar – Água (Figura 6).

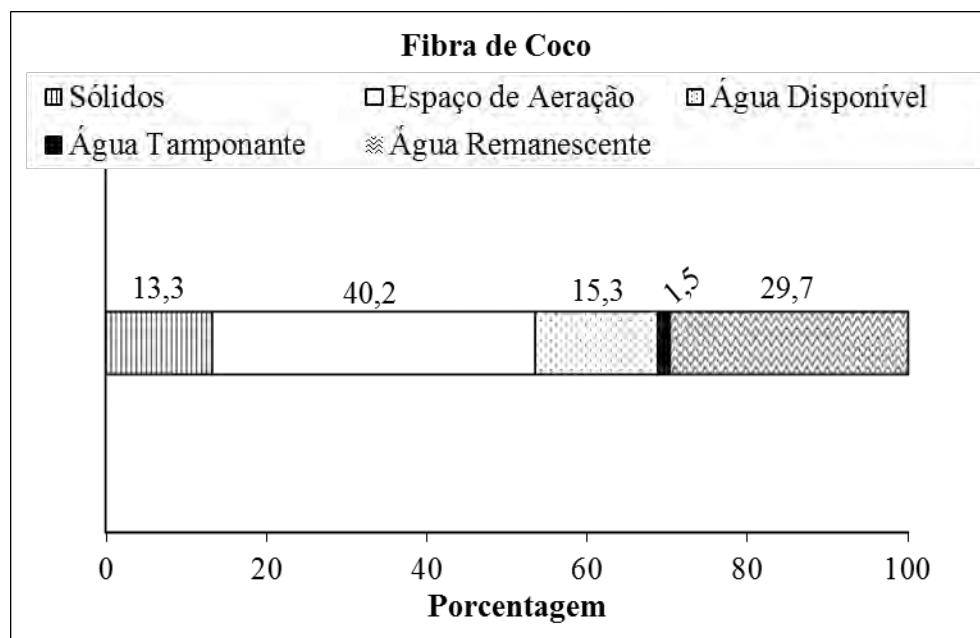


Figura 6. Relação sólidos – ar – água do substrato fibra de coco utilizado no cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

Verifica-se que o material, fibra de coco, apresenta um volume de 13,3% de partículas sólidas e uma porosidade total de 86,7% (Espaço de Aeração + Água Disponível + Água Tamponante + Água remanescente), sendo que o espaço de aeração foi de 40%. O potencial máximo de retenção de água do material foi de 46,5%, subdivida em três tipos: água disponível (AD), água tamponante (AT) e água remanescente (AR).

Para o segundo experimento, foram determinadas as seguintes características: física - densidade do material; químicas – pH, condutividade elétrica (CE), CTC determinada e os teores de K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e Na. As análises de densidade, pH, CE, macro e micronutrientes e CTC foram realizadas segundo metodologia descrita por Brasil (2007).

Obeve-se como resultado da densidade seca o valor de  $166,1 \text{ kg m}^{-3}$ .

Na Tabela 7 estão apresentados os valores de pH e CE para o substrato fibra de coco.

Os teores de macro e micronutrientes e da CTC determinada encontram-se na Tabela 8.

Tabela 7. Valores de pH e CE ( $\text{dS m}^{-1}$ ) em substrato fibra de coco utilizado no 2º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

	<b>pH</b>	<b>CE</b>
		$\text{dS m}^{-1}$
<b>SFC</b>	6,4	0,2

SFC: Substrato fibra de coco

Tabela 8. Teores de K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn, Na e CTC ( $\text{mmolc dm}^{-3}$ ) em substrato fibra de coco utilizado no 2º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Na</b>	<b>CTC</b>
	$\text{mmolc dm}^{-3}$									
<b>SFC</b>	5,2	0	0	0	0	0	0	0	0,04	80

SFC: Substrato fibra de coco

Verifica-se que, em ambos os experimentos, os valores de pH ficaram acima dos valores encontrados por Carrijo et al. (2002), enquanto que os valores de condutividade elétrica ficaram abaixo.

Quanto a CTC, o valor encontrado ficou abaixo dos valores observados por Carrijo et al. (2002) e por Santos (2005).

### 3.10 Tratos Culturais

#### Controle de Pragas e Doenças

No primeiro experimento, foram constatadas as seguintes pragas, no interior da estufa: mosca-branca (*Bemisia tabaci*), larva-minadora (*Lyriomiza* spp) e traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*). A mosca-branca foi controlada com acetamiprido. Para o controle da larva minadora e da traça-do-tomateiro foram utilizados cipermetrina + profenofós e abamectina. Não foi constatada nenhuma doença nas plantas da área experimental.

No segundo experimento, somente foi observado mosca-branca (*Bemisia Tabaci*) que foi controlada com a aplicação de tiametoxam e acetamiprido. Foi constatado, no final do ciclo da cultura, duas espécies de oídio (*Oidium lycopersici* e *Oidium sicula*), porém não houve a necessidade de controle.

#### Condução e tutoramento

Nos dois experimentos o manejo, a condução e o tutoramento das plantas ocorreram de formas iguais, assim as plantas de tomate foram tutoradas em haste única, no sistema vertical com fitilhos amarrados em arames, que foram colocados na horizontal presos em barras de metalon na parte superior de mourões de 2,50 m de altura (Figura 7).



Figura 7. Sistema de tutoramento de plantas de mini tomate conduzidos com uma haste. Botucatu, SP. 2010.

A retirada dos brotos foi realizada com o auxílio de uma tesoura de poda, quando o broto atingisse de 5 a 10 cm, e o tutoramento foi realizado sempre que necessário. O broto apical das plantas foi eliminado acima do sexto cacho floral, deixando uma folha acima deste.

### 3.11 Características avaliadas

#### 3.11.1 Substrato

Nos dois ciclos de cultivo foram avaliados o pH e a condutividade elétrica da solução do substrato através da lixiviação da solução. Foram colocados embaixo de um vaso por tratamento um recipiente para a coleta do lixiviado, posteriormente realizou-se as leituras de pH e CE, através de pHmetro e de condutivímetro. Foram realizadas também as medidas nos reservatórios de cada solução nutritiva e da água usada tanto para a irrigação quanto para o preparo destas soluções.



### **3.11.2 Altura dos cachos**

Em ambos os experimentos foi realizada a medição da altura dos cachos florais das plantas de tomateiro, através de régua graduada de 2 metros.

### **3.11.3 Intensidade de cor verde (ICV)**

A intensidade de cor verde foi realizada através de um clorofilômetro (SPAD – 502; Minolta, Osaka, Japão) em folhas completamente expandidas e adjacentes aos cachos florais de todas as plantas de cada tratamento. Nos dois ciclos de cultivo, as medições foram realizadas aos 15, 30, 60 e 90 DAT, no período da manhã, entre às 7:00 e às 9:00 h, em cinco folíolos de cada folha, sendo dois em cada lado da folha e o folíolo terminal. A leitura SPAD foi a média das cinco leituras das três plantas de cada tratamento.

### **3.11.4 Teor de nutrientes nas folhas**

Em ambos os ciclos de cultivo, no período que compreendeu ao florescimento e ao aparecimento dos primeiros frutos maduros, a quarta folha a partir do ápice (folha diagnose) da planta foi coletada, num total de três folhas por tratamento. Foram lavadas, secadas em estufa à 65°C e moídas em moinho tipo Wiley, para as avaliações dos teores de macronutrientes, B, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

### **3.11.5 Análise da seiva**

No segundo experimento foi realizada a análise da seiva através do medidor portátil de íons específicos Cardy® (Horiba, Ltda, Kyoto, Japão), obtendo-se a leitura de nitrato e de potássio. Para essa avaliação os pecíolos das folhas diagnose foram cortados em pedaços menores, macerados e depois colocados em uma seringa, sendo a solução obtida aplicada sobre o medidor portátil, obtendo assim, a leitura em  $\text{mg L}^{-1}$ . A solução extraída do pecíolo foi denominada de seiva neste trabalho.

### **3.11.6 Produção**

No primeiro ciclo a colheita iniciou-se aos 60 DAT e no segundo ciclo aos 70 DAT, sendo realizada duas vezes por semana, os quais foram colhidos somente os frutos maduros. Os frutos foram avaliados para a determinação da produção, do número de frutos por planta e do peso médio de frutos.

### **3.11.7 Qualidade dos frutos**

Nos dois experimentos foram amostrados 15 frutos por tratamento, do terceiro e quarto cachos, para a determinação da acidez titulável (%), sólidos solúveis (°Brix), relação SS/AT, pH e ácido ascórbico.

A acidez titulável foi expressa em gramas de ácido cítrico por 100g de polpa, obtida por meio da titulação de 5g de polpa homogeneizada e diluída para 100 ml de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo como indicador a fenolftaleína, que se dá quando o potenciômetro atinge 8,1, conforme recomendação do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

A avaliação para sólidos solúveis foi determinada por refratometria, em refratômetro digital tipo Palette PR – 32, marca ATAGO, com compensação de temperatura automática, segundo a AOAC (1992). Os resultados foram expressos em °Brix.

Foi determinada também a relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (TRESSLER; JOSLYN, 1961).

O pH foi determinado por leitura direta em soluções de polpa homogeneizada utilizando-se um potenciômetro (Digital DMPH-2), segundo a técnica da AOAC (1992).

As amostras para a determinação do teor de ácido ascórbico foram obtidas pela adição de 30 ml de ácido oxálico a 30 g de polpa, sendo estas congeladas em seguida. O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado a partir de 10 g da polpa, por titulação em ácido oxálico a 0,5% com DFI – 2,6 Diclorofenolindofenol a 0,01N, com resultados expressos em mL de ácido ascórbico 100 mL<sup>-1</sup> de polpa (MAPA, 2006).

### **3.11.8 Eficiência do uso da água (EUA)**

A eficiência do uso da água (kg m<sup>-3</sup>), para os dois experimentos, foi calculada através da relação entre a produção total do tomate (kg planta<sup>-1</sup>) e a quantidade total de água aplicada durante o ciclo de cultivo (mL).

### **3.12 Análise estatística**

Os resultados dos experimentos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do procedimento PROC MIXED do programa estatístico SAS (Statistical Analysis Software).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Experimento 1**

#### **4.1.1 Condutividade elétrica (CE) e pH da solução do substrato**

Na Tabela 9 estão apresentados os valores médios de condutividade elétrica (CE) e de pH da solução do substrato, para as diferentes relações K:Ca:Mg e para as duas cultivares estudadas. Através da análise de variância verifica-se que para a variável CE houve efeito de interação entre relação e cultivar. Houve efeito significativo para as diferentes relações e também entre as cultivares Sweet Grape e Sweet Million.

Em relação ao pH, não houve diferenças estatísticas para interação relação e cultivar, para diferentes relações e para as cultivares.

Tabela 9. Valores médios de condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ) (CE) e pH da solução do substrato de plantas de mini tomate, obtidos através do lixiviado, aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	CE $\text{dS m}^{-1}$	pH
Relação		
4:3:1	1,7 c	6,2
6:3:1	2,5 b	6,0
6:4,5:1	2,9 a	5,7
2,7:3:1	3,3 a	5,8
2,7:2:1	2,7 b	5,9
4:2:1	2,6 b	5,9
Cultivar		
S. Grape	2,5 b	5,9
S. Million	2,7 a	5,9
Rel	*	ns
Cv	*	ns
RelxCv	*	ns
EPM Rel	0,12	0,15
EPM Cv	0,06	0,12

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Verifica-se que as relações 6:4,5:1 e 2,7:3:1, e que continham as maiores concentrações de Ca ( $225 \text{ mg L}^{-1}$ ), apresentaram maiores valores médios de CE, provavelmente ocasionado pelo fertilizante cloreto de cálcio utilizado nestas relações para a composição das soluções nutritivas.

Em relação às cultivares, observa-se que para a cultivar Sweet Million o valor médio da CE do lixiviado da solução do substrato foi superior ao da cultivar Sweet Grape. Uma vez que o experimento foi conduzido em vasos, pode-se sugerir que a cultivar Sweet Grape absorveu mais nutrientes em relação a cultivar Sweet Million, promovendo diminuição da concentração da solução do substrato.

Na Tabela 10 estão os valores da interação relação e cultivar, podendo observar que valores superiores da cultivar Sweet Million em relação a cultivar Sweet Grape ocorreram nas soluções nutritivas compostas pelas relações 6:4,5:1 e 2,7:2:1, respectivamente.

Observa-se menor condutividade elétrica da solução do substrato na relação 4:3:1 para ambas as cultivares.

Tabela 10. Interação relação x cultivar, para a variável condutividade elétrica (CE) em plantas de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

Relação	Condutividade elétrica	
	dS m <sup>-1</sup>	
	Sweet Grape	Sweet Million
4:3:1	1,7 Ac	1,7 Ac
6:3:1	2,3 Ab	2,6 Ab
6:4,5:1	2,6 Bb	3,2 Aa
2,7:3:1	3,2 Aa	3,3 Aa
2,7:2:1	2,3 Bb	3,1 Aa
4:2:1	2,7 Ab	2,5 Ab

Valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha ou sem letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

#### 4.1.2 Altura dos cachos

Na Tabela 11 estão apresentados os valores médios das alturas dos cachos do tomateiro para as diferentes relações K:Ca:Mg e para as cultivares. A análise de variância revelou efeito de interação entre relação e cultivar, e para as diferentes cultivares. No entanto, não houve efeito significativo para as diferentes soluções nutritivas.

Tabela 11. Valores médios de altura dos cachos (cm) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	Altura dos cachos					
	cm					
	1ºcacho	2ºcacho	3ºcacho	4ºcacho	5ºcacho	6ºcacho
Relação						
4:3:1	52,8	75,6	98,0	125,3	148,6	170,0
6:3:1	54,5	72,3	95,6	122,9	146,2	167,7
6:4,5:1	51,9	68,1	95,3	122,6	146,0	167,3
2,7:3:1	51,7	74,1	98,2	125,5	148,9	170,2
2,7:2:1	52,1	74,2	97,0	124,3	147,6	169,0
4:2:1	54,6	74,7	97,7	125,0	148,4	169,7
Cultivar						
S. Grape	59,0 a	81,0 a	107,3 a	134,6 a	157,9 a	179,3 a
S. Million	46,8 b	65,3 b	86,7 b	114,0 b	137,3 b	158,7 b
Rel	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cv	**	**	**	**	**	**
RelxCv	*	ns	ns	ns	ns	ns
EPM Rel	1,62	2,50	2,60	2,60	2,60	2,60
EPM Cv	0,90	1,36	1,30	1,30	1,30	1,30

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Observando os resultados da Tabela 11, notam-se diferenças de poucos centímetros entre as relações, indicando que as duas cultivares apresentam uniformidade quanto à altura de inserção dos cachos.

Verifica-se que a cultivar Sweet Million apresentou internódios menores em relação a cultivar Sweet Grape, demonstrando apresentar um porte menor.

A Tabela 12 apresenta a interação entre relação e cultivar para a altura apenas do 1ºcacho, possivelmente por causa do tamanho das mudas, uma vez que a diferença aconteceu apenas no 1º cacho.

Tabela 12. Interação relação x cultivar para altura do 1º cacho em plantas de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

Relação	Altura 1º cacho	
	cm	
	Sweet Grape	Sweet Million
4:3:1	61,0 Aab	44,5 B
6:3:1	62,8 Aa	46,3 B
6:4,5:1	56,5 Ab	47,4 B
2,7:3:1	55,8 Ab	47,6 B
2,7:2:1	57,0 Ab	47,2 B
4:2:1	61,2 Aab	48,0 B

Valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha ou sem letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Observa-se que as variações, entre as relações, dos internódios da cultivar Sweet Grape foram maiores do que da cultivar Sweet Million.

A relação 6:3:1 promoveu altura de inserção do 1º cacho nas plantas de Sweet Grape maior que nas relações 6:4,5:1, 2,7:3:1 e 2,7:2:1, não diferindo das demais.

#### 4.1.3 Intensidade de cor verde (ICV)

Os valores médios da intensidade de cor verde estão apresentados na Tabela 13. Observa-se através da análise de variância que não houve efeito significativo de interação entre relação e cultivar.



Tabela 13. Valores médios para a intensidade de cor verde (ICV) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares, nos diferentes períodos amostrados. Botucatu, SP. 2010.

	Intensidade de cor verde (ICV)			
	Índice SPAD			
	Dias após o transplante (DAT)			
	15	30	60	90
Relação				
4:3:1	36,5	39,6 c	43,7 b	51,5 b
6:3:1	35,8	44,7 ab	52,3 a	55,0 a
6:4,5:1	37,6	45,9 ab	52,9 a	54,6 a
2,7:3:1	36,9	44,7 ab	52,1 a	56,1 a
2,7:2:1	37,2	46,7 a	52,0 a	55,3 a
4:2:1	37,0	44,0 b	52,1 a	54,6 a
Cultivar				
Sweet Grape	37,0	43,6 b	51,8	55,3 a
Sweet Million	37,0	45,0 a	51,1	53,7 b
Rel	ns	*	*	*
Cv	ns	*	ns	*
RelxCv	ns	ns	ns	ns
EPM Rel	0,64	0,83	0,79	0,91
EPM Cv	0,37	0,41	0,44	0,51

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Houve efeito significativo para as diferentes relações K:Ca:Mg a partir da avaliação realizada aos 30 DAT, quando a planta demandou mais nutrientes. Estas diferenças foram significativas até o final do experimento, porém com alteração da intensidade de cor verde. Estas determinações foram realizadas em folhas maduras, adjacentes ao cacho em enchimento, portanto com folhas de idade semelhante. Nota-se que o ICV foi crescente, indicando que com as aplicações constantes de nitrogênio houve aumento do teor de clorofila, refletindo na cor verde. Verifica-se que a relação 4:3:1 apresentou os menores valores de ICV.

Guimarães et al. (1999) avaliando teores de clorofila em tomate, observaram aos 57 DAT, valores médios de 35 a 46 unidades SPAD para a cultivar Santa Clara, sendo o nível crítico de 45 unidades SPAD. Os valores encontrados por Guimarães et

al. (1999) estão abaixo dos valores do presente estudo, aos 60 DAT, com exceção da relação 4:3:1 que apresentou menor ICV.

Entre as cultivares houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) apenas aos 30 e aos 90 DAT. Aos 30 DAT a cultivar Sweet Million apresentou maior ICV diferindo estatisticamente da cultivar Sweet Grape, entretanto aos 90 DAT, o resultado observado foi o contrário, sendo o maior ICV observado na cultivar Sweet Grape, conforme mostrado na Tabela 13 e na Figura 8.

A figura 8 representa as variações na intensidade de cor verde (ICV) das cultivares Sweet Grape e Sweet Million ao longo do tempo. Verifica-se que a intensidade de cor verde apresentou uma tendência crescente ao longo do ciclo de cultivo, ou seja, a ICV aumentou ao longo do ciclo de cultivo para as duas cultivares.

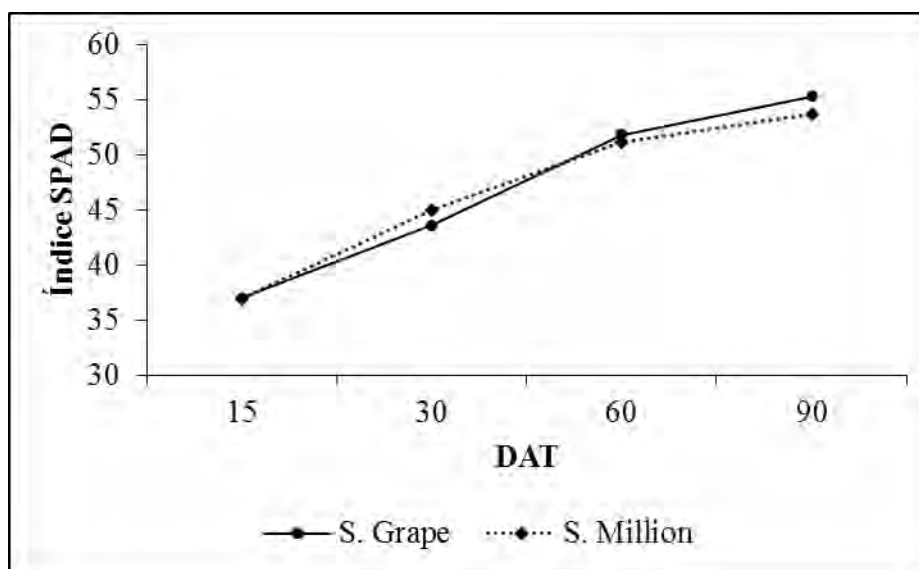


Figura 8. Variação do índice SPAD em folhas de Sweet Grape e de Sweet Million, nos diferentes períodos amostrados, no 1º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

#### 4.1.4 Estado nutricional das plantas

##### Teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas de mini tomate

Na Tabela 14 estão apresentados os teores médios dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S. Através da análise de variância pode se observar que não houve efeito de interação entre relação e cultivar.

Tabela 14. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de mini tomate, analisados aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	$\text{g kg}^{-1}$					
Relação						
4:3:1	39	6,1	28	11	5,6ab	4,6a
6:3:1	40	6,3	31	9	5,2b	4,1a
6:4,5:1	40	5,9	31	11	5,1b	3,5b
2,7:3:1	40	6,1	31	12	5,2b	3,4b
2,7:2:1	39	6,1	32	9	6,0a	3,6b
4:2:1	37	6,0	31	9	6,1a	3,6b
Cultivar						
S. Grape	41a	6,3a	32 a	9 b	5,1b	3,5b
S. Million	38 b	5,8b	30 b	11a	6,0a	4,1a
Rel	ns	ns	ns	ns	*	*
Cv	*	*	*	*	*	**
RelxCv	ns	ns	ns	ns	ns	ns
EPM Rel	0,93	0,19	0,89	0,90	0,20	0,16
EPM Cv	0,65	0,1	0,51	0,45	0,10	0,09

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Os teores médios de N, com exceção das relações 6:3:1, 6:4,5:1 e 2,7:3:1, estão abaixo da faixa ( $40 - 60 \text{ g kg}^{-1}$ ) considerada adequada por Raij et al. (1997). Esses valores estão abaixo dos encontrados por Soares et al. (2005) que estudando volumes de

soluções nutritivas diferentes no cultivo de tomate tipo cereja observou variação entre 51,2 a 55,3 g kg<sup>-1</sup>.

Os teores médios de P, Mg e S ficaram dentro da faixa (4-8 g kg<sup>-1</sup>, 4-8 g kg<sup>-1</sup> e 3-10 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente) considerada ideal por Raij et al. (1997).

Em relação ao K, os teores médios encontram-se dentro da faixa (30-50 g kg<sup>-1</sup>) considerada ideal por Raij et al. (1997), com exceção dos valores encontrados para a relação 4:3:1. Esses valores observados ficaram acima dos teores encontrados por Soares et al. (2005).

Para o nutriente Ca, os teores médios observados ficaram abaixo da faixa (14-40 g kg<sup>-1</sup>) considerada ideal por Raij et al. (1997) para a cultura do tomate.

Através da análise de variância observou-se que houve efeito das diferentes relações K:Ca:Mg apenas sobre os teores dos nutrientes Mg e S ( $P < 0,05$ ). As soluções nutritivas que apresentaram maior concentração de Mg, (75 mg L<sup>-1</sup>), (2,7:2:1) e (4:2:1) corresponderam ao maior teor desse nutriente na massa seca das plantas, sendo os valores médios 6,0 e 6,1 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Esse fato pode indicar que os teores nas folhas estão diretamente relacionados às concentrações dos nutrientes nas soluções utilizadas. Entretanto, a relação 2,7:3:1, que também continha maior concentração de Mg, não mostrou efeito significativo, provavelmente pela diminuição da absorção do Mg causado por uma maior concentração de Ca nesta solução, e portanto, menor teor nas folhas das plantas.

Os maiores teores de S, 4,6 g kg<sup>-1</sup> e 4,1 g kg<sup>-1</sup>, foram observados nas relações 4:3:1 e 6:3:1, respectivamente, sendo que nas outras relações os valores médios não diferiram estatisticamente.

Para as cultivares houve efeito significativo sobre as concentrações de todos os macronutrientes, conforme apresentado na Tabela 14. A cultivar Sweet Grape apresentou maiores concentrações na massa seca das folhas para os nutrientes N, P e K, entretanto para a cultivar Sweet Million, a maior concentração de nutrientes ocorreu para Ca, Mg e S.

### Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas de mini tomate

Na Tabela 15 estão apresentados os teores médios dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn. Através da análise de variância pode se observar que não houve efeito de interação entre relação e cultivar.

Tabela 15. Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas folhas de mini tomate, analisados aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	$\text{mg kg}^{-1}$				
Relação					
4:3:1	49	12 b	120 a	31,0	31,1
6:3:1	43	13 ab	115 a	28,5	32,5
6:4,5:1	47	14 a	104 ab	31,8	34,3
2,7:3:1	44	15 a	107 ab	35,1	35,9
2,7:2:1	44	13 b	95 b	32,3	33,6
4:2:1	43	13 b	91 b	27,4	33,4
Cultivar					
S. Grape	48 a	14 a	112 a	30,5	36,4a
S. Million	42 b	13 b	98 b	31,5	30,5b
Rel	ns	*	*	ns	ns
Cv	*	*	*	ns	**
RelxCv	ns	ns	ns	ns	ns
EPM Rel	1,59	0,60	6,00	2,60	1,68
EPM Cv	0,92	0,35	3,50	2,01	0,92

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Verifica-se que todos os teores médios dos micronutrientes estão dentro da faixa considerada ideal por Raij et al. (1997), com exceção do Mn, que apresentou valores inferiores aos observados por Soares et al. (2005) e por Rodrigues et al. (2002).

Houve efeito significativo das diferentes soluções nutritivas para as concentrações de Cu e Fe, não sendo observado diferença estatística para os outros micronutrientes. Para o Cu os maiores valores médios encontrados, 15,0 e 14,0  $\text{mg kg}^{-1}$ , foram

observados nas relações 2,7:3:1 e 6:4,5:1, respectivamente, as quais apresentam maiores concentrações de K e de Ca (2,7:3:1) e de Ca e de Mg (6:4,5:1).

O maior valor encontrado para o Fe consta da relação 4:3:1, porém diferindo estatisticamente somente das relações 2,7:2:1 e 4:2:1. Segundo Malavolta (2006), a absorção do Fe é influenciada por K, Ca e Mg, que dependendo da concentração, podem provocar sinergismo ou inibição.

Em relação às cultivares houve efeito significativo para as concentrações de todos os micronutrientes com exceção do Mn, sendo que a cultivar Sweet Grape apresentou valores médios superiores em relação a cultivar Sweet Million.

#### **4.1.5 Produção, número de frutos e peso médio de frutos**

Na Tabela 16 são apresentados os valores médios da produção em kg por planta, número de frutos por planta e peso médio dos frutos nas diferentes relações de K:Ca:Mg e nas duas cultivares de mini tomate. Não houve interação entre relação e cultivar para as variáveis estudadas.

Tabela 16. Valores médios de produção (kg planta<sup>-1</sup>), número de frutos por planta e peso médio dos frutos (g) em mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	Produção	Número de frutos	Peso médio dos frutos
	kg planta <sup>-1</sup>		g
Relação			
4:3:1	1,51	180	8,5
6:3:1	1,51	183	8,4
6:4,5:1	1,48	195	7,9
2,7:3:1	1,48	193	7,9
2,7:2:1	1,54	191	8,2
4:2:1	1,44	177	8,4
Cultivar			
S. Grape	1,30b	145 b	9,0a
S. Million	1,69a	227 a	7,5b
Rel	ns	ns	ns
Cv	*	*	*
RelxCv	ns	ns	ns
EPM Rel	0,066	8,58	0,28
EPM Cv	0,042	4,86	0,18

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Não houve efeito significativo das diferentes relações K:Ca:Mg para as variáveis produção, número de frutos e peso médio de frutos. Isso pode ter ocorrido devido a grande adaptabilidade das cultivares avaliadas em se desenvolver sob diferentes concentrações dos nutrientes e a uma variabilidade das condutividades elétricas. Outra hipótese seria o tempo de avaliação, pois essas cultivares são manejadas por produtores com ciclos de até dez meses, sendo que no presente estudo a condução das plantas durou cinco meses após o transplante. Com isso, pode ser que não houve tempo de resposta das plantas quando submetidas às diferentes soluções nutritivas compostas por diferentes relações K:Ca:Mg.

Holcman (2009) estudando duas relações K:N (2:1 e 3:1) em mini tomates, Sweet Grape e Sweet Million, também não observou diferenças estatísticas para produção e peso médio de frutos. No entanto, observou que a relação 3:1 proporcionou maior número de frutos maiores, enquanto que a relação 2:1 maior número de frutos menores.

Fanasca et al (2006) avaliando três relações K:Ca:Mg observaram efeito significativo para as diferentes soluções nutritivas sobre a produção total, comercial e número de frutos de tomate, sendo que a solução que continha maior concentração de Ca ( $284 \text{ mg L}^{-1}$ ), proporcionou os maiores valores observados para estas variáveis (6,2 kg planta<sup>-1</sup>, 5,6 kg planta<sup>-1</sup> e 46,4 por planta, respectivamente), pois reduziu a porcentagem de frutos com podridão apical.

Através da análise de variância observou-se efeito significativo para as cultivares ( $P < 0,05$ ) sobre produção, número de frutos por planta e peso médio dos frutos. A produção do mini tomate Sweet Million foi 30,4% maior do que a variedade Sweet Grape. Essa maior produtividade pode ter ocorrido devido ao maior número de frutos produzidos pela cultivar Sweet Million (227) em relação à variedade Sweet Grape (145), conforme apresentado na Tabela 16. Holcman (2009) avaliando as mesmas cultivares Sweet Grape e Sweet Million também obteve maior produção da cultivar Sweet Million em relação a Sweet Grape (16%).

Em relação ao peso médio dos frutos a cultivar Sweet Grape obteve média superior à cultivar Sweet Million, devido ao menor número de frutos produzidos por essa cultivar, obtendo dessa forma frutos maiores. Enquanto que a cultivar Sweet Million produziu maior quantidade de frutos, ocorrendo maior competição entre os frutos na planta, produzindo frutos de menor peso (Tabela 16). No entanto, Holcman (2009) observou que a cultivar Sweet Million obteve peso médio de frutos superior aos da cultivar Sweet Grape, pois produziu quantidade menor de frutos ao longo do ciclo, gerando frutos de peso maior.

#### **4.1.6 Qualidade dos frutos**

##### **pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável, SS/AT e ácido ascórbico**

Na Tabela 17 estão apresentados os valores médios das variáveis pH, teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável, SS/AT e ácido ascórbico em frutos de tomate



Sweet Grape e Sweet Million. Através da análise de variância pode se observar que não houve efeito de interação entre relação e cultivar.

Tabela 17. Valores médios de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), SS/AT e ácido ascórbico (AA) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	pH	SS ° Brix	AT % ac.cítrico	SS/AT	AA mg 100g <sup>-1</sup>
Relação					
4:3:1	4,10	7,1	0,45	16,4	46,3
6:3:1	4,08	7,2	0,48	15,6	45,3
6:4,5:1	4,05	7,1	0,50	14,6	43,8
2,7:3:1	4,04	7,4	0,50	14,9	44,4
2,7:2:1	4,09	7,5	0,48	16,3	45,9
4:2:1	4,08	7,1	0,48	14,8	49,0
Cultivar					
S. Grape	4,05 b	7,1 b	0,49 a	14,9 b	41,3 b
S. Million	4,08 a	7,4 a	0,47 b	16,0 a	50,2 a
Rel	ns	ns	ns	ns	ns
Cv	*	*	*	*	*
RelxCv	ns	ns	ns	ns	ns
EPM Rel	0,03	0,12	0,02	0,62	1,98
EPM Cv	0,02	0,07	0,01	0,30	1,42

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Não houve efeito significativo para as diferentes relações K:Ca:Mg sobre o pH. Para as cultivares pode se observar diferença estatística, sendo que a cultivar Sweet Million (4,08) apresentou valor superior à cultivar Sweet Grape (4,05). No presente estudo todos os valores médios estão dentro da faixa de pH comumente citada para frutos de tomate que, segundo GUSMÃO et al. (2003), varia de 3,7 a 4,5.

Em relação aos sólidos solúveis não houve incremento de °Brix com a diferenciação das soluções nutritivas aplicadas, porém houve efeito significativo para as cultivares. Sampaio e Fontes (1998) também não observaram efeito significativo sobre os sólidos solúveis dos frutos com a aplicação de diferentes doses de K. Entretanto, Fanasca et al

(2006) observaram maior teor de sólidos solúveis na solução de maior proporção de K aplicada nas plantas de tomate. Os valores médios de °Brix variaram entre 7,1 (Sweet Grape) e 7,4 (Sweet Million) sendo superiores aos encontrados por Pinho (2008), que avaliando tomate cereja cv Carolina obteve valor médio de 5,2 °Brix, e por Guilherme (2008) que obteve teores variando entre 4 e 5,2 °Brix, concordando com estudos de outros autores (SAMPAIO, 1996; FONTES et al., 2000). No entanto, os valores do presente estudo ficaram abaixo dos encontrados por Holcman (2009) que obteve teores na faixa de 8,0 e 9,0 °Brix. Durante o período de coleta de frutos para avaliação da caracterização pós colheita, foi realizada apenas a irrigação das plantas não sendo realizada a aplicação das soluções nutritivas devido ao aumento da CE no substrato e início da salinização das plantas, sendo observado através de pequenas necroses na extremidade das folhas (Figura 9). Esse fato reforça o aspecto que a solução nutritiva utilizada poderá receber ajustes de diminuição da concentração visando evitar atingir níveis salinos da solução contida no substrato. Portanto, este fato pode ter colaborado para a diminuição do teor de °Brix nos frutos do tomateiro no presente estudo.



Figura 9. Folha de mini tomate com sintomas de salinização. Botucatu, SP. 2010.

Não houve efeito significativo para as diferentes relações para sobre a acidez titulável. No entanto, a análise de variância revelou efeito significativo para as

cultivares ( $P < 0,05$ ). Os frutos da cultivar Sweet Grape apresentaram acidez titulável mais elevada que os frutos da cultivar Sweet Million, com valores de 0,49% e 0,47%, respectivamente, o que também acompanha a variação de pH dos frutos das duas cultivares. Holcman (2009) observou valores superiores a este estudo, porém maiores na cultivar Sweet Million (0,54 %) em relação à cultivar Sweet Grape (0,52 %).

Não houve efeito significativo para a relação SS/AT para as diferentes soluções nutritivas estudadas. Contudo, observou-se diferença significativa entre as diferentes cultivares, sendo que o valor médio da relação SS/AT da cultivar Sweet Million (16,0) foi significativamente superior a cultivar Sweet Grape (14,9), possivelmente por apresentar maior valor de sólidos solúveis. Segundo Tando et al. (2003), pesquisas recentes mostram que frutos de tomates caracterizados por baixa acidez titulável, alto conteúdo de açúcares total, alto conteúdo de sólido solúvel e conteúdo intermediário de compostos voláteis são os frutos que apresentam o melhor sabor.

Como a relação SS/AT dos frutos expressa a razão entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável, quanto maior for o seu valor, mais saboroso é o fruto. Segundo Campagnol (2009), em frutos na qual a acidez e o teor de sólidos solúveis são baixos, a relação SS/AT pode ser igual ou superior a dos frutos com valores de acidez e teor de sólidos solúveis mais elevados, o que induz a interpretações errôneas.

Para o teor de ácido ascórbico não foi observado efeito significativo para as diferentes relações. Para as cultivares houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ). O valor médio de ácido ascórbico nos frutos da cultivar Sweet Million foi 17,8% superior ao da cultivar Sweet Grape, sendo os valores médios de 50,2 e 41,3 mg 100g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 17). Esses valores foram superiores aos encontrados por Holcman (2009) nas mesmas variedades, sendo os valores médios 22,4 mg 100g<sup>-1</sup> e 19,6 mg 100g<sup>-1</sup> para as cultivares Sweet Million e Sweet Grape. Segundo Sampaio; Fontes (1998), o teor de ácido ascórbico em frutos de tomate pode variar de 7,2 a 45,6 mg 100g<sup>-1</sup> de polpa.

#### 4.1.7 Eficiência do uso da água (EUA)

Na Tabela 18 estão apresentados os valores médios da eficiência do uso da água em  $\text{kg m}^{-3}$  nas diferentes relações de K:Ca:Mg e nas duas cultivares de mini tomate. Não houve efeito significativo de interação entre relação e cultivar e para as diferentes relações, evidenciando que as diferentes soluções nutritivas aplicadas não influenciaram na EUA.

O K é responsável pela mudança do turgor das células guarda durante o movimento estomático, sendo que com o aumento da concentração de K nas células guarda ocorre a absorção de água através das células adjacentes, ocasionando o aumento do turgor das células guarda e conseqüentemente a abertura dos estômatos (MARSCHNER, 1995). Segundo Mengel (2007), plantas insuficientemente supridas com K, podem perder o turgor quando expostas a estresse hídrico. No presente estudo, apesar das diferentes relações K:Ca:Mg estes efeitos não foram observados.

Tabela 18. Valores médios da eficiência do uso da água (EUA) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	EUA $\text{kg m}^{-3}$
Relação	
4:3:1	26,0
6:3:1	26,0
6:4,5:1	25,6
2,7:3:1	25,5
2,7:2:1	26,7
4:2:1	24,8
Cultivar	
S. Grape	22,3b
S. Million	29,1a
Rel	ns
Cv	**
RelxCv	ns
EPM Rel	0,64
EPM Cv	0,37

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

No entanto, observa-se diferença estatística entre as diferentes cultivares ( $P < 0,001$ ).

A cultivar Sweet Million apresentou maior eficiência do uso da água ( $29,1 \text{ kg m}^{-3}$ ) em relação a cultivar Sweet Grape ( $22,3 \text{ kg m}^{-3}$ ), devido a menor produção de frutos desta. Não existem dados na literatura que mostrem valores médios ideais para as cultivares avaliadas no presente estudo. No entanto, o limite considerado ideal pela FAO (2001) para tomate varia entre 10 e  $12 \text{ kg m}^{-3}$ . Soares e Faria (1983) observaram valor médio de  $10,5 \text{ kg m}^{-3}$  em tomate para uso industrial. Já Kalungu (2008) reportou valor médio de  $13,4 \text{ kg m}^{-3}$  em tomate tipo longa vida variedade Débora Plus. Observa-se que os valores médios de EUA encontrados para as cultivares Sweet Grape e Sweet Million são superiores aos valores observados para outros tipos de tomate, mostrando que possivelmente os mini tomates podem apresentar maior eficiência do uso da água ou ainda que o cultivo em substrato promoveu maior EUA, com menores perdas e portanto, melhor aproveitamento.

## 4.2 Experimento 2

### 4.2.1 Condutividade elétrica (CE) e pH no substrato

Na Tabela 19 estão apresentados os valores médios de condutividade elétrica (CE) da solução do substrato, para as diferentes relações K:Ca:Mg e para as duas cultivares estudadas. Através da análise de variância verifica-se que para a variável CE não houve efeito de interação entre relação e cultivar. Houve efeito significativo para as diferentes relações apenas aos 90 DAT, e para as cultivares Sweet Grape e Sweet Million apenas aos 60 DAT.

Tabela 19. Valores médios de condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ) (CE) da solução do substrato de plantas de mini tomate, obtidos através do lixiviado, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	Condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$ )		
	Dias após o transplante (DAT)		
	30	60	90
Relação			
4:3:1	2,2	2,6	2,8 b
6:3:1	2,7	3,4	3,6 b
6:4,5:1	2,8	4,2	6,0 a
2,7:3:1	2,7	3,5	6,4 a
2,7:2:1	2,3	2,4	3,3 b
4:2:1	2,4	2,5	4,2 b
Cultivar			
S. Grape	2,4	3,7 a	4,6
S. Million	2,7	2,5 b	4,1
Rel	ns	ns	*
Cv	ns	*	Ns
RelxCv	ns	ns	Ns
EPM Rel	0,25	0,57	0,70
EPM Cv	0,13	0,31	0,40

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Observa-se que aos 90 DAT houve diferenças significativas para as diferentes soluções nutritivas, sendo os maiores valores médios de CE encontrados nas relações que apresentavam as maiores concentrações de Ca ( $225 \text{ mg L}^{-1}$ ), possivelmente ocasionado pelo fertilizante cloreto de cálcio utilizado nestas relações para o preparo das soluções nutritivas. Deve-se considerar também que as somatórias dos sais utilizados K ( $300 \text{ mg L}^{-1}$ ) + Ca ( $225 \text{ mg L}^{-1}$ ) + Mg ( $50 \text{ mg L}^{-1}$ ) promoveu o maior valor de concentrações ( $\text{mg L}^{-1}$ ) em relação aos demais tratamentos.

Outro fator que influencia nos valores da CE do lixiado é a formação de canais preferenciais no substrato, acarretando no carreamento dos sais no perfil.

Em relação às diferentes cultivares, verifica-se que o CE do lixiado da solução do substrato para cv Sweet Grape foi superior ao da cv Sweet Million, resultado este diferente do primeiro experimento.

Observa-se ainda que a CE foi crescente ao longo do experimento, e mesmo não sendo realizadas medições ao longo do ciclo, constatou-se manchas necróticas nas folhas ao final do ciclo (Figura 9).

Na Tabela 20 estão apresentados os valores médios do pH da solução do substrato obtidos através do lixiado. Não houve efeito de interação entre relação e cultivar.

Tabela 20. Valores médios de pH da solução do substrato de plantas de mini tomate, obtidos através do lixiviado, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	pH		
	Dias após o transplante (DAT)		
	30	60	90
Relação			
4:3:1	5,5	5,8 b	5,4
6:3:1	5,5	5,8 b	5,4
6:4,5:1	5,4	5,6 c	5,1
2,7:3:1	5,4	5,7 bc	5,2
2,7:2:1	5,4	5,8 b	5,6
4:2:1	5,5	6,1 a	5,8
Cultivar			
S. Grape	5,4	5,6 b	5,3 b
S. Million	5,5	6,0 a	5,6 a
Rel	ns	*	ns
Cv	ns	*	*
RelxCv	ns	ns	ns
EPM Rel	0,05	0,14	0,16
EPM Cv	0,03	0,10	0,09

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Através da análise de variância observa-se que as diferentes relações K:Ca:Mg influenciaram a variável pH apenas aos 60 DAT, sendo que o lixiviado da relação 4:2:1 apresentou o maior valor de pH, 6,1.

Em relação às cultivares, o lixiviado da solução do substrato da cultivar Sweet Million apresentou valores de pH superiores aos da cultivar Sweet Grape, aos 60 e 90 DAT.



#### 4.2.2 Altura dos cachos

Na Tabela 21 estão apresentados os valores médios das alturas dos cachos nas plantas de mini tomates para as diferentes relações K:Ca:Mg e para as diferentes cultivares. Não houve efeito de interação entre relação e cultivar e para as diferentes soluções nutritivas. No entanto, houve efeito significativo para as diferentes cultivares.

Tabela 21. Valores médios de altura dos cachos (cm) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	Altura dos cachos					
	cm					
	1ºcacho	2ºcacho	3ºcacho	4ºcacho	5ºcacho	6ºcacho
Relação						
4:3:1	33,6	59,4	80,0	100,3	122,0	143,7
6:3:1	35,2	59,1	82,7	104,3	123,6	144,8
6:4,5:1	33,3	57,8	79,0	102,4	123,1	143,1
2,7:3:1	38,5	63,1	83,6	106,8	128,3	147,1
2,7:2:1	36,9	61,4	81,6	105,6	126,0	147,8
4:2:1	31,9	57,8	80,4	101,1	122,9	142,3
Cultivar						
S. Grape	34,8	60,4	84,1 a	109,0 a	130,4 a	151,7 a
S. Million	34,9	59,1	78,3 b	97,8 b	118,2 b	137,9 b
Rel	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cv	ns	ns	*	**	**	*
RelxCv	ns	ns	ns	ns	ns	ns
EPM Rel	3,0	2,92	2,57	3,42	3,40	4,10
EPM Cv	1,7	1,56	1,46	1,70	1,82	2,24

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Observa-se que até o 2º cacho a altura dos cachos não diferiram entre as cultivares, entretanto a partir do 3º cacho a cultivar Sweet Grape apresentou valores médios superiores em relação a cultivar Sweet Million. Tal resultado confirma os obtidos no 1º experimento, cuja cultivar Sweet Grape apresentou internódios maiores em relação a cultivar Sweet Million.

### 4.2.3 Intensidade de cor verde (ICV)

Na Tabela 22 são mostrados os valores médios da intensidade de cor verde. Observa-se através da análise de variância que não houve efeito significativo de interação entre relação e cultivar.

Tabela 22. Valores médios para a intensidade de cor verde (ICV) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares, nos diferentes períodos amostrados. Botucatu, SP. 2010.

	Intensidade de cor verde (ICV)			
	Índice SPAD			
	Dias após o transplante (DAT)			
	15	30	60	90
Relação				
4:3:1	37,4 b	47,9 ab	50,3	49,0 b
6:3:1	39,1 b	46,7 b	50,3	52,3 a
6:4,5:1	38,0 b	49,6 a	51,8	53,2 a
2,7:3:1	41,3 a	49,1 ab	52,3	54,2 a
2,7:2:1	38,5 b	48,6 ab	52,4	52,5 a
4:2:1	38,6 b	47,7 b	51,0	54,1 a
Cultivar				
S. Grape	37,4 b	48,5	52,0 a	56,9 a
S. Million	40,2 a	48,0	50,9 b	48,2 b
Rel	*	*	ns	*
Cv	**	ns	*	**
RelxCv	ns	ns	ns	ns
EPM Rel	1,00	0,60	0,73	0,80
EPM Cv	0,80	0,33	0,37	0,51

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Houve efeito significativo para as diferentes relações K:Ca:Mg nas medições realizadas aos 15, 30 e 90 DAT. Aos 15 DAT, os maiores índices SPAD foram encontrados na relação 2,7:3:1.

Aos 30 DAT o maior valor médio do ICV foi observado na relação 6:4,5:1, porém diferindo somente das relações 6:3:1 e 4:2:1

Aos 90 DAT a relação 4:3:1 apresentou o menor valor médio de ICV.

Apesar da diferença significativa observada, fica difícil uma conclusão sobre qual o fator que estaria promovendo o maior ICV, e, portanto, maior teor de clorofila. Para alguns resultados o maior valor de ICV pode estar relacionado com a fonte de fertilizante utilizada para composição das soluções nutritivas.

Entre as cultivares houve efeito significativo aos 15, 60 e aos 90 DAT. Aos 15 DAT a cultivar Sweet Million apresentou maior ICV diferindo estatisticamente da cultivar Sweet Grape, entretanto aos 60 e 90 DAT, o resultado observado foi o contrário, sendo o maior ICV observado na cultivar Sweet Grape, conforme apresentado na Tabela 22 e na Figura 10. Esta mesma inversão ocorreu no 1º experimento e deve estar relacionada à demanda diferenciada de N e outros nutrientes entre as cultivares.

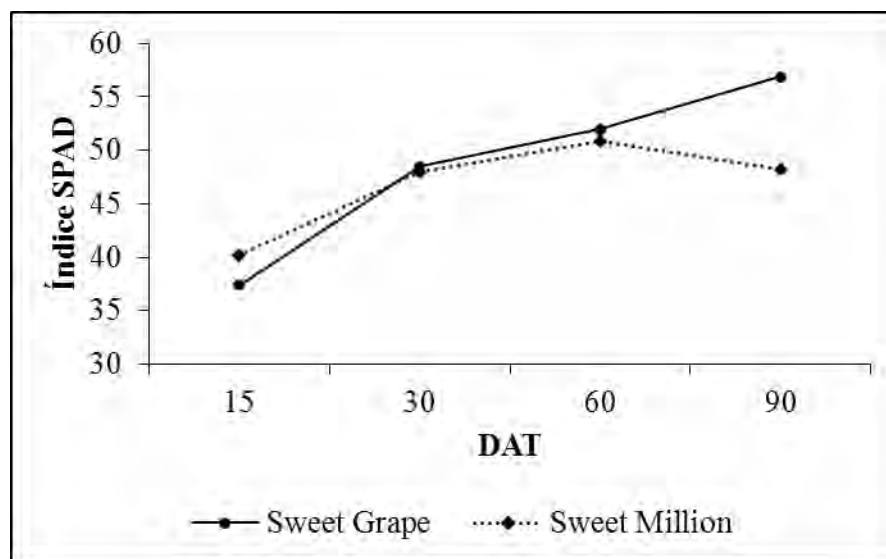


Figura 10. Variação do índice SPAD em folhas de Sweet Grape e de Sweet Million, nos diferentes períodos amostrados, no 2º ciclo de cultivo de mini tomate. Botucatu, SP. 2010.

#### 4.2.4 Estado nutricional das plantas

##### Teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas de mini tomate

Na Tabela 23 estão apresentados os teores médios dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S. Através da análise de variância pode se observar que não houve efeito significativo para interação entre relação e cultivar.

Tabela 23. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de mini tomate, analisados aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	$\text{g kg}^{-1}$					
<b>Relação</b>						
4:3:1	34	5,6	27	6 c	5 b	5,4
6:3:1	37	5,7	29	6 c	5 b	4,7
6:4,5:1	34	5,5	26	7 b	4 c	4,9
2,7:3:1	36	5,6	27	8 a	5 b	5,2
2,7:2:1	35	5,6	25	5 d	6 a	4,8
4:2:1	36	5,9	27	6 c	6 a	4,7
<b>Cultivar</b>						
S. Grape	38 a	6,3 a	29 a	6 b	5,2	5,1 a
S. Million	33 b	5,0 b	25 b	7 a	5,2	4,8 b
Rel	ns	ns	ns	*	**	ns
Cv	**	**	**	**	ns	*
RelxCv	ns	ns	ns	ns	ns	ns
EPM Sol	1,01	0,13	1,21	0,28	0,11	0,23
EPM Cv	0,67	0,08	0,87	0,15	0,06	0,13

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Os teores médios de N, K e Ca ficaram abaixo da faixa considerada adequada por Raij et al. (1997), enquanto que os valores de P, Mg e S ficaram dentro. Soares et al. (2005) estudando diferentes volumes de solução nutritiva em tomate tipo cereja, também observaram teor médio de K (18,9 a 21,7  $\text{g kg}^{-1}$ ) abaixo da faixa considerada adequada (30-50  $\text{g kg}^{-1}$ ).

Através da análise de variância observou-se que houve efeito das diferentes relações K:Ca:Mg apenas sobre os teores dos nutrientes Ca e Mg. Os maiores teores médios de Ca (8 e 7 mg kg<sup>-1</sup>) foram observados nas relações que continham as maiores concentrações de Ca, sendo que o maior valor encontrado foi na solução nutritiva que apresentava menor relação K:Ca. Dependendo da concentração de K na solução nutritiva, pode haver uma diminuição da absorção de Ca pelas plantas, com isso essa menor relação não afetou a absorção de Ca pelo tomateiro.

Em relação ao nutriente Mg, o maior teor médio encontrado foi 6 mg kg<sup>-1</sup>), sendo observado nas relações que continham as maiores concentrações (75 mg L<sup>-1</sup>) de Mg e as menores de Ca (150 mg L<sup>-1</sup>). Altas concentrações de Ca podem inibir ou diminuir a taxa de absorção de Mg pelas raízes das plantas.

Para as cultivares houve efeito significativo sobre as concentrações de todos os macronutrientes, com exceção do Mg, conforme apresentado na Tabela 23. Os maiores teores médios de N, P, K, Ca e S foram observados na cultivar Sweet Grape.

### **Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas de mini tomate**

Através da análise de variância pode se observar que não houve efeito de interação entre relação e cultivar para as variáveis B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme apresentado na Tabela 24.

Tabela 24. Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas folhas de mini tomate, analisados aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	$\text{mg kg}^{-1}$				
<b>Relação</b>					
4:3:1	43	13	127	24	24
6:3:1	44	14	119	21	24
6:4,5:1	45	14	132	24	26
2,7:3:1	44	14	127	26	26
2,7:2:1	41	13	119	23	24
4:2:1	41	14	127	25	26
<b>Cultivar</b>					
S. Grape	49 a	16 a	139 a	26 a	29 a
S. Million	38 b	11 b	112 b	22 b	21 b
Rel	ns	ns	ns	ns	ns
Cv	**	*	**	*	**
RelxCv	ns	ns	ns	ns	ns
EPM Sol	1,81	0,72	4,1	2,26	1,05
EPM Cv	1,36	0,44	2,3	1,04	0,85

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Os teores dos micronutrientes não foram influenciados pelas diferentes relações K:Ca:Mg. No entanto, houve efeito significativo para diferentes cultivares.

A cultivar Sweet Grape apresentou os maiores teores médios de micronutrientes em relação à cultivar Sweet Million. Todos os teores estão dentro da faixa considerada adequada por Raij et al. (1997) para ambas as cultivares, com exceção do Mn e do Zn que apresentaram valores abaixo dos ideais. Soares et al. (1997) também observou variação dos teores de Mn (40,7 a 51,9  $\text{mg kg}^{-1}$ ) abaixo da faixa considerada ideal. Na cultivar Sweet Grape nota-se que o teor médio do nutriente Cu ficou acima da faixa (5-15  $\text{mg kg}^{-1}$ ) considerada ideal por Raij et al. (1997).

#### 4.2.5 Análise da seiva

Na Tabela 25 estão apresentados os valores médios, em  $\text{mg L}^{-1}$ , de  $\text{NO}^{-3}$  e de  $\text{K}^{+}$  na seiva das plantas. Não houve efeito significativo na interação entre as diferentes relações K:Ca:Mg e entre as cultivares.

Tabela 25. Valores médios das concentrações de  $\text{NO}^{-3}$  e de  $\text{K}^{+}$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) na seiva de plantas de mini tomate, analisados aos 60 DAT, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

Relação	$\text{NO}^{-3}$	$\text{K}^{+}$
	$\text{mg L}^{-1}$	
4:3:1	2083,8	4500,0
6:3:1	3082,5	4087,5
6:4,5:1	2287,5	4462,5
2,7:3:1	2626,3	4250,5
2,7:2:1	2542,5	3537,5
4:2:1	3650,0	4075,0
Cultivar		
S. Grape	3795,8 a	4404,2 a
S. Million	1628,3 b	3900,0 b
Rel	ns	ns
Cv	**	*
RelxCv	ns	ns
EPM Rel	527,72	410,59
EPM Cv	275,11	319,05

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Não houve diferenças significativas para as diferentes relações de K:Ca:Mg. Apesar de haver diferença na concentração de K aplicada através da solução nutritiva (200 a  $300 \text{ mg L}^{-1}$ ), não se observou diferença da concentração na seiva.

Entretanto, as concentrações de  $\text{NO}^{-3}$  e de  $\text{K}^{+}$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) na seiva das plantas foram influenciadas pelas diferentes cultivares. Verifica-se que a cultivar Sweet Grape

apresentou valores médios das concentrações de  $\text{NO}^{-3}$  e de  $\text{K}^{+}$  na seiva superiores em relação aos valores da cultivar Sweet Million.

#### 4.2.6 Produção, número de frutos e peso médio de frutos

Na Tabela 26 são apresentados os valores médios da produção em kg por planta, número de frutos por planta e peso médio dos frutos nas diferentes relações de K:Ca:Mg e nas duas cultivares de mini tomate. Não houve interação entre relação e cultivar para as variáveis estudadas. Verifica-se que não houve efeito significativo para as diferentes soluções nutritivas sobre as variáveis estudadas. Entretanto, para as diferentes cultivares, o efeito foi significativo ( $P < 0,01$ ).

Tabela 26. Valores médios de produção ( $\text{kg planta}^{-1}$ ), número de frutos por planta e peso médio dos frutos (g) em mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	Produção	Número de frutos	Peso médio dos frutos
	$\text{kg planta}^{-1}$		g
Relação			
4:3:1	1,41	177	8,2
6:3:1	1,44	181	8,3
6:4,5:1	1,40	207	7,3
2,7:3:1	1,47	214	7,3
2,7:2:1	1,38	203	7,4
4:2:1	1,33	181	7,9
Cultivar			
S. Grape	1,30 b	152 b	8,8 a
S. Million	1,52 a	236 a	6,7 b
Rel	ns	ns	ns
Cv	**	**	**
RelxCv	ns	ns	ns
EPM Rel	56,31	18,8	0,50
EPM Cv	36,93	9,37	0,24

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.



Verifica-se que a cultivar Sweet Million apresentou produção média de 1,52 kg planta<sup>-1</sup> diferindo da cultivar Sweet Grape que produziu 1,30 kg planta<sup>-1</sup>. Esses resultados corroboram com Holcman (2009) que observou produção superior da cultivar Sweet Million em relação a cultivar Sweet Grape.

A maior produção observada na cultivar Sweet Million está relacionada ao maior número de frutos produzidos por planta (236) em relação à variedade Sweet Grape (152). Porém, Holcman (2009) observou maior número de frutos por planta na cultivar Sweet Grape.

O peso médio dos frutos da cultivar Sweet Grape foi 23,8% superior ao da cultivar Sweet Million. Esta superioridade ocorreu pelo maior número de frutos produzidos pela cultivar Sweet Million, o que acarretou em frutos de pesos menores. No entanto, Holcman (2009) observou maior peso médio na cultivar Sweet Million (9,3 g) em relação a cultivar Sweet Grape (8,6 g), apresentando superioridade de 7,5%.

#### **4.2.7 Qualidade dos frutos**

##### **pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável, SS/AT e ácido ascórbico**

Na Tabela 27 estão apresentados os valores médios das variáveis pH, teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável, SS/AT e ácido ascórbico. Através da análise de variância pode se observar que não houve efeito significativo para interação entre relação e cultivar.

Tabela 27. Valores médios de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), SS/AT e ácido ascórbico (AA) em mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu-SP. 2010.

	pH	SS ° Brix	AT % ac.cítrico	SS/AT	AA mg 100g <sup>-1</sup>
<b>Relação</b>					
4:3:1	4,20 a	8,7	0,45	19,5	50,0
6:3:1	4,21 a	8,7	0,46	19,4	52,9
6:4,5:1	4,13 b	8,4	0,45	18,6	45,3
2,7:3:1	4,13 b	8,6	0,49	18,2	48,4
2,7:2:1	4,18 a	8,7	0,46	18,9	49,1
4:2:1	4,18 a	8,8	0,50	17,8	49,0
<b>Cultivar</b>					
S. Grape	4,17	8,3 b	0,44 b	18,7	44,1 b
S. Million	4,17	9,0 a	0,50 a	18,7	54,1 a
Rel	*	ns	ns	ns	ns
Cv	ns	*	**	ns	**
RelxCv	ns	ns	ns	ns	ns
EPM Rel	0,02	0,14	0,02	0,43	2,43
EPM Cv	0,01	0,09	0,01	0,25	2,04

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Para a variável pH, verifica-se que não houve efeito significativo para as diferentes cultivares. Entretanto para as diferentes relações K:Ca:Mg, o efeito foi significativo, sendo que os maiores valores encontrados ocorreram nas relações 4:3:1, 6:3:1, 2,7:2:1 e 4:2:1, em relação às demais. No entanto, Sampaio (1996), estudando doses de K em tomateiro não observou diferenças para pH com o aumento das concentrações de K.

Os sólidos solúveis não foram influenciados pelas diferentes soluções nutritivas, porém houve efeito significativo para as diferentes cultivares. Sampaio (1996) também não observou efeito significativo sobre os sólidos solúveis dos frutos com a aplicação de diferentes doses de K.

A cultivar Sweet Million apresentou valores médios de °Brix superiores aos da cultivar Sweet Grape, sendo 9,0 e 8,3, respectivamente. Os valores médios

de °Brix do presente estudo foram inferiores aos encontrados por Holcman (2009) que obteve teores de 8,7 e 9,4 °Brix para as cultivares Sweet Million e Sweet Grape, respectivamente.

As diferentes relações K:Ca:Mg não influenciaram a acidez titulável. No entanto, a análise de variância revelou efeito significativo para as cultivares ( $P < 0,01$ ). Os frutos da cultivar Sweet Million apresentaram acidez titulável mais elevada que os frutos da cultivar Sweet Grape, com valores de 0,50% e 0,44%, respectivamente, corroborando com Holcman (2009) que encontrou valores superiores para a cultivar Sweet Million (0,54 %) em relação a cultivar Sweet Grape (0,52 %).

Para a variável SS/AT, a análise de variância não revelou efeito significativo para as diferentes soluções nutritivas estudadas e para as diferentes cultivares.

O teor de ácido ascórbico não foi influenciado pelas diferentes relações K:Ca:Mg, entanto para as cultivares houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ). Verifica-se que os frutos da cultivar Sweet Million apresentaram valor médio de ácido ascórbico superior aos frutos da cultivar Sweet Grape, com teores médios de 54,1 e 44,1 mg 100g<sup>-1</sup>, respectivamente, conforme mostrado na Tabela 27.

#### **4.2.8 Eficiência do uso da água**

Na Tabela 28 estão apresentados os valores médios da eficiência do uso da água em kg m<sup>-3</sup> nas diferentes relações de K:Ca:Mg e nas duas cultivares de mini tomate. Não houve efeito significativo de interação entre relação e cultivar e para as relações, evidenciando que as diferentes soluções aplicadas não influenciam na EUA. No entanto, observa-se diferença estatística entre as diferentes cultivares ( $P < 0,001$ ).

Tabela 28. Valores médios da eficiência do uso da água (EUA) em plantas de mini tomate, em função das relações K:Ca:Mg e das cultivares. Botucatu, SP. 2010.

	EUA
	kg m <sup>-3</sup>
Relação	
4:3:1	23,5
6:3:1	24,0
6:4,5:1	23,4
2,7:3:1	24,6
2,7:2:1	23,0
4:2:1	22,3
Cultivar	
Sweet Grape	21,6 b
Sweet Million	25,3 a
Rel	ns
Cv	**
RelxCv	ns
EPM Rel	0,94
EPM Cv	0,62

Rel: relação; Cv: cultivar. EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

O maior valor médio da eficiência do uso da água, 25,3 kg m<sup>-3</sup>, foi observado na cultivar Sweet Million, enquanto que a cultivar Sweet Grape apresentou valor médio de 21,6 kg m<sup>-3</sup>, devido a menor produção de frutos desta. Esses valores estão dentro da faixa ideal considerada pela FAO (2001).

### 4.3 Considerações finais

O estudo de mini tomate cultivado em substrato tem se tornado de grande importância devido ao seu grande potencial de produção e qualidade, mas ainda há escassez de informações quanto à solução nutritiva ideal e as formas de manejo do substrato, necessitando de mais pesquisas.

No presente estudo as cultivares Sweet Grape e Sweet Million não foram influenciadas pelas diferentes relações K:Ca:Mg, podendo mostrar que estas cultivares apresentam adaptabilidade às diferentes concentrações de nutrientes aplicados na solução nutritiva.

Observou-se que a CE da solução do substrato aumentou ao longo do ciclo de cultivo, causando salinidade nas plantas de mini tomate. Portanto, sugere-se que a solução nutritiva utilizada pode apresentar menor concentração de nutrientes, o que evitaria excesso de sais, principalmente se a colheita ocorrer num período maior.

Em relação à altura dos cachos as cultivares estudadas apresentaram uniformidade do ponto de vista genético, sendo que a cultivar Sweet Million apresentou internódios mais curtos, apresentando um porte menor em relação à cultivar Sweet Grape.

Quanto ao ICV, em ambos os experimentos, apresentou uma tendência crescente ao longo do ciclo de cultivo, mostrando que pode ser utilizado como ferramenta de acompanhamento do teor de N na planta. No presente estudo, os valores do ICV observados para ambos os experimentos estão muito próximos indicando que estes valores preliminares podem ser usados como referência em mini tomate.

Os teores de macro e micronutrientes apresentaram valores muito próximos em ambos os experimentos, porém, há necessidade de se realizar uma curva de absorção de nutrientes para mini tomate, para que se conheça a necessidade nutricional real da cultura e dessa forma ajustar a solução ideal.

As concentrações de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{K}^+$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) na seiva das plantas não foram afetadas pelas diferentes relações de K:Ca:Mg, apesar de haver diferença na concentração de K na composição das soluções nutritivas.

As diferentes relações K:Ca:Mg não influenciaram a produção, número de frutos por planta e peso médio de frutos, e os resultados foram semelhantes em ambos os experimentos, sendo que a cultivar Sweet Million apresentou maior produção em consequência do maior número de frutos, porém a cultivar Sweet Grape apresentou frutos maiores.

Quanto à característica da qualidade dos frutos, o 2º experimento apresentou resultados superiores ao 1º experimento quanto ao teor de sólidos solúveis, SS/AT e vitamina C, devido a maior quantidade de solução nutritiva aplicada na época da amostragem.

A eficiência no uso da água não sofreu influência das diferentes soluções nutritivas aplicadas, apresentando valores semelhantes em ambos os experimentos. O uso do substrato para o cultivo das plantas pode ter contribuído para o melhor aproveitamento da água.

## 5 CONCLUSÕES

As diferentes relações de K:Ca:Mg (4:3:1, 6:3:1, 6:4,5:1, 2,7:3:1, 2,7:2:1, 4:2:1) estudadas nos dois ciclos de cultivo, compreendidos entre janeiro a maio de 2010 e entre julho a novembro de 2010, não influenciaram na produção e nas características de qualidade como pH, sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico, das diferentes cultivares de mini tomate cultivadas em substrato. As cultivares diferiram entre si quanto a produção e as características de qualidade. A cultivar Sweet Million apresentou maior produção e eficiência do uso da água em relação a cultivar Sweet Grape, assim como maiores valores médios para as variáveis sólidos solúveis e ácido ascórbico.

## 6 REFERÊNCIAS

ADAMS, P. Effect of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. **Journal of Horticulture Science**, London, v. 66, n. 2, p. 201-207, 1991.

ADAMS, P.; HO, L. C. Effect of constant and fluctuating salinity on the yield, quality and calcium status of tomatoes. **Journal of Horticulture Science**, London, v. 64, n. 6, p. 725-732, 1989.

ADAMS, P.; HOLDER, R. Effects of humidity, Ca and salinity on the accumulation of dry matter and Ca by the leaves and fruit of tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Journal of Horticulture Science**, London, v. 67, n. 1, p.137-142, 1992.

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

ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo en invernadero**. 3. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1999. 347 p.

AL-SHAIBANI ALI, M. H.; GREIG, J. K. Effects of storage and cultivar on some quality attributes of tomatoes. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 104, n. 6, p. 800-812, 1979.



ALVARENGA, M. A. R. **Tomate, produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 393 p.

ANDRIOLO, J. L. et al. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 3, p. 215-219, nov. 1999.

ANDRIOLO, J. L. et al. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com reutilização da solução nutritiva drenada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p. 485-489, jul./set. 2003.

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Editora da Universidade Federal Santa Maria, 1999. 142 p.

ANTHON, A.; BARRETT, D. M. Thermal inactivation of lipoxygenase and hydroperoxytrienoiclyase in tomatoes. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 81, n. 2, p. 275-279, 2003.

ANZA, M.; RIGA, P.; GARBISU, C. Effects of variety and growth season on the organoleptic and nutritional quality of hydroponically grown tomato. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 29, n. 1, p. 16-37, Feb. 2006.

ARAGÃO, W. M. **Coco: pós-colheita**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 76 p. (Frutas do Brasil, 29).

ASSIS, R. P. de. **Nutrição mineral e crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guinensis* Jacq.) em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva**. 1995. 41 f. Dissertação (Mestrado Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

ASSOCIATION OF OFICIAL ANALITYCAL CHEMISTRY INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of the Association of Oficial Analitical Chemistry International**. 13th ed. Washington, DC, 1992. 1015 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Método de Tillmans modificado**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2010.

CADAHÍA, C. Fertirrigación: aspectos basicos. In: \_\_\_\_\_. **Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. p. 63-79.

CAMPAGNOL, R. **Sistemas de condução de mini melancia cultivada em ambiente protegido**. 2009. 80 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CAÑADAS, J. J. M. Sistemas de cultivo en substrato: a solución perdida y com recirculación del lixiviado. In: MILAGROS, M. F.; GÓMEZ, I. M. C. (Ed.). **Cultivos sin suelo II**. 2. ed. Almería: DGIFA, FIAPA, Caja Rural de Almería, 1999. p. 173-205. Curso Superior de Especialización.

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

CARRIJO, O. A. et al. **Uso da fibra da casca de coco verde para o preparo de substrato agrícola**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 4 p. (Comunicado técnico, 19).

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibras da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 4, p. 533-536, dez. 2002.

CARVALHO, J. G. de; BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R. Nutrição mineral adubação. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate, produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**, Lavras: UFLA, 2004. p. 61-120.

CARVALHO, J. R. de; PAGLIUCA, L. G. Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. **Revista Hortifruti Brasil**, Piracicaba, n. 58, p. 6, 2007.

CENTRE TECHNIQUE INTERPROFESSIONEL DES FRUITS E DES LÉGUMES. **Le melon**. Paris, 1998. 165 p.

CHARLO, H. C. de et al. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 155-159, abr./jun. 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CORTÉS, E. M. Características del riego en cultivos sin suelo: exigencias en aportación y manejo: resultados experimentales en cultivo de pepino en perlita. In: FERNANDÉZ, M. F.; GÓMEZ, I. M. C. (Eds.). **Cultivos sin suelo II**. Almeria: DGIFA, FIAPA, Caja Rural de Almeria, 1999. p. 287-305.

CUARTERO, J.; FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 78, p. 83-125, 1999.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 26, p. 37-44, 1972.

DIEZ NICLOS, M. J. Tipos varietales. In: NUEZ, F. (Coord.). **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi Prensa, 2001. p. 93-129.

DORAIS, M.; PAPADOPOULOS, A. P.; GOSSELIN, A. Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. **Agronomie**, Paris, v. 21, n. 4, p. 367-383, May/June 2001.

DUMAS, Y. et al. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 83, n. 5, p. 369-382, Apr. 2003.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 83-89, jan./mar. 2007.

ESQUINAS-ALCANZAR; NUEZ VIÑALS, F. Situación taxonômica, domesticación y difusión del tomate. In: NUEZ, F. (Coord.). **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi Prensa, 2001. p. 13-42.

FANTOVA, M. C. **Variedades autóctonas de tomates de Aragón**. Aragón: Centro de investigación de Tecnología Agroalimentaria de Aragón, 2006. 238 p.

FAO. FAOSTAT 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 23 out. 2010.

FAO. New frontiers in capacity building in drainage. In: RITZEMA, H. P.; WOLTERS, W. WORKSHOP CAPACITY BUILDING FOR DRAINAGE IN NORTH AFRICA, 2001, Cairo. **Proceedings...** Rome: FAO, 2001. 1 CD-ROM.

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E; VILELA, L. A. A. **Produção de alface em hidroponia.** Lavras: UFLA, 1996. 50 p.

FERNANDEZ, M. M.; GOMES, I. M. C. (Ed.). **Cultivos sin suelo II.** Almeria: DGIFA, FIAPA, Caja Rural de Almeria, 1999. 590 p.

FILGUEIRA, F. A. **Manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 412 p.

FONSECA, J. A.; MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 21, p. 47-50, 1997.

FONTES, P. C. R.; SAMPAIO, R. A.; MANTOVANI, E. C. Tomato yield and potassium concentrations in soil and in plant petioles as affected by potassium fertirrigation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 575-580, 2000.

FORSTER, H.; MENGEL, K. The effect of a short-term interruption in the K supply during the early stage on yield formation, mineral content and soluble amino acid content. **Zeitung Acker-u. Pflanzenbau**, Berlin, v. 130, p. 203-213, 1969.

FURLANI, P. R. et al. **Cultivo hidropônico de plantas.** Campinas: IAC, 1999. 50 p.

GIORDANO, L. B.; RIBEIRO, C. S. C. **Tomate para processamento industrial.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2000. 11 p.

GUIMARÃES, T. G. et al. Teores de colorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 209-216, 1999.

GUSMÃO, M. T. A. de. **Efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre a produtividade e a qualidade de mini tomates, em ambiente protegido.** 2003. 57 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GUSMÃO, S. A. L. de et al. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo “cereja” em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p. 572-573, 2000.

HAAG, H. P. et al. Princípios de nutrição mineral: aspectos gerais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 51-73.

HAO, X. et al. Improving tomato fruit quality by raising the EC of NFT nutrient solutions and calcium spraying: effects on growth, photosynthesis, yield and quality. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 511, p. 213-224, 2000.

HEWITT, J. D.; DINAR, M.; STEVENS, M. A. S. Strength of fruits of two tomato genotypes differing in total fruit solids content. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 107, p. 896-900, 1982.

HO, L. C.; ADAMS, P. Nutrient uptake and distribution in relation to crop quality: Hydroponic and transplant production. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 396, p. 33-44, 1995.

HOBSON, G. E.; GRIERSON, D. Tomato. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening.** Londres: Chapman e Hall, 1993. p. 405-442.

HOLCMAN, E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas.** 2009. 127 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos.** 3. ed. São Paulo, 1985. 533 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br/home/estatística/economia/pam/2008>>. Acesso em: 18 out. 2009.

JONES JÚNIOR, J. R. **Hidroponics**: a practical guide for soilless grower. Boca Raton: CRC, 2005. 423 p.

JONES, R. A.; SCOTT, S. J. Improvement of tomato flavor by genetically increasing sugar and acid contents. **Euphytica**, Wageningen, v. 32, p. 845-855, 1983.

KALUNGU, J. W. **Resposta do tomateiro a diferentes lâminas de irrigação, doses de potássio, e cobertura do solo em ambiente protegido**. 2008. 80 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

KIRKBY, E. A. Maximizing calcium uptake by plants. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 10 n. 1/2, p. 89-114, 1984.

KRUMBEIN, A.; AUERSWALD, H. Characterization of aroma volatiles in tomatoes by sensory analyses. **Nahrung**, Berlim, v. 42, n. 6, p. 395-399, Dec. 1998.

LI, Y. L.; STANGHELLINI, C. Analysis of the effect of EC and potencial transpiration on vegetative growth tomato. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 89, n. 1, p. 9-21, June 2001.

LI, Y. L.; STANGHELLINI, C. Effect of EC and transpiration on production of greenhouse tomato. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 88, n. 1, p. 11-29, Mar. 2001.

LINDHAUER, M. G. The role of potassium in the plant with emphasis on stress conditions (water, temperature, salinity). In: POTASSIUM SYMPOSIUM, 1985, Pretoria. **Proceedings...** Pretoria: Internacional Potash Institute and Fertilizer Society of South Africa, 1985. p. 95-113.

LIZ, R. S. de; CARRIJO, O. A. **Substrato para produção de mudas e cultivo de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 83 p.

- LOCASCIO, S. J.; OLSON, S. M.; RHOADS, F. M. Water quantity and time of N and K application for trickle-irrigated tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, n. 2, p. 265-268, Mar. 1989.
- LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro. In: GOTTO, R.; TIVELLI, S. W. (Eds.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido**. São Paulo: UNESP, 1998. p. 257-319.
- LOPEZ, C. C.; ALONSO, E. E. Calculo y preparación de disoluciones fertilizantes. In: LOPEZ, C. C. (Ed.). **Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. p. 125-172.
- LOWER, R. L.; THOMPSON, A. E. Sampling variation of acidity and solids in tomatoes. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 89, p. 512-552, 1966.
- MACHADO, M. A. R.; OLIVEIRA, G. R. M.; PORTAS, C. A. M. Tomato root distribution, yield and fruit quality under subsurface drip irrigation. **Plant and Soil**, The Hague, v. 255, n. 1, p. 333-341, 2003.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 630 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MARTINEZ, H. E. P. 2002. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa: UFV, 2002. 61 p.
- MARTINEZ, H. E. P.; BARBOSA, J. G. Substratos para hidroponia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 81-89, 1999.
- MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p. 53-76.

MENGEL, K. Potassium. In: BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. (Ed.). **Handbook of plant nutrition**. New York: Taylor & Francis, 2007. 613 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Berne: Internacional Potash Institute, 1987. 687 p.

MEURER, E. J. Potássio. In: MANLIO, S. F. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 282-298.

MILNER, L. Water and fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., 2001, Ribeirão Preto. **Proceedings...** Ribeirão Preto: ISCN, 2001. p. 108-111.

MINAMI, K. Adubação em substrato. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 147-152.

MITCHELL, J. P.; SHENNAN, C.; GRATAN, S. R. Developmental changes in tomato fruit composition in response to water deficit and salinity. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 83, n. 1, p. 177-185, Nov. 1991.

MORAES, I. V. M. **Cultivo de hortaliças: dossiê técnico**. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MjQ>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

NAGAI, H. Avanços obtidos com o melhoramento genético do tomate no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 1., 1989, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1989. p. 88-101.

NUNES, M. U. C. **Produção de mudas de hortaliças com o uso da plasticultura e do pó da casca de coco**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2000. 29 p. (Comunicado técnico, 13).

PAIVA, E. A. S.; SAMPAIO, R. A.; MARTINEZ, H. E. P. Composition and quality of tomato fruit cultivated in nutrient solutions containing different calcium concentrations. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 21, p. 2653-2661, 1998.



PAPADOPOULOS, A. P.; HAO, X. Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and energy use. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 70, n. 2/3, p. 165-178, jul. 1997.

PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: Situação atual e perspectivas para o future. In: FOLEGATTI, M. V. **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 11 -154.

PARDO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 417 p.  
PHENE, C. J. et al. Effects of high frequency surface and surface drip irrigation on root distribution of sweet corn. **Journal of Irrigation Science**, Berlin, v. 12, n. 3, p. 135-140, 1991.

PINTO, C. M. F.; CASALI, V. W. D. Tomate: tecnologia e produção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 66, p. 8, jun. 1980.

RAIJ, B. van. et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico Instituto Agrônômico de Campinas**, Campinas, n. 100, 1997. 2. ed. 285 p.

RODRIGUES, D. S. et al. Quantidade absorvida e concentrações de micronutrientes em tomateiro sob cultivo protegido. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 137-144, jan./mar. 2002.

ROSOLEM, C. A. Interação do potássio com outros íons. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2., 2005, São Pedro. **Anais...** Piracicaba: Potafós, 2005. p. 239-260.

SAMPAIO, R. A. **Produção, qualidade dos frutos e teores de nutrientes no solo e no pecíolo do tomateiro, em função da fertirrigação potássica e da cobertura plástica do solo**. 1996. 117 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

SAMPAIO, R. A.; FONTES, P. C. R. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio no solo coberto com polietileno preto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, n. 2, p. 136-139, 1998.

SASAKI, J. L. S.; SENO, S. Importância na adubação de algumas olerícolas (alho, cebola, couve-flor, pimentão e tomate). In: SÁ, M. E.; BUZZETI, C. (Coords.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 331-343.

SILVEIRA, E. B. et al. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 211-216, jun. 2002.

SIMANDLE, P. A. et al. Quality of six tomato varieties as affected by some compositional factors. **Proceedings of the American for Horticultural Science**, New York, v. 89, p. 532-538, 1966.

SOARES, I. et al. Efeito do volume de solução nutritiva na produção e nutrição do tomateiro tipo cereja cultivado em substrato. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 152-157, maio/ago. 2005.

SOARES, J. M.; FARIA, M. B. Métodos de irrigação e adubação na cultura do tomate industrial. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, DF, v. 18, p. 281-286, 1983.

SONNEVELD, C.; WELLES, W. H. Yield and quality of rockwool-grown tomatoes as affected by variations in EC-value and climatic conditions. **Plant and Soil**, The Hague, v. 111, n. 1, p. 37-42, 1988.

SONNEVELD, S.; VOOGT, W. Effects of Ca-stress on blossom-end rot and Mg-deficiency in rockwool grown tomato. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 294, p. 81-88, 1991.

STANGHELLINI, C. et al. Combined effect of climate and concentration of the nutrient solution on a greenhouse tomato crop. II: yield quantity and quality. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 458, p. 231-237, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TANDO, K. S. et al. Linking sensory descriptors to volatile and non- volatile components of fresh tomato flavour. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, p. 2366-2371, 2003.

TRANI, P. E. et al. Avaliação da produtividade e qualidade de quatro genótipos de tomate tipo “cereja”. In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP: PESQUISAS E TENDÊNCIAS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2003. p. 82-83.

TRANI, P. E.; CARRIJO, O. A. **Fertirrigação em hortaliças**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2004. 58 p.

TRESSLER, D. K.; JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetables juice processing technogy**. Westport: Avi, 1961. 1028 p.

VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T.; FERNANDES, D. M. Fertilizantes em irrigação. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). **Fertirrigação: citrus, flores e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 293-354.

VILLAS BÔAS, R. L.; ZANINI, J. R.; DUENDAS, L. H. Uso e manejo de fertilizantes em fertirrigação. In: ZANINI, J. R.; VILLAS BOÂS, R. L.; FEITOSA FILHO, J. C. **Uso e manejo da fertirrigação em hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 1-25.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: MANLIO, S. F. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 282-298.

WHITELD, F. B.; LAST, J. H. Vegetables. In: MAARSE, H. (Ed.). **Volatile compounds in foods and beverages**. New York: Marcel Dekker, 1993. p. 203-281.