



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

BRAITNER LUIZ GIORGINES ANDRADE

**MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO DO TOMATEIRO
CULTIVADO EM VASO COM AREIA**

Londrina
2012

BRAITNER LUIZ GIORGINES ANDRADE

**MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO DO TOMATEIRO
CULTIVADO EM VASO COM AREIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Hideaki Wilson Takahashi.

Coorientador: Prof. Dr. Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi

Londrina
2012

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A553m Andrade, Braitner Luiz Giorgines.

Manejo da fertirrigação do tomateiro cultivado em vaso com areia /
Braitner Luiz Giorgines Andrade. – Londrina, 2012. 67 f. : il.

Orientador: Hideaki Wilson Takahashi.

Coorientador: Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, 2012.

Inclui bibliografia.

1. Tomate – Adubação– Teses. 2. Tomate – Cultivo em vasos – Teses. 3.
Substratos – Teses. 4. Plantas – Nutrição – Teses. I. Takahashi, Hideaki
Wilson. II. Fregonezi, Gustavo Adolfo de Freitas. III. Universidade Estadual de
Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia. IV. Título.

CDU 635.64

BRAITNER LUIZ GIORGINES ANDRADE

**MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO DO TOMATEIRO CULTIVADO EM
VASO COM AREIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hideaki Wilson Takahashi
UEL – Londrina - PR

Dr. Nobuyoshi Narita
Apta - Agência Paulista de Tecnologia em
Agronegócios - Presidente Prudente - SP

Prof. Dr. Gilberto Martins
UEL – Londrina - PR

Londrina, 15 de fevereiro de 2012.

Aos meus familiares e amigos, pois sem vocês eu nada seria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pela força, pela sabedoria e pelo desejo de vencer.

Agradeço ao meu orientador, professor Doutor Takahashi, não só pela orientação neste trabalho, mas sobretudo por sua amizade e compreensão. Agradeço, especialmente, por seu apoio, preocupação e participação, tanto nos bons como nos mais difíceis momentos.

Agradeço ao meu coorientador professor Doutor Gustavo Fregonezi por sua orientação e amizade.

Agradeço aos amigos: Felipe, Hoshinão, Adriano, Alessandro, Giba, Edinei, Mestre Zé, Luiz, Nico e Gonza. Agradeço também a professora Lúcia, ao colega Joelson e ao colega Vitor Camargo, que estiveram ao meu lado, apoiando, ajudando e contribuindo para a realização dos trabalhos.

Agradeço à equipe técnica de apoio: “seu” Bié, Grandão, Irmão, Toninho, “seu” João e Márcio, pelo apoio e suporte na condução e análises dos experimentos.

Agradeço aos meus pais, Marineide e José Milton, pela força e apoio em todos os momentos.

Agradeço, especialmente, à Érica, meu amor, por me apoiar e fazer par comigo, incondicionalmente, em todos os momentos, desde que a conheci.

Agradeço também ao Dr. Nobuyoshi Narita e ao professor Dr. Gilberto Martins por aceitarem estar e minha banca de avaliação assim como pelas correções feitas em meu trabalho.

E também, agradeço à Suzana, que foi minha “madrinha” em um momento muito especial. Agradeço por sua ajuda, por seu apoio, por me possibilitar

ir ao congresso em Natal, ocasião em que conheci a Érica, e por ser uma pessoa generosa e maravilhosa.

"O caminho do homem justo é rodeado por todos os lados pelas injustiças dos egoístas e pela tirania dos homens de mal. Abençoado é aquele que, no nome da caridade e da boa-vontade, pastoreia os fracos pelo vale de escuridão, para quem ele é verdadeiramente seu irmão protetor, e aquele que encontra suas crianças perdidas". (Ezequiel 25:17 por *Samuel L. Jackson, Pulp Fiction*)

ANDRADE, Braitner Luiz Giorgines. **Manejo da fertirrigação do tomateiro cultivado em vaso com areia**. 2011. 67 f. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar a cultura do tomateiro sob fertirrigação cultivado em vasos com areia e conduzido até o segundo cacho, em que se utilizaram extratores de solução e condutivímetro portátil. O trabalho foi realizado em condições de cultivo protegido sob fertirrigação por gotejamento, com plantas cultivadas em vasos plásticos com capacidade para 9 L (23,5 x 26 x 19,5 cm), utilizando areia de granulometria grossa como substrato. O turno de rega foi regulado de forma a atender as necessidades hídricas das plantas e não ultrapassar o limite de 10% de perda. Foram realizadas como tratamento duas formas de reposição dos nutrientes. O monitorado da concentração dos íons extraída do substrato teve 10 repetições, dispostos pareadamente, sendo cada vaso uma unidade experimental. O primeiro tratamento foi apenas pela manutenção da condutividade elétrica da solução extraída do substrato (R.E.C.), com objetivo de mantê-la em $2,0 \text{ mS.m}^{-1}$, realizando a troca da solução utilizada para fertirrigação sempre que ocorresse aumento ou depleção em 20% na solução do substrato. O segundo método consistiu na manutenção de cada um dos macronutrientes dentro de uma faixa estabelecida de, N: 198ppm; P: 43,6 ppm; K: 152,4 ppm; Ca: 233 ppm; Mg: 27 ppm e S: 39 ppm (R.N.I.), com o mesmo limite para aumento ou depleção de cada nutriente. No R.E.C. os íons também foram medidos para observar o comportamento dos mesmos não levando em consideração para a reposição, assim como no R.N.I. foi medida a condutividade elétrica. A extração foi realizada sempre da manhã, uma hora após a irrigação, com as cápsulas ficando em vácuo por 30 min. Ao atingir o ponto de maturação os frutos de cada cacho foram colhidos, separadamente, a fim de quantificar a produção: teor de sólidos solúveis totais (SST); acidez total titulável (ATT); vitamina C; pH; relação SST/ATT; matéria seca; teor e extração total de nutrientes. Na parte aérea avaliou-se o crescimento em altura (cm) e o diâmetro semanal (mm); a matéria fresca e seca dos talos e a matéria seca e fresca das folhas separadas em duas frações: até o 1º cacho e acima do 1º cacho; teor de nutrientes por parte e a extração total de nutrientes em Mg ha^{-1} . Nas raízes avaliou-se a massa seca; o teor de nutrientes; o volume radicular (mL) e a extração de nutrientes (kg ha^{-1}). Os dados avaliados foram comparados através do teste “*t-student*” pareado ($p < 0,05$), e as partes com dependência foram avaliadas como medidas repetidas no tempo através do teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados demonstraram que o manejo através do condutivímetro portátil (R.E.C.) foi mais eficiente do que o R.N.I., obtendo-se maior produção de frutos: $121,45 \text{ Mg ha}^{-1}$ e 13,30 frutos por planta. Observou-se também que o teor de SST, de ATT e a relação entre eles não sofreram diferença entre os tratamentos. O acúmulo de nutrientes totalizou 12437 Mg ha^{-1} , em que, a ordem de acúmulo foi: folhas (36,90%), frutos (33,45%), talo (23,20%) e raízes (7,52%). O R.N.I. foi o que mais acumulou, 50,64% do total.

Palavras – chave: Cápsula porosa. Nutrição de plantas. *Lycopersicum esculentum*. Reposição de nutrientes. Cultivo em substrato.

ANDRADE, Braitner Luiz Giorgines. **Fertirrigation management of tomato plant grown in pots with sand**. 2011. 67 p. Dissertation of Master's Degree in Agronomy - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the management of fertigation for tomato crop grown in pots with sand, led to the second bunch, using extractors of solution and portable conductivimeter. The work was performed under conditions of protected cultivation under drip fertigation, with plants grown in pots with capacity of 9 L (23.5 x 26 x 19.5 cm), using sand with thick particle size as a substrate. The irrigation frequency was adjusted to meet the water needs of plants and do not exceed the limit of 10% loss. Treatment were performed as two forms of nutrient replenishment. The monitored concentration of ions extracted from the substrate has 10 replicates, willing paired, each pot being an experimental unit. The first treatment was only for maintaining the electrical conductivity of the solution extracted from the substrate (REC), with the aim of keeping it in 2.0 mS.m⁻¹, performing the change of the solution used for fertigation whenever there is an increase or depletion in 20% of the solution of the substrate. The second method consisted in the maintenance of each of the macronutrients within a range established - N: 198ppm, P: 43.6 ppm, K: 152.4 ppm, Ca: 233ppm, Mg: 27ppm and S: 39 ppm (R.N.I.) with the same limit for increase or depletion of each nutrient. In R.E.C. ions were also measured to observe their behavior taking into account to the replacement, as well as the RNI electrical conductivity was measured. The extraction was always performed in the morning, one hour after irrigation with the capsules being in vacuum for 30 min. Upon reaching the point of ripening fruit in each bunch were collected separately in order to quantify the production. The total soluble solids (TSS), titratable acidity (TTA), vitamin C, pH, TSS / TTA ratio, dry matter, content and total extraction of nutrients. In the aerial part evaluated the growth in height (cm) and diameter weekly (mm), fresh and dry matter of stalks and leaves separated into two fractions - to the 1st cluster and above the 1st cluster, nutrient content from and total extraction of nutrients in kg / ha. In the roots, evaluated the dry mass, nutrient content and extraction of nutrients (kg / ha). The evaluated data were compared by "t-Student" paired ($p < 0.05$), and the shares with dependence were assessed as repeated measures in time by the Tukey test ($p < 0.05$). The data showed that the management through the portable conductivimeter (R.E.C.) was more efficient than the R.N.I, obtaining higher production of fruit 121.45 Mg/ha -13.30 fruit/plant. Also observed that the TSS, TTA content and their relationship didn't suffer difference between treatments. The accumulation of nutrients totaled 12,437 T/ha, and the order of accumulation: leaves (36.90%), fruits (33.45%), stem (23.20%) and roots (7.52%), being R.N.I that most accumulated, 50.64% of the total.

Key – words: Ceramic cups. Nutrition of the plants. *Lycopersicum esculentum*. Nutrients replacement. Soilless culture.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Volume de água aplicado no cultivo do tomateiro c.v. Plutão em função da idade da planta, das características climáticas e física do substrato. Londrina, 201131
- Tabela 2** – Massa, volume e comprimento do sistema radicular das plantas do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 201140
- Tabela 3** – Características físicas dos frutos frescos no primeiro e no segundo cacho do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 201144
- Tabela 4** – Características químicas frutos frescos no primeiro e no segundo cacho do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 201146
- Tabela 5** – Valor médio de macro e micronutrientes presentes nos frutos do primeiro e do segundo cacho do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 201147
- Tabela 6** – Acúmulo médio de matéria seca em diferentes estruturas das plantas do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 201149
- Tabela 7** – Valor médio de macro e micronutrientes presentes nas folhas, talo, frutos, raiz e na matéria seca total (M.S.T) do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da

	condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011	50
Tabela 8 –	Acúmulo de nutrientes, em porcentagem, na matéria seca de diferentes estruturas das plantas do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011	51
Tabela 9 –	Valores médios das concentrações de macronutrientes presentes nas folhas índices (F.I) do primeiro e do segundo cacho das plantas do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011	52
Tabela 10 –	Valores médios da concentração de micronutrientes presentes nas folhas índices (F.I) do primeiro e do segundo cacho das plantas do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2010	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO TOMATEIRO	15
2.2 BOTÂNICA DO TOMATEIRO	15
2.3 NUTRIÇÃO MINERAL DO TOMATEIRO	17
2.4 SOLUÇÃO NUTRITIVA.....	18
2.5 CULTIVO DO TOMATEIRO EM SUBSTRATOS	19
2.6 FERTIRRIGAÇÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO.....	20
2.7 EXTRATORES DE SOLUÇÃO.....	22
3 ARTIGO A – MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO DO TOMATEIRO CULTIVADO EM VASO COM AREIA	24
3.1 RESUMO E ABSTRACT	25
3.2 INTRODUÇÃO	26
3.3 MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.3.1 Sistema de Fertirrigação	30
3.3.2 Tratamentos	31
3.3.3 Controle Fitossanitário.....	32
3.3.4 Avaliações	33
3.3.5 Análise nos Frutos.....	33
3.3.6 Avaliações Nutricionais	34
3.3.7 Delineamento e Análise Estatística	34
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.4.1 Métodos de Reposição de Nutrientes	35
3.4.2 Crescimento da Planta	38
3.4.3 Produção e Qualidade dos Frutos.....	40
3.4.4 Acúmulo de Nutrientes e Matéria Seca	48
3.5 CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS	53

ANEXOS	65
ANEXO A – TEOR DE NUTRIENTES NO TALO DO TOMATEIRO COM RELAÇÃO A POSIÇÃO – ATÉ O 1º CACHO E ACIMA DO 1º CACHO	66
ANEXO B – TEOR DE NUTRIENTES NAS FOLHAS DO TOMATEIRO COM RELAÇÃO A POSIÇÃO – ATÉ O 1º CACHO E ACIMA DO 1º CACHO	67

1 INTRODUÇÃO

O tomate é uma hortaliça produzida comercialmente em sistema intensivo. Em razão da dificuldade de cultivo em algumas épocas do ano, o cultivo em ambiente protegido vem crescendo, principalmente, próximo aos grandes centros consumidores.

O cultivo em ambiente protegido é, geralmente, realizado diretamente nos solos e, como consequência de sua intensidade, têm sido observados vários problemas com reflexos negativos no rendimento das culturas. Dentre os principais problemas, podem ser destacados a ocorrência de pragas e patógenos que atacam o sistema radicular e a salinização do solo pelo acúmulo de nutrientes favorecendo desequilíbrios nutricionais. O aparecimento destes problemas gera dificuldades aos produtores de hortaliças, principalmente, pelo elevado custo com tratamento do solo, assim como pela redução na produtividade.

Novas tecnologias vêm sendo estudadas a fim de fornecer alternativas para o cultivo de hortaliças que exigem tratos culturais intensivos. Dentre elas, pode ser destacado o cultivo fertirrigado em substratos, que tem demonstrado avanço frente aos sistemas de cultivo direto no solo, pois oferecem vantagens como: o manejo adequado da água, o fornecimento de nutrientes em doses e épocas apropriadas, a redução do risco de salinização do meio radicular e da ocorrência de problemas fitossanitários, que se traduzem em benefícios diretos no rendimento e qualidade dos produtos colhidos.

O conhecimento da concentração de nutrientes no solo é desejável para o manejo racional da adubação e, mais recentemente, da fertirrigação. Porém, a amostragem e a coleta da solução do solo para análise ainda é uma tarefa difícil, devido a tal fato, as recomendações de adubação não são baseadas nas características químicas da solução do solo.

Apesar da fertirrigação se mostrar promissora, seu êxito está condicionado à geração de informações capazes de proporcionar o seu manejo de forma mais adequada. O monitoramento de íons no solo constitui-se em uma das principais ferramentas no manejo de fertirrigação. Esse tem sido realizado com base em amostragens de solo ou da solução do solo, por meio de extratores.

Nesta perspectiva, o uso de extratores de solução tem contribuído com o manejo da fertirrigação, evitando a salinização e o desequilíbrio nutricional

nos cultivos em ambiente protegido. É possível aplicar para os extratores de solução de solo os mesmos princípios teóricos do movimento de fluxo dos tensiômetros, em que, neste caso, o fluxo de solução, normalmente se dá em sentido contrário ao do fluxo que ocorre no tensiômetro, ou seja, do solo para o extrator, graças ao gradiente de potencial gerado pelo vácuo que é aplicado ao extrator.

Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar o manejo da fertirrigação para a cultura do tomateiro cultivado em vaso com areia utilizando extratores de solução e condutivímetro portátil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO TOMATEIRO

O tomateiro é originário da América do Sul, região Andina, que vai desde o Equador até o Norte do Chile (PAPADOPOULOS, 1991; ALVARENGA, 2004), sendo encontrando desde o nível do mar até uma altitude de 2.000 metros, e por tal motivo é uma planta que se adapta a quase todos os tipos de climas (LOPES; STRIPARI, 1998). As plantas de tomate, segundo Naika et al. (2006) foram domesticadas no México e levadas a Europa em 1544.

A princípio, o tomate foi considerado como planta ornamental pelos europeus, tendo seu uso na culinária retardado devido ao temor de toxicidade (FILGUEIRA, 2000) e foi introduzido no Brasil por imigrantes europeus (CANÇADO JÚNIOR et al., 2003). Desde então, o seu cultivo começou a se consolidar, tornando-se a hortaliça de fruto mais importante do Brasil (SCHMIDT et al., 2000).

A espécie cultivada, *Lycopersicon esculentum*, originou-se da espécie silvestre *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* (FILGUEIRA, 2000), sendo que hoje as cultivares mais precoces, conforme Jones Junior et al. (1991) podem completar todo o seu ciclo em menos de 100 dias, enquanto as variedades primitivas, segundo Hernández et al. (2006), tem o ciclo em pelo menos 135 dias.

O tomate é nutritivo com excelente sabor, baixo valor energético e um alimento de baixa digestão, recomendável para dietas (MINAMI; HAAG, 1989). Segundo Naika et al. (2006) além de ser fonte de minerais, vitaminas, aminoácidos essenciais, fibras e principalmente de licopeno, carotenóide que conforme Shami e Moreira (2004) possui a maior capacidade sequestrante de radicais livres.

2.2 BOTÂNICA DO TOMATEIRO

O tomate (*Solanum lycopersicum*, L.) é uma planta dicotiledônea pertencente à família das solanáceas (NUEZ, 2001). O gênero *Lycopersicon* é dividido em dois: o *esculentum*, que engloba: *Lycopersicon esculentum* Mill., L. *pimpinelifolium* (Just.) Miller, L. *cheesmani* Riley, L. *hirsutum* Humb. & Bonpl., L. *pennellii* (Corr) D' Arcy., L. *chmielewskii* Rick, Kes., Fob & Holle, L. *parviflorum* Rick,

Kes., Fob & Holle e o complexo peruvianum, composto de duas espécies: *Lycopersicon. peruvianum* (L) Miller e *L. chilense* Dun. (ALVARENGA, 2004).

O sistema radicular do tomateiro, de acordo com Pinto e Casali (1980) é do tipo pivotante, podendo chegar a 1,5 m de profundidade e quando transplantado o sistema radicular se torna superficial e mais ramificado, se concentrando na faixa entre cinco e 35 cm de profundidade, com ausência de raiz principal.

O tomateiro é uma planta perene, de porte arbustivo, sendo cultivada como planta anual e possui habito rasteiro, semi-ereto ou ereto (ALVARENGA, 2004) herbácea, com folhas compostas, pecioladas e caule flexível (FILGUEIRA, 2000).

A produtividade da cultura está relacionada com o número de frutos colhidos e esses dependem da quantidade do pegamento floral. As flores são hermafroditas com predomínio de autofecundação, sendo a frequência de cruzamento menor do que 5% (HIGUTI, 2008). Dentre os grandes problemas no cultivo do tomateiro está o abortamento floral, que pode ser ocasionado por carência ou desequilíbrio nutricional, doenças e pragas (FILGUEIRA, 2000) e a temperatura (CARVALHO da SILVA et al., 2000).

Os frutos produzidos para comercialização se caracterizam pelo formato, número de lóculos, coloração (FONTES; SILVA, 2002) e podem ser reunidas em cinco grupos: santa cruz, salada, cereja, italiano e industrial (FILGUEIRA, 2000). O ciclo fotossintético é C3, portanto, é uma planta que responde ao aumento da incidência luminosa, porém possui baixo ponto de compensação fótico (JONES JUNIOR, 1991).

Conforme Gargantine e Blanco (1963) o crescimento inicial do tomateiro é muito rápido, sendo que após trinta dias ele passa a se desenvolver com maior rapidez, aos 40 dias, período de floração, ele alcança o dobro do crescimento inicial e desta fase em diante o crescimento se torna acentuado até os 100 dias, tendo a frutificação entre os 70 e 80 dias até se estabilizando a partir dos 120 dias após o transplântio. Haag et al. (1978) encontrou resultados similares, no entanto o tomateiro atingiu o pico de crescimento aos 105 dias. Prado et al. (2011) detectou que a altura das plantas atingiu aos 85 o máximo. Rodrigues et al. (2002) cultivando tomate em solo, obteve o máximo aos 91 após transplântio. Esta diferença, provavelmente, deve-se ao tempo distinto de cultivo e a diferença de genótipos.

2.3 NUTRIÇÃO MINERAL DO TOMATEIRO

A nutrição mineral do tomateiro é objeto de muitos estudos devido à grande importância econômica que esta cultura representa (PUJOS; MORARD, 1997; RODRIGUES et al, 2002; GENUNCIO et al, 2006; ELOI et al., 2011). Outro fator que deve ser lembrado é de que o uso racional de adubos, além de reduzir custos e garantir qualidade da produção, minimiza a contaminação ambiental (GOTO; TIVELLI, 1998). Estudos em sistema protegido com cultivo de hortaliças em substratos ainda são escassos, necessitando de pesquisas com intuito de aprimorar as técnicas de irrigação (LOPES; STRIPARI, 1998) e de monitoramento da fertilização do substrato. No sistema de produção a adubação, conforme Malavolta et al. (1997), ainda requer estudos para propiciar disponibilidade de nutrientes e suprir as quantidades necessárias para a planta.

No Brasil, um dos primeiros trabalhos relacionados à absorção dos nutrientes pelo tomateiro foi realizado por Gargantini e Blanco (1963), com a c.v. Santa Cruz-1639. Esses autores concluíram que a ordem de absorção de nutriente foi K, N, Ca, S, P e Mg e as absorções de N, K, Mg e S alcançaram valores máximos no período de 100 a 120 dias após a emergência das sementes, enquanto que o Ca e o P foram absorvidos durante todo o ciclo da cultura. Prado et al. (2011) estudando a absorção da cultivar Raissa obtiveram K, N, Ca, P, Mg e S como ordem de acúmulo. Fayad et al. (2002) observaram que o N e o K são os elementos mais acumulados pelo híbrido EF-50, entre 35 e 91 dias após o transplântio, período de maior acúmulo, onde absorve 73,5% do N e 75,0% do K de todo o ciclo cultural.

2.4 SOLUÇÃO NUTRITIVA

A solução nutritiva é a chave de um sistema de cultivo sem solo, é quem fornece os nutrientes minerais indispensáveis para o crescimento e desenvolvimento de todos os organismos (MORARD; MORARD, 2007). O manejo da solução nutritiva, depende de alguns fatores como pH, condutividade elétrica, temperatura, ordem de adição dos nutrientes, água de boa qualidade e pressão osmótica da solução (PRADO, 2008).

Trabalhos recentes relacionados ao uso de solução nutritiva se baseiam no trabalho inicial de Hoagland e Arnon (1950), onde estes explicaram a

importância da aeração, escolha dos nutrientes, ordem de adição e a formulação de uma solução completa, contendo macro e micronutrientes. Baseados neste trabalho, alguns autores citam concentrações mais adequadas para as cultivares mais atuais, como Max e Horst (2009), N: 203,00 ppm; P: 62,00 ppm; K: 499,20 ppm; Ca: 132,00 ppm; Mg: 16;80 ppm; S: 54;40 ppm; e, Merica et al. (2011), N: 210,00 ppm ; P: 40,00 ppm; K: 250,00 ppm; Ca: 150,00 ppm e Mg: 50,00 ppm.

Para a absorção dos nutrientes pelas plantas é necessário que estes se encontrem em concentrações e relações adequadas na solução (LOPEZ; ALONSO, 1998; ALPI; TOGNONI, 1999), evitando, dessa forma, fenômenos negativos devido ao potencial osmótico e o antagonismo entre os nutrientes dificultando a absorção (CADAHIA, 1998; ANDRIOLO et al., 2003). Fernandes et al. (2002) comenta que a relação entre N:K é um importante parâmetro a se considerar na formulação de uma solução nutritiva.

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 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).

Martinez (2002) comenta que 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. 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).

2.5 CULTIVO DO TOMATEIRO EM SUBSTRATOS

A crescente demanda por hortaliças de alta qualidade e ofertadas durante o ano todo tem contribuído para o investimento em novos sistemas de cultivo, que permitam produção em condições climáticas adversas (CARRIJO et al., 2004). Segundo KÄMPF (2002), boa parte dos cultivos tem sido realizados em áreas cobertas por túneis altos ou casas de vegetação. Esta cobertura é benéfica na melhora da qualidade das hortaliças, no entanto, Tavares et al. (1993) e Peil (2003) verificaram que o cultivo intensivo de hortaliças em ambiente protegido tem ocasionado problemas de contaminação por patógenos de solo, difíceis de solucionar por meio de métodos tradicionais.

Uma solução para os agricultores pode estar no cultivo sem solo, com uso da hidroponia (OHSE et al. 2001; BENINNI et al., 2003; ANDRIOLO et al., 2004; FERNANDES et al., 2004; BENINNI et al., 2005) ou no cultivo em contêineres com o uso de substrato (BETTIOL et al., 1997; MEDEIROS et al., 2001; ESPÍNOLA et al., 2001; SMIDERLE et al., 2001; GRAVE et al. 2001; SEABRA JÚNIOR et al., 2004; FACTOR et al., 2008; STEIDLE NETO et al., 2009; EMRICH et al. 2011; LIMA et al., 2011), principalmente quando a presença de patógenos no solo inviabiliza o seu cultivo em casas de vegetação (FILGUEIRA, 2000; RODRIGUEZ-RODRIGUEZ et al., 2001).

Para Charlo (2010) o cultivo em substrato tem aumentado tendo em vista a praticidade do manejo, a economia em defensivos agrícolas, a melhoria da qualidade dos produtos e na comercialização. Além disso, possibilita intensificar os cultivos sem a necessidade de realizar a rotação de culturas, prática imprescindível no cultivo de hortaliças no solo (FILGUEIRA, 2000).

Com o passar dos anos, tem sido testado vários substratos nos cultivos protegidos, comparando com os sistemas tradicionais, como no trabalho de Andriolo et al. (1997) que verificou a eficiência produtiva do tomateiro, cv. Carmen, em substrato e em solo foi a mesma. Diversos autores como Andriolo et al. (1999), Fernandes et al. (2002), Carrijo et al. (2004), Pádua et al. (2002), Pires et al. (2010), Medeiros (2010a) e Lima et al. (2011), avaliaram substratos de origem orgânica mas apresentam dificuldades para sua reutilização devido a dificuldade de esterilização.

A reutilização de substratos, segundo Cardoso et al. (2009), caracteriza-se como uma tentativa de reduzir o custo de produção. Fernandes

(2005) comenta que a questão ambiental deve ser considerada, uma vez que a reutilização reduz o volume descartado, no entanto deve-se atentar para a ocorrência de doenças, concentração de nutrientes, desequilíbrio nutricional e alteração das propriedades dos substratos.

Portanto, torna-se importante utilizar substratos constituídos de materiais inertes, de longa durabilidade, baixo custo, fácil utilização e disponível nas regiões de cultivo (LIMA et al., 2011), neste contexto, a areia se torna uma boa opção, embora ela não seja leve, como muitos outros substratos, é encontrada facilmente e a um custo menor do que em relação a maioria dos substratos.

Embora existam poucos trabalhos com cultivo de hortaliças em areia, Medeiros (2010a) observou resultados positivos, pois, por ter baixíssima capacidade de troca iônica, considera-se a areia um substrato de fácil manejo.

Gusmão et al. (2006) trabalhando com quatro híbridos de tomate cereja em substratos (Rendimax-estufa[®] e areia) e em solo coberto e descoberto concluíram que o cultivo em solo proporcionaram maior produção diária e tal situação foi possível porque não havia fatores restritivos à produção em solo – pragas, doenças, salinização, entre outros - principais justificativas para se adotar o cultivo em substrato.

2.6 FERTIRRIGAÇÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO

A adubação das hortaliças é realizada via fertilizantes sólidos que são aplicados e incorporados ao solo ou pela água de irrigação ou fertirrigação. Entretanto, o uso desta técnica encontra limitações de ordem econômica, devido ao alto custo dos fertilizantes solúveis (GRAVE et al., 2001). Villas-Bôas e Souza (2008) mostraram que essa técnica é efetiva no aumento de produtividade de frutas e hortaliças.

A fertirrigação é utilizada principalmente em cultivos de frutas, hortaliças e com mais frequência em cultivos protegidos (OS; STANGHELLINI, 2001; ANDRADE JUNIOR et al., 2005; SILVA JUNIOR et al., 2007; ANDRIOLO et al., 2009; STEIDLE NETO et al., 2009; TEMÓTEO et al., 2010; GENUNCIO et al., 2010; SOUZA et al., 2010; MEDEIROS et al., 2010b; ALBUQUERQUE et al., 2011; BISCARO et al., 2011).

Este tipo de cultivo é uma alternativa para a proteção das culturas contra as adversidades climáticas e problemas fitossanitárias, além da redução no consumo de água que pode chegar a 50% (STANGHELLINI, 1993; GÄRDENÄS et al., 2005). Outras vantagens é o fracionamento das doses de nutrientes de acordo com a fenologia da planta (FERNANDES et al., 2002) e a aplicação restrita ao volume molhado (OLIVEIRA et al., 2007).

A desvantagem do método é a necessidade de mão de obra capacitada (VILLAS BÔAS; SOUZA, 2008), para o manejo das soluções, para não prejudicar o fluxo de absorção de água pela planta, não afetar o potencial osmótico em torno das raízes devido à salinização (ANDRIOLO et al., 2005), e evitar problemas de toxidez pelos íons (AYRES; WESTCOT, 1991).

A salinidade dos solos em ambiente protegido ocorre pelo excesso de sais aplicados na fertilização via água de irrigação, havendo necessidade de estudos dos métodos de manejo. Diversos pesquisadores utilizam lâminas de água para a lixiviação dos sais em excesso (MEDEIROS et al., 2001; BLANCO; FOLEGATTI, 2001; BARROS et al., 2005), no entanto, esta prática não é a mais adequada devido ao custo dos fertilizantes.

As medidas de controle viáveis da fertirrigação devem ser acessíveis aos produtores. Uma forma é por meio de determinação da condutividade elétrica, mantendo em uma faixa em que não prejudique a produtividade e não salinize o solo (BURGUEÑO, 1996). Valores de salinidade limiar para várias culturas vêm sendo estudado por diversos autores (BLANCO, 2004; OLIVEIRA et al., 2007; BLANCO et al. 2008; CAMPOS; CAVALCANTE, 2009; MEDEIROS et. al, 2010b; NASCIMENTO et al., 2011) contudo, estes valores são variados e relacionados a condições e espécies diferentes. Outra técnica é através de medições e análises periódicas, para se determinar a concentração dos íons, e conseqüentemente, ajustá-los a uma maneira balanceada.

Técnicas para monitorar a solução do solo têm sido muito estudadas. O uso de extratores de solução com cápsulas porosas de cerâmica é uma delas (MARQUES et al., 1996; SILVA et al., 2004a). Este extrator permite a retirada da solução do solo, contudo, sua eficiência ainda é carente de estudos.

Estudos visando à definição da salinidade limiar tolerada pelas culturas na presença de sais fertilizantes, bem como a avaliação do uso de

extratores de solução no auxílio ao manejo da fertirrigação são fundamentais para melhorar a produção.

2.7 EXTRATORES DE SOLUÇÃO

O uso de extratores de solução do solo auxilia no manejo da fertirrigação, monitoramento da dinâmica de íons em solução, permitindo identificar e contornar problemas causados por desequilíbrios nutricionais e processos de salinização. A principal vantagem do uso desses materiais é que a solução pode ser extraída sem a destruição da unidade experimental, permitindo a continuidade do estudo na mesma área, parcela ou vaso (SILVA, 2002).

Burgueño (1996) e Silva (2002) comentaram que ao se estabelecer o monitoramento periódico, a aplicação de fertilizantes pode ser controlada de forma a manter a concentração da solução do solo variando numa faixa de condutividade elétrica (CE) adequada para a cultura, não sendo, portanto, necessário se aplicar lâminas de lavagem de manutenção, evitando, assim, desperdícios com água, energia e fertilizantes.

Cápsulas porosas têm sido utilizadas na extração de solução do solo, principalmente para avaliação da concentração de íons. Lao et al. (2004) explicam que os níveis dos nutrientes da solução do solo devem ser conhecidos para estabelecer a aproximação mais adequada ao manejo dos nutrientes. Silva (2002) complementa que a metodologia necessita de calibrações para diferentes culturas e condições de cultivo, sendo assim, é possível recomendar concentrações iônicas apropriadas.

A análise da solução do solo é um critério objetivo para definir a solução nutritiva, sendo uma ferramenta apropriada para o manejo da fertirrigação efetivo da cultura (SILVA, 2010). Porém, é necessário conhecer a pressão submetida na sucção no momento da coleta da solução para evitar subestimação ou superestimação da concentração iônica. Uma uniformização da metodologia é fundamental para se comparar dados de experimentos distintos (GLOAGUEN et al., 2009).

Para Silva (2002), com o auxílio dos extratores providos de cápsulas cerâmicas, é possível determinar a concentração de nitrato e potássio com precisão na solução do solo e cálcio e magnésio com uma menor precisão. Para

concentração de enxofre e fósforo a metodologia não é recomendada. Entretanto, Lima (2009) discorda e relata que foi possível determinar a concentração de íons e condutividade elétrica com boa precisão ($R^2 > 70\%$).

3 ARTIGO A

**MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO DO TOMATEIRO CULTIVADO EM VASO COM
AREIA**

MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO DO TOMATEIRO CULTIVADO EM VASO COM AREIA

3.1 RESUMO E ABSTRACT

Resumo

Este trabalho objetivou avaliar a cultura do tomateiro sob fertirrigação cultivado em vasos com areia e conduzido até o segundo cacho, em que se utilizaram extratores de solução e condutivímetro portátil. O trabalho foi realizado em condições de cultivo protegido sob fertirrigação por gotejamento, com plantas cultivadas em vasos plásticos com capacidade para 9 L (23,5 x 26 x 19,5 cm), utilizando areia de granulometria grossa como substrato. O turno de rega foi regulado de forma a atender as necessidades hídricas das plantas e não ultrapassar o limite de 10% de perda. Foram realizadas como tratamento duas formas de reposição dos nutrientes. O monitorado da concentração dos íons extraída do substrato teve 10 repetições, dispostos pareadamente, sendo cada vaso uma unidade experimental. O primeiro tratamento foi apenas pela manutenção da condutividade elétrica da solução extraída do substrato (R.E.C.), com objetivo de mantê-la em $2,0 \text{ mS.m}^{-1}$, realizando a troca da solução utilizada para fertirrigação sempre que ocorresse aumento ou depleção em 20% na solução do substrato. O segundo método consistiu na manutenção de cada um dos macronutrientes dentro de uma faixa estabelecida de, N: 198ppm; P: 43,6 ppm; K: 152,4 ppm; Ca: 233 ppm; Mg: 27 ppm e S: 39 ppm (R.N.I.), com o mesmo limite para aumento ou depleção de 20% de cada nutriente. No R.E.C. os íons também foram medidos para observar o comportamento dos mesmos não levando em consideração para a reposição, assim como no R.N.I. foi medida a condutividade elétrica. A extração foi realizada sempre de manhã, uma hora após a irrigação, com as cápsulas ficando em vácuo por 30 min. Ao atingir o ponto de maturação os frutos de cada cacho foram colhidos, separadamente, a fim de quantificar a produção: teor de sólidos solúveis totais (SST); acidez total titulável (ATT); vitamina C; pH; relação SST/ATT; matéria seca; teor e extração total de nutrientes. Na parte aérea avaliou-se o crescimento em altura (cm) e o diâmetro semanal (mm); a matéria fresca e seca dos talos e a matéria seca e fresca das folhas separadas em duas frações: até o 1º cacho e acima do 1º cacho; teor de nutrientes por parte e a extração total de nutrientes em Mg ha^{-1} . Nas raízes avaliou-se a massa seca; o teor de nutrientes; o volume radicular (mL) e a extração de nutrientes (kg ha^{-1}). Os dados avaliados foram comparados através do teste “*t-student*” pareado ($p < 0,05$), e as partes com dependência foram avaliadas como medidas repetidas no tempo através do teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados demonstraram que o manejo através do condutivímetro portátil (R.E.C.) foi mais eficiente do que o R.N.I., obtendo-se maior produção de frutos: $121,45 \text{ Mg ha}^{-1}$ e 13,30 frutos por planta. Observou-se também que o teor de SST, de ATT e a relação entre eles não sofreram diferença entre os tratamentos. O acúmulo de nutrientes totalizou 12437 Mg ha^{-1} , em que, a ordem de acúmulo foi: folhas (36,90%), frutos (33,45%), talo (23,20%) e raízes (7,52%).

Palavras – chave: Cápsula porosa. Nutrição de plantas. *Lycopersicum esculentum*. Reposição de nutrientes. Cultivo em substrato.

FERTIGATION MANAGEMENT OF TOMATO PLANT GROWN IN POTS WITH SAND.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the management of fertigation for tomato crop grown in pots with sand, led to the second bunch, using extractors of solution and portable conductivimeter. The work was performed under conditions of protected cultivation under drip fertigation, with plants grown in pots with capacity of 9 L (23.5 x 26 x 19.5 cm), using sand with thick particle size as a substrate. The irrigation frequency was adjusted to meet the water needs of plants and do not exceed the limit of 10% loss. Treatment were performed as two forms of nutrient replenishment. The monitored concentration of ions extracted from the substrate has 10 replicates, willing paired, each pot being an experimental unit. The first treatment was only for maintaining the electrical conductivity of the solution extracted from the substrate (REC), with the aim of keeping it in 2.0 mS.m⁻¹, performing the change of the solution used for fertigation whenever there is an increase or depletion in 20% of the solution of the substrate. The second method consisted in the maintenance of each of the macronutrients within a range established - N: 198ppm, P: 43.6 ppm, K: 152.4 ppm, Ca: 233ppm, Mg: 27ppm and S: 39 ppm (R.N.I.) with the same limit for increase or depletion of each nutrient. In R.E.C. ions were also measured to observe their behavior taking into account to the replacement, as well as the RNI electrical conductivity was measured. The extraction was always performed in the morning, one hour after irrigation with the capsules being in vacuum for 30 min. Upon reaching the point of ripening fruit in each bunch were collected separately in order to quantify the production. The total soluble solids (TSS), titratable acidity (TTA), vitamin C, pH, TSS / TTA ratio, dry matter, content and total extraction of nutrients. In the aerial part evaluated the growth in height (cm) and diameter weekly (mm), fresh and dry matter of stalks and leaves separated into two fractions - to the 1st cluster and above the 1st cluster, nutrient content from and total extraction of nutrients in kg / ha. In the roots, evaluated the dry mass, nutrient content and extraction of nutrients (kg / ha). The evaluated data were compared by "t-Student" paired ($p < 0.05$), and the shares with dependence were assessed as repeated measures in time by the Tukey test ($p < 0.05$). The data showed that the management through the portable conductivimeter (R.E.C.) was more efficient than the R.N.I, obtaining higher production of fruit 121.45 Mg/ha -13.30 fruit/plant. Also observed that the TSS, TTA content and their relationship didn't suffer difference between treatments. The accumulation of nutrients totaled 12,437 T/ha, and the order of accumulation: leaves (36.90%), fruits (33.45%), stem (23.20%) and roots (7.52%).

Key – words: Ceramic cups. Nutrition of the plants. *Lycopersicum esculentum*. Nutrients replacement. Soilless culture.

3.2 INTRODUÇÃO

O tomate é uma hortaliça produzida comercialmente em sistema intensivo, sendo a estimativa de produção do Estado do Paraná em torno de 230

toneladas para o segundo semestre de 2011 (SEAB, 2011). Em razão da dificuldade de cultivo em algumas épocas do ano, o cultivo em ambiente protegido vem crescendo principalmente próximo a grandes centros consumidores.

O solo vinculado à intensiva produção em estufa tem sido questionado quanto à sua sustentabilidade devido à contaminação da água subterrânea devido à excessiva adubação, o que resulta em lixiviação de nutrientes (VALÉRIE et al, 2010). Fanasca et al. (2006) afirmam que o significado da qualidade nutricional dos produtos hortícolas é cada vez mais importante para os produtores com cultivo em sistema protegido que querem atender à demanda crescente de consumidores no mercado altamente competitivo de vegetais frescos.

Para Gruda (2009) os processos de produção em estufa têm avançado muito nas últimas décadas, no entanto, produzir com qualidade é uma questão que depende de diversos fatores, como controle do volume de água aplicada, o estado nutricional da planta e a fertilidade do solo. Uma técnica muito eficiente que é atualmente muito utilizada é a fertirrigação.

A fertirrigação é utilizada principalmente em cultivos de frutas e hortaliças e com mais frequência em cultivos protegidos (van OS; STANGHELLINI, 2001; ANDRADE JUNIOR et al., 2005; SILVA JUNIOR et al., 2007; ANDRIOLO et al., 2009; STEIDLE NETO et al., 2009; TEMÓTEO et al., 2010; GENUNCIO et al., 2010; SOUZA et al., 2010; MEDEIROS et al., 2010b; ALBUQUERQUE et al., 2011; BISCARO et al., 2011).

Este tipo de cultivo é uma alternativa para a proteção das culturas contra as adversidades climáticas e problemas fitossanitárias, além da redução no consumo de água que pode chegar a 50% (STANGHELLINI, 1993; GÄRDENÄS et al., 2005). Outras vantagens é o fracionamento das doses de nutrientes de acordo com a fenologia da planta (FERNANDES et al., 2002) e a aplicação restrita ao volume molhado (OLIVEIRA et al., 2007).

A desvantagem do método é a necessidade de mão de obra capacitada (VILLAS BÔAS; SOUZA, 2008), para o manejo das soluções, a fim de não prejudicar o fluxo de absorção de água pela planta, não afetando o potencial osmótico em torno das raízes devido à salinização (ANDRIOLO et al., 2005) e evitar problemas causados pela toxidez (AYERS; WESTCOT, 1991).

Burgueño (1996) e Silva (2002) comentam que ao se estabelecer o monitoramento periódico, a aplicação de fertilizantes pode ser controlada de forma a

manter a concentração da solução do solo variando numa faixa de condutividade elétrica adequada para a cultura, não sendo, portanto, necessário se aplicar lâminas de lavagem de manutenção, evitando, assim, desperdícios com água, energia e fertilizantes.

Como diretrizes ambientais estão se tornando mais restritiva no mundo inteiro, muitas estufas têm se convertido para sistemas de produção mais sustentáveis, incluindo o cultivo sem solo (BETTIOL et al., 1997; MEDEIROS et al., 2001; ESPÍNOLA et al., 2001; SMIDERLE et al., 2001; GRAVE et al. 2001; SEABRA JÚNIOR et al., 2004; FACTOR et al., 2008; STEIDLE NETO et al., 2009; EMRICH et al. 2011; LIMA et al., 2011). No entanto, até agora pouco se sabe sobre as variações na qualidade dos frutos associados com este sistema de produção.

Andriolo et al. (1999), Fernandes et al. (2002), Carrijo et al. (2004), Pádua et al. (2002), Pires et al. (2010), Medeiros (2010a) e Lima et al. (2011), tem testado substratos de origem orgânica mas apresentam dificuldades para sua reutilização devido a dificuldade de esterilização. A reutilização de substratos, segundo Fernandes et al. (2006) e Cardoso et al. (2009), caracteriza-se como uma tentativa de reduzir o custo de produção.

Uma opção que pode vir a se tornar viável a produtores é o uso de areia como substrato para o cultivo devido ao baixo custo de aquisição. Contudo a areia apresenta como principal problema o peso excessivo, principalmente quando molhada o que pode dificultar o manejo dos vasos.

Embora existam poucos trabalhos com cultivo de hortaliças em areia, Medeiros (2010a) observou resultados positivos, pois, por ter baixíssima capacidade de troca iônica, considera-se a areia um substrato de fácil manejo. No entanto, o controle nutricional o cultivo de hortaliças em areia é pouco conhecido.

Devido estas necessidades, diversos autores tem desenvolvido métodos que possibilitem a avaliação deste sistema, sendo uma opção para o uso de extratores de solução do solo com cápsula porosa (EYMAR, et al., 2001; FRANÇA E SILVA, et al., 2000; DIAS et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2011). Com o uso de extratores é possível monitorar a concentração de íons na solução do solo e controlar assim a condutividade elétrica e a salinidade da solução extraída (DIAS et al., 2005; CURLEY et al., 2010).

Fança e Silva (2002) trabalhando com a cultura do pimentão concluiu que o monitoramento a partir da condutividade elétrica da solução do solo

extraída por cápsulas porosas permite evitar possíveis processos de salinização e deficiências nutricionais. Dias et al (2005) complementam que com o uso de extratores de solução do solo, pode-se monitorar a concentração iônica da solução do solo, com precisão satisfatória (R^2 62%).

Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar o manejo da fertirrigação para a cultura do tomateiro cultivado em vaso com areia utilizando extratores de solução e condutivímetro portátil.

3.3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, PR (Lat.: 23°29'41,4"S, Long.: 51°12'5,5"W), entre o meio do mês de julho ao final de outubro de 2011, em casa de vegetação com cobertura de polietileno plástica transparente.

As mudas de tomate utilizadas foram produzidas a partir de sementes do tomate saladete, cv. Plutão, em substrato Plantimax® com as seguintes características: densidade aparente: 248 g L⁻¹; porosidade total: 75,08% vol.; espaço de aeração: 27,58% vol.; água disponível: 12,66% vol.; água de reserva: 1,79% vol.; pH (H₂O): 6,01; CTC: 13,05 cmolc dm⁻³; Matéria Orgânica: 0,015 mg g⁻¹, e foram transplantadas 30 dias após a emergência.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram medidas a cada 6 horas dia/noite com auxílio de um Datalogger digital modelo HT – 500 INSTRUTHERM®, tendo como média de 26,34 °C (33,38°C máxima e 19,31 °C mínima) e 33,81% de umidade relativa do ar (19,70% de mínima e 40,70% de máxima).

O experimento foi conduzido em vasos plástico com capacidade de nove litros (23,5 x 26 x 19,5 cm), com espaçamento de 30 cm entre plantas e 60 cm entre linhas, utilizando areia com granulometria grossa com as seguintes características: 40,37% de retenção na peneira de 0,5mm; Densidade aparente: 1,4 g cm⁻³; Densidade da partícula: 2,13 g cm⁻³; pH (CaCl): 6,5; Ca:0,25 Cmolc/dm³; Mg: 0,14 Cmolc dm⁻³; K: 0,70 Cmolc dm⁻³; H+Al: 1,75 Cmolc dm⁻³; P: 0,52 mg dm⁻³; Al: 0,00 Cmolc dm⁻³; Matéria orgânica: 0,04 mg g⁻¹.

3.3.1 Sistema de Fertirrigação

O sistema de fertirrigação foi constituído por duas bombas submersas, com a vazão de até 1,9 m.c.a e potência de 38 watts, modelo AT 207 da Atman[®], em caixa d'água com capacidade de 310 L. As bombas foram ligadas a um timer da Kienzle[®], sendo o timer acionado por um contactor para evitar danos devido à oscilação da amperagem.

As aplicações de fertilizantes foram realizadas via água de irrigação com a frequência variável a fim de que as perdas não ultrapassassem 10 % por turno de rega, sendo que cada gotejador foi regulado para uma vazão de 300 mL/min. O turno de rega (Tabela 1) foi definido diariamente com base em Embrapa hortaliças (2003) e nos dados obtidos através do Datalogger, onde se levou em consideração a evapotranspiração de referência (ET_o), a evapotranspiração do tomate (ET_c) e a disponibilidade real de água no solo em função de sua textura (DRA).

Foi utilizado como fonte de macronutrientes o MAP (200g/1000L); Ca(NO₃)₂ (800 g/1000L); CaCl₂ (300g/1000L); MgSO₄ (300g/1000L) e KNO₃ (400g/1000L). Os micronutrientes foram fornecidos por meio do Hydrococktail[®] sendo a solução estoque de 10 g/L, e a de trabalho de 2500 mL/1000L que forneceu as concentrações B: 2,0%; Cu EDTA: 0,8%; Fe EDTA: 5,6%; Mo: 0,32%; Mn: 3,2 %; Zn: 2,0% e o Tensococktail[®] com a solução estoque de 70 g/1000L, e a de trabalho de 900 mL/1000L, fornecendo o teor de ferro de em 6,0%. Estes nutrientes combinados desta forma, fornecem a condutividade elétrica próxima a 2,0 mS m⁻¹.

Tabela 1 – Volume de água aplicado no cultivo do tomateiro c.v. Plutão em função da idade da planta, das características climáticas e física do substrato. Londrina, 2011.

D.A.T	Estádio	S.A.T	Temperatura		Umidade relativa (%)	Volume de água (mL/dia)
			Máxima	Mínima		
0	Inicial	0	33,60	18,50	39,30	1200
28	Inicial	1	33,60	18,50	39,30	1200
35	Vegetativo	2	31,40	17,40	40,70	1200
42	Vegetativo	3	35,90	19,70	23,80	1200
49	Formação do 1º cacho	4	36,40	18,30	33,40	1500
56	Início da Floração 1º cacho	5	33,00	14,40	37,20	1500
63	Frutificação 1º cacho	6	35,00	19,10	32,70	1700
70	Formação do 2º cacho	7	33,10	14,50	32,50	2000
77	Floração do 2º cacho	8	33,00	20,90	37,20	2000
84	Frutificação 2º cacho	9	28,90	15,90	37,40	2000
91	Início da Maturação 1º cacho	10	30,80	18,40	29,90	2000
98	Início da Maturação 2º cacho	11	36,50	21,80	19,70	1800
105	Frutos maduros	12	28,20	25,70	34,20	1200
112	Frutos maduros	13	37,90	27,20	36,00	1200

Legenda: D.A.T: Dias após transplântio; S.A.T.: Semanas após o transplântio.

3.3.2 Tratamentos

Durante os primeiros 10 dias, período de adaptação da cultura, foi utilizado em ambos os tratamentos uma solução nutritiva com 50% de EC, fornecendo as seguintes concentrações N, P, K, Ca, Mg; S, de 99 ppm; 21,8 ppm; 76 ppm; 77,67 ppm; 13,5 ppm e 19,5 ppm, respectivamente, para os macronutrientes, tendo a condutividade elétrica (EC) de $1,0 \text{ mS m}^{-1}$, mantendo a proporção de 89,9% de N-NO_3^- e 10,1% de N-NH_4^+ para melhor equilíbrio do equilíbrio do pH.

Após este período inicial, as soluções foram trocadas por outras com 100% de EC, por mais cinco dias, fornecendo a condutividade $2,0 \text{ mS m}^{-1}$. Ao término deste período, foi dado início aos tratamentos.

Os tratamentos realizados foram em função do manejo das soluções nutritivas, com o monitoramento realizado semanalmente. Os tratamentos visaram a reposição dos nutrientes por duas formas, sendo uma através da condutividade elétrica (R.E.C.) e a outra através do monitoramento de cada íons individualmente (R.N.I.). Em ambos os tratamentos, foi sempre comparado a condutividade elétrica e o teor de nutrientes da caixa d'água e da solução extraída do substrato.

O R.E.C teve como objetivo manter a condutividade elétrica da solução extraída do solo em $2,0 \text{ mS m}^{-1}$ e o R.N.I. teve por objetivo manter a seguinte faixa de nutrientes na solução: N: 198 ppm; P: 43,6 ppm; K: 152 ppm; Ca: 233; ppm, Mg: 27 ppm e S: 39 ppm. Em ambos foi respeitado o limite de 20% de depleção ou de aumento na condutividade elétrica do substrato ou no teor de cada nutriente mensurado.

Ao atingir a faixa máxima ou mínima, a solução fertirrigada foi substituída, sendo que no caso do R.E.C, aumentava ou diminuía a condutividade elétrica em 20% em relação a atual. Foi adotado o mesmo critério no R.N.I. de aumento ou depleção de 20%, porém, com correção de cada nutriente individualmente. Para a realização desta correção, quando necessário, foram adotados além dos sais já citados o NH_4NO_3 , o KCl, o MgSO_4 e o MgO p.a. Ao final da frutificação, próximo ao período de maturação o teor de N foi reduzido para 150 ppm a fim de concentrar o °Brix (SILVA et al., 2002).

Foram utilizados no experimento extratores de solução com cápsula porosa instalados a 15 cm da superfície e 5 cm do emissor. Os extratores de solução possuem 30 cm de comprimento, sendo que a cápsula de cerâmica na extremidade inferior p 0,20 cm de diâmetro e 0,50 cm de diâmetro.

Os extratores possuem na extremidade, opostos a cápsula porosa, uma vedação especial de silicone onde se acopla uma seringa, responsável pelo vácuo. A extração de nutrientes ocorreu semanalmente no período da manhã, uma hora após a irrigação, sendo que os extratores permaneceram em vácuo pelo período de 30 min para extrair a solução.

Anteriormente à avaliação, as cápsulas foram testadas quanto a uma possível contaminação da solução por sais, visto que, alguns resíduos poderiam estar presentes nos poros, ou ainda, quanto a uma redução na concentração iônica ocasionada por adsorção de íons (PEREIRA et al., 2009).

3.3.3 Controle Fitossanitário

Devido à presença de patógenos na área, foi realizado a aplicação preventiva de Etileno bisditiocarbamato de manganês e íon zinco (Manzate® 800), na concentração de 3,0 Kg/ha. E para o controle da mosca branca, *Bemisia tabaci*, foi

utilizado o THIAMETHOXAM (Actara[®]250 WG) na concentração de 20g/100L. As aplicações foram realizadas a cada 15 dias a partir da terceira semana de cultivo.

3.3.4 Avaliações

Os valores obtidos semanalmente a partir da avaliação nutricional pelos dois métodos de reposição foram submetidos a uma curva onde se demonstrou o balanço dos nutrientes e da condutividade elétrica para ambos os tratamentos.

As plantas foram conduzidas até o segundo cacho, sendo avaliado o desenvolvimento das plantas medindo semanalmente a altura (cm), com fita métrica convencional, e o diâmetro do colo (mm), com um paquímetro digital, totalizando 13 medições, a fim de construir uma curva de crescimento para ambos os tratamentos.

Já quanto às características de produção, foi avaliado o número e a massa de frutos por colheita (Kg/planta). Os frutos foram classificados de acordo com a portaria do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (Gigante com maior diâmetro transversal (MDT) >100 mm; Grande com MDT entre 80 e 100 mm; Médio com MDT entre 65 e 80 mm e Pequeno com MDT entre 50 e 65 mm), conforme Alvarenga (2000).

O sistema radicular foi avaliado conforme Böhm (1979), onde se fez a lavagem com água corrente até a retirada de todo o substrato e em seguida, mediu-se o volume (mL) logo após a coleta com auxílio de uma proveta, e levado a estufa de secagem a 55°C, até atingirem massa constante, para obtenção da massa seca (g)

3.3.5 Análise nos Frutos

A maturação dos frutos foram determinadas pela análise das características químicas, como teor de sólidos solúveis totais (SST), pH da polpa e casca, acidez titulável (AT), relação (SST/AT) e o teor de vitamina C (A.A.), pela coleta de 3 frutos por cacho, por métodos químicos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). As análises foram realizadas no Laboratório de Frutas pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina, PR. O teor de SST foi determinado em refratômetro digital de bancada com compensação automática de

temperatura (Modelo DR 301-95, Krüss Optronic, Alemanha), pela trituração dos frutos de cada amostras e posterior filtragem em algodão, e o resultado expresso em °Brix. A determinação da AT foi realizada por titulação do suco com solução padronizada de NaOH 0,1N em titulador potenciométrico digital (Modelo Tritoline Easy, Schott Geräte, Alemanha) ajustado a pH = 8,2 como ponto final de titulação, e o resultado expresso em porcentagem de ácido cítrico. O teor de vitamina C (A.A. mg/100g) foi mensurado a partir da trituração dos frutos de cada amostras junto ao ácido oxilálico, e determinado por meio de titulação com 2,6-Diclorofenol-Indofeno (BENASSI; ANTUNES, 1988). A partir dos dados obtidos, obteve-se, pelas médias, o comportamento das variáveis analisadas (SST, AT, pH, SST/AT e A.A. dos frutos).

3.3.6 Avaliações Nutricionais

No momento da floração, as folhas índices foram retiradas para análise, a fim de verificar o estado nutricional das plantas. Ao final do experimento, as plantas foram coletadas por inteiro, separando em folha, caule, fruto (do 1º e do 2º cacho) e raiz. Os tecidos coletados foram pesados para obtenção da matéria fresca. Em seguida, foram lavadas em água corrente e enxaguadas em água deionizada e colocadas na estufa de circulação de ar forçada a 55 °C até atingirem massa constante, obtendo a matéria seca.

Após a secagem o material foi trituradas no moinho Wiley para determinação dos teores de macro e micronutrientes de todos os órgãos da planta. A partir de digestão sulfúrica foi obtido o teor de N pelo método do microdestilador de Kjeldahl (BREMNER; KEENEY, 1965). A partir de digestão nítricoperclórica foram determinados os demais nutrientes, sendo os teores de P pela redução do fosfomolibdato através do ácido ascórbico (BRAGA; DEFELIPO, 1974), o S por turbidimetria do sulfato (BLANCHAR et al., 1965), o K por fotometria de chama e o Ca e o Mg e micronutrientes por espectrofotometria de absorção atômica.

3.3.7 Delineamento e Análise Estatística

O experimento foi conduzido pareadamente, comparação foi feita com base no teste de hipótese ($H_0: m_A - m_B = 0$) sendo cada grupo foi composto por 10 repetições, e cada par um bloco.

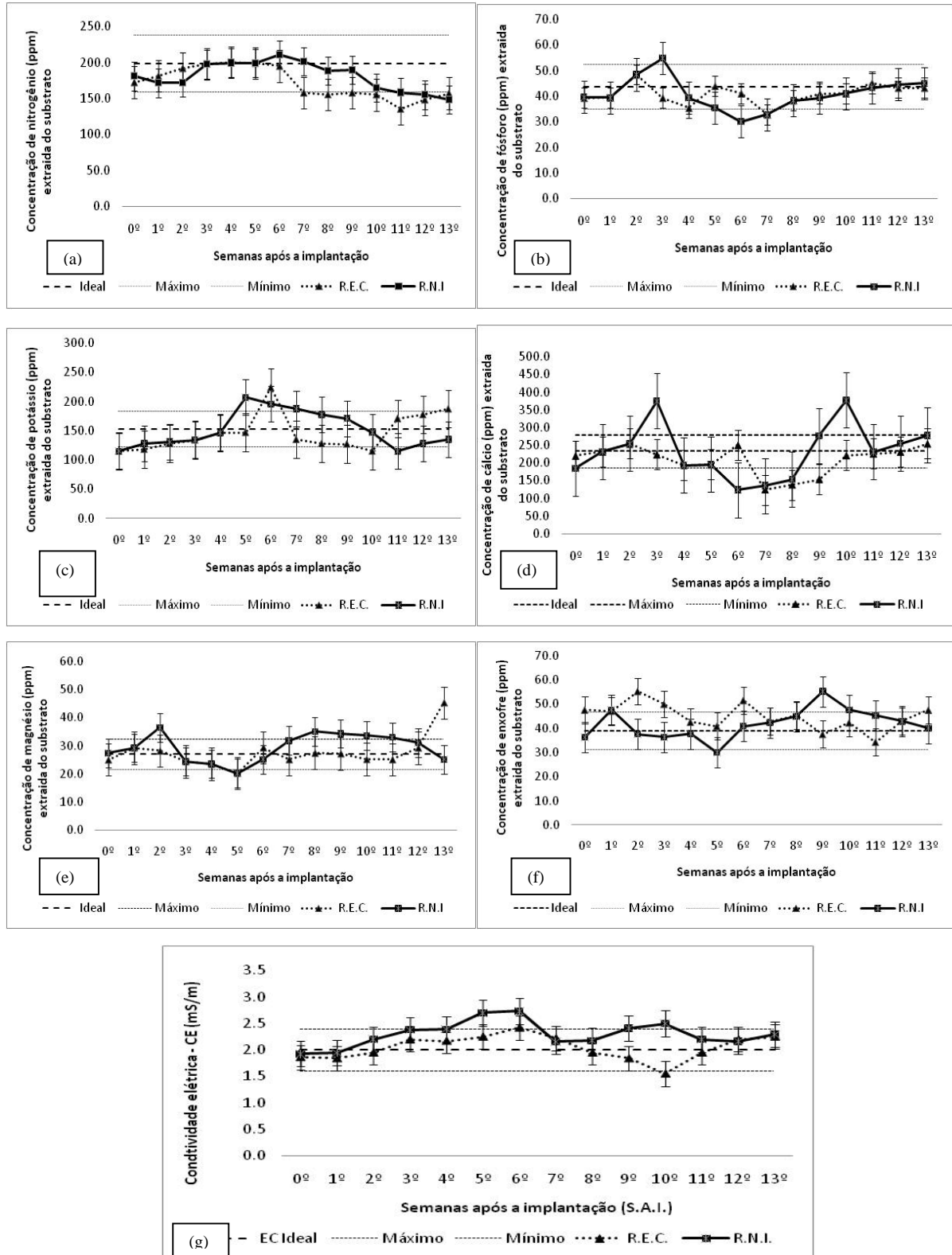
Para a análise estatística, foi considerada a diferença dos pares, como dados da população. A comparação entre os tratamentos foi feita pelo teste “t” de *Student* dado pô: $T = d / S(d)$ onde, d representa a diferença entre as médias e S(d) o erro padrão das diferenças entre os pares. As alturas e o diâmetro medidos semanalmente foram utilizados para a construção de uma curva de crescimento. Os dados que possuíam dependência foram analisados por meio de medidas repetidas no tempo através do teste de Tukey ($p < 0,05$).

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 Métodos de Reposição de Nutrientes

Os resultados indicaram que a forma de reposição de nutrientes exerce interferência na condutividade elétrica da solução extraída do substrato (Figura 1). No entanto, o pH das soluções extraídas pouco se alteraram, permanecendo entre 5,5 e 6,5, sendo estes valores similares aos obtidos por Fernandes et al. (2002).

Figura 1 – Variação do teor de nutrientes extraídos da solução do substrato semanalmente em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva: (a) N – nitrogênio (ppm); (b) P – fósforo; K – potássio (ppm); (c) Ca – cálcio (ppm); (d) Mg – magnésio (ppm); (e) S – enxofre (ppm); (g) EC – condutividade elétrica ($\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$). Barras na vertical representam o desvio padrão. Londrina, 2011.



Nas duas formas de reposição realizada (R.E.C. e R.N.I.) observou-se aumento entre a implantação e a sexta semana após o transplante, S.A.T. (1,84 – 2,42 mS.m⁻¹ para o R.E.C e de 1,93 – 2,73 mS.m⁻¹ para o R.N.I.). Este aumento se deve, principalmente ao aumento na concentração de potássio (K) no R.E.C (48% em relação ao inicial), e no R.N.I. 39% maior que o inicial (Figura 1C). Possivelmente a maior concentração de potássio nas soluções foi resultado da substituição deste íon por outros adsorvidos no complexo de troca (FRANÇA E SILVA et al., 2000). Os mesmos ainda relatam que alguns laboratórios recomendam o teor de 85,8 ppm, valor menor do que os encontrados neste experimento.

Devido ao aumento na condutividade elétrica do R.E.C. em mais de 20% (0,11; 0,25; 0,05; 0,17 mS.m⁻¹, incrementos semanais), realizou-se a troca da solução nutritiva por uma com 20% a menos de EC, permanecendo com esta até a 10ª semana, quando atingiu o valor de 1,55 mS.m⁻¹ (fase de frutificação, sendo novamente substituída por outra com 20% a mais na EC, Figura 1g). O reflexo dos nutrientes neste período foi à queda o íon K e do nitrogênio para o menor nível dentro do estabelecido na faixa (Figura 1 a, c), sendo que os demais nutrientes permaneceram dentro da faixa considerada como ideal neste ensaio.

A concentração dos nutrientes variaram em solução do R.E.C. até a sexta semana variaram em torno de N – 22,79 ppm ±10,52, P – 9,10 ppm ± 4,14, K – 12,87 ppm ± 37,25, Ca – 34,02 ± 24,00 ppm, Mg – 3,12 ± 3,37ppm e S – 7,66 ±4,99 ppm, e entre a sétima e a décima variaram N – 2,6 ppm ± 1,45, P – 8,29 ppm ± 3,89, K – 8,11 ppm ± 8,35, Ca – 29,73 ± 43,0 ppm, Mg – 0,06 ± 1,24 ppm e S – 0,54 ± 0,22 ppm (Figura 1, a,b,c,d,e,f).

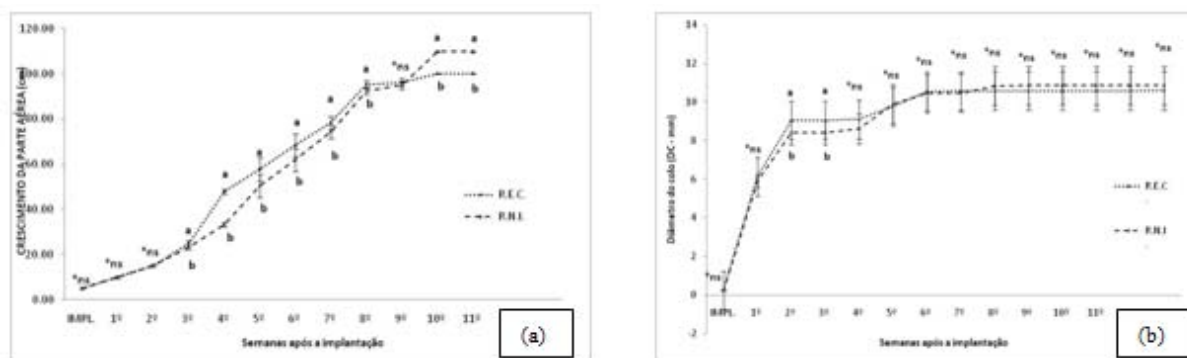
Já o R.N.I. teve maiores oscilações da EC durante o ciclo da cultura influenciado pela taxa variável dos nutrientes – 1,93 a 2,73 mS.m⁻¹ (Figura 1g). O S e o K foram os macronutrientes que mais variaram, sendo que o S necessitou reduzir 8,62 ppm na 1ª S.A.T., aumentar 9,00 ppm na 5ª S.A.T., reduzir 16,28 ppm na 9ª S.A.T. e reduzir 0,82 ppm na 10ª S.A.T. na solução usada para fertirrigar S.A.T (Figura 1f), o K teve que ser reduzido em 54,38 ppm na 5ª S.A.T., reduzido na 6ª S.A.T. (195,63 ppm), reduzido na 7ª S.A.T. (187,46ppm) e aumentado na 11ª S.A.T. (114,89 ppm), Figura1c, seguidos pelo Ca que teve que diminuir na 3ª S.A.T. (375,08 ppm), aumentar na 6ª S.A.T. (123,86 ppm) e diminuir na 10ª S.A.T. (377,00 ppm) (Figura 1d) e o Mg teve que diminuir na 2ª S.A.T. (36,42 ppm), aumentar na 5ª S.A.T. (20,25 ppm) e reduzir na 8ª S.A.T. (35,01 ppm), Figura 1e.

A relação N:K na solução extraída na fase de frutificação foi de 1,0:1,2 no R.E.C. e de 1,0:1,0 no R.N.I, no primeiro cacho e reduzindo para 1:0,8 no R.E.C. e de 1:0,9 no R.N.I. Estes valores estão abaixo do obtido por Fernandes (2002), Adams; Massey (1984) e Adams (1994). Esses autores observaram nas primeiras semanas de cultivo que a absorção de N e K ocorre na proporção de 1,0:1,2, porém com o aparecimento dos frutos se eleva até valores de 1,0:2,5, reduzindo-se posteriormente para 1,0:2,0. Lee (1999), recomenda a relação 5:3:8 de N:P:K para obter-se boa qualidade de tomates. No presente trabalho essa relação foi de 5:0,9:6,5,5 e de 7,0:1,1:6,5 para o primeiro cacho e de 4:1,2:3,1 e de 4,8:4,1:4,3 para o segundo do R.E.C e R.N.I, respectivamente.

3.4.2 Crescimento da Planta

O desenvolvimento em altura e do diâmetro das plantas do tomateiro c.v. Plutão foram demonstrados pela curva de crescimento, onde foi apresentado comparações através das medidas semanais. Segundo as curvas de crescimento obtidas (Figura 2a), o efeito do manejo sobre a altura média das plantas foi similar durante o desenvolvimento inicial, até a segunda semana após o transplante (S.A.T.), fase que a condutividade elétrica não exerceu grandes efeitos (Figura 1g).

Figura 2 – Crescimento da altura (a) e do diâmetro (b) das plantas do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. *Letras iguais presentes nas figuras não se diferem estatisticamente pelo teste “t-student” pareado ($p < 0,05$). Londrina 2011.



Após este período (Figura 2a) foi observado que a taxa de crescimento das plantas submetidas ao R.E.C. foi superior ao R.N.I. (95% - 95,30 cm e 84% - 92,40 cm, respectivamente entre terceira e oitava S.A.T.), período em que a condutividade elétrica do R.E.C manteve-se entre 1,95 e 2,42 mS.m^{-1} e o R.N.I. entre 2,20 e 2,73 mS.m^{-1} (Figura 1g). No entanto, nota-se que a partir da 10^a semana as plantas tratadas no R.N.I. ultrapassam o crescimento em relação às das submetidas ao R.E.C., chegando ao máximo de 100,12 cm (R.E.C.) e 109,80 cm (R.N.I.). Este fato provavelmente ocorreu devido a condutividade elétrica do R.E.C. estar em torno de 1,55 mS.m^{-1} e a do R.N.I. 2,50 mS.m^{-1} (Figura 1g).

As curvas de crescimento do diâmetro (Figura 2b), demonstraram que o efeito do manejo sobre o diâmetro médio das plantas foi similar durante todo o desenvolvimento, sendo diferente somente na segunda e terceira S.A.T., período que a condutividade elétrica foi de 1,84 - 1,95 mS.m^{-1} (R.E.C). e de 2,38 - 2,20 mS.m^{-1} (R.N.I) (Figura 1g), o que demonstra que esta variável não é tão sensível a diferentes condutividades elétrica para a cultivar Plutão.

Com relação ao sistema radicular (Tabela 2), o R.E.C. obteve a massa seca de 9,28 g/planta, volume de 61 mL e comprimento de 44,5 cm e o R.N.I. alcançou a massa seca de 7,56 g, o volume de 54,4 mL e o comprimento de 37,40 cm. Estes valores demonstram que o efeito da condutividade elétrica interferiram no desenvolvimento radicular, similar aos resultados de Rodrigues et al. (1997).

Tabela 2 – Massa, volume e comprimento do sistema radicular das plantas do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011.

	Massa (g)		Volume (mL)		Comprimento (cm)	
R.E.C	9,28	a	61,00	a	44,50	a
R.N.I	7,56	a	54,40	a	37,40	b

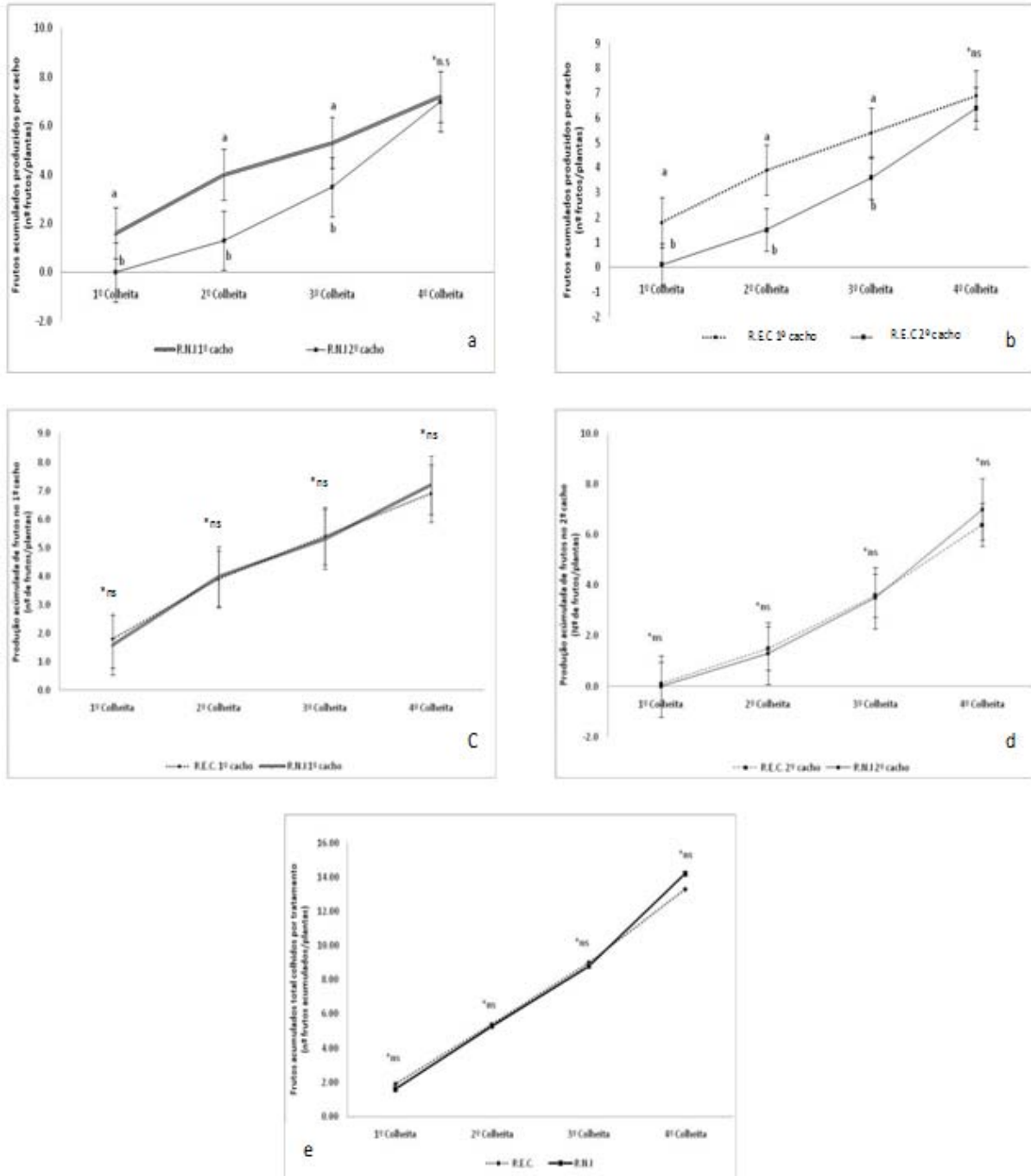
*Letras iguais presentes nas colunas não se diferem estatisticamente pelo teste “t-student” pareado ($p < 0,05$).

3.4.3 Produção e Qualidade dos Frutos

A reposição pela condutividade elétrica (R.E.C.) promoveu a produtividade de 2,19 Kg/planta (121,45 Mg/ha – 13,30 frutos/planta), sendo o primeiro cacho o mais produtivo 1,13 Kg/planta (63,03 Mg/ha – 51,89% da produção – 69 frutos/planta) - Figura 4a, c - e Figura 3e – e o peso médio de frutos entre 119,94 a 202,66g no 1º cacho e 121,60 g e 346g no 2º cacho. Já na reposição pelos nutrientes individuais (R.N.I.) alcançou a produtividade de 2,07 Kg/planta (115,12 Mg/ha – Figura 4e), sendo o segundo cacho o mais produtivo 1,05 Kg/planta (58,21 Mg/ha – 50,56% da produção – Figura 4d) com peso médio de frutos entre 114,21g a 173,27g no 1º cacho e 125,13g a 204,11g no 2º cacho. O número médio de frutos por planta foi de 14,2 frutos/planta sendo 7,2 do 1º cacho e 7,0 do segundo (Figura 3).

Comparando se o número de frutos total acumulado (Figura 3e) e a massa total acumulada de frutos (Figura 4e) pode se constatar que o número de frutos não está intimamente relacionado a massa total obtida, demonstrando o potencial genético pode ser explorado de maneiras diferentes de acordo com a necessidade dos frutos. Produtividade semelhante foi obtida por Guimarães et al. (2007) – 127,7Mg/ha, retirando os cachos florais acima do sexto.

Figura 3 – Número de frutos acumulada de frutos frescos no primeiro e no segundo cacho tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigido individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011. * Letras iguais presentes nas figuras não se diferem estaticamente pelo teste “t-student” pareado ($p < 0,05$). *ns: não significativo.

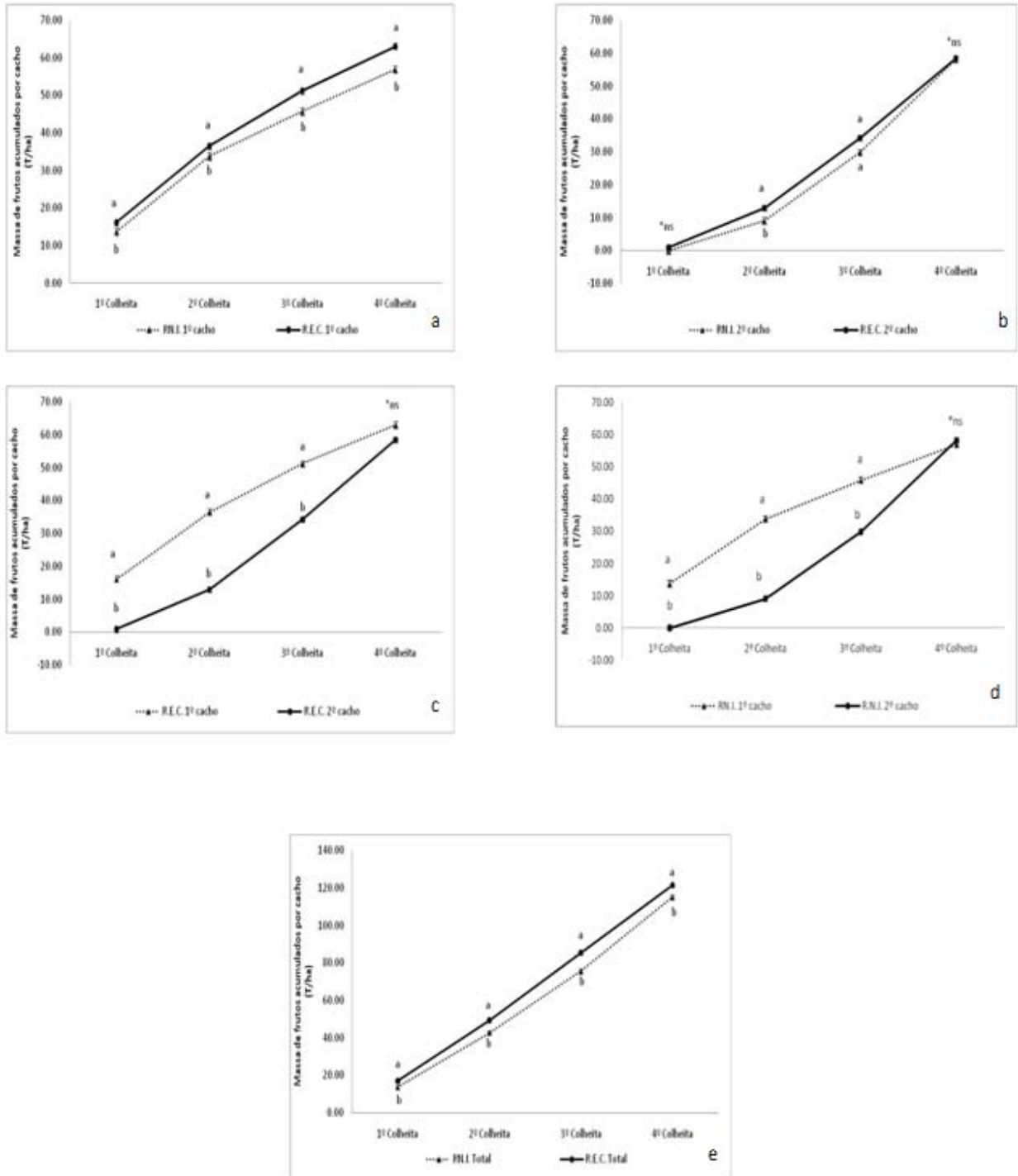


Considerando-se as colheitas no tempo, se observou que a massa e o número acumulado de frutos total não se diferenciaram no primeiro e no segundo

cacho (Figura 4c, d e Figura 3a, b). Comparando-se os frutos acumulados total por tratamento, constatou-se que o tratamento R.E.C foi maior estatisticamente (Figura 4e), contudo mesmo a massa do R.N.I sendo inferior estatisticamente ao R.E.C., as massas totais são satisfatórias, pois superam a média nacional de produção 70 T/ha (Embrapa, 2006), dados que concordam com Gusmão et al (2006).

Li e Stanghellini (2001) estudando os efeitos da condutividade elétrica na produção de tomate cultivado em ambiente protegido observaram que com o aumento da concentração de nutrientes na solução nutritiva, houve diminuição significativa da produção, principalmente por reduzir o tamanho dos frutos, resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho (Figuras 1g e 4e). Os dados de Andriolo et al. (2009) demonstraram que a cultura de morango cultivada em areia tem redução na produtividade, no crescimento e no tamanho do fruto com aumento na condutividade elétrica.

Figura 4 – Massa de frutos frescos acumulada no primeiro e no segundo cacho tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C.) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011. *Letras iguais presentes nas figuras não se diferem estatisticamente pelo teste “t-student” pareado ($p < 0,05$). * ns: não significativo.



Com relação ao diâmetro e comprimento dos frutos, Tabela 2, observou se que os frutos não se diferenciaram estatisticamente quando

comparados entre os cachos ou entre os tratamentos, sendo possível classificar, de acordo com Alvarenga (2004), os frutos do 1º e do 2º cacho do R.E.C. em médios com calibre 5 e os frutos do R.N.I. em grandes para o 1º cacho (calibre 7) e médio para o segundo com calibre 5.

Apesar de não ter havido diferença significativa entre os tratamentos para a produção comercial de frutos, é importante salientar que o mercado paga cerca de 55% a mais pelos frutos de tamanho grande em comparação aos de tamanho médio e cerca de 11% em relação aos frutos de tamanho pequeno (CEASA, 2012). Com base nisso parece ser economicamente viável a utilização de métodos de manejo que proporcionem maior produção de frutos de tamanho médio ou grande em detrimento das demais classes de tamanho de fruto.

Tabela 3 – Características físicas dos frutos frescos no primeiro e no segundo cacho do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011.

	Tratamento	Diâmetro (mm)		Comprimento (mm)	
1º cacho	R.E.C.	58,17	a	87,84	a
	R.N.I.	72,93	a	111,99	a
	D.M.S	27,12		40,40	
	C.V. (%)	15,12		15,30	
2º cacho	R.E.C.	57,78	a	88,82	a
	R.N.I.	57,34	a	88,89	a
	D.M.S	27,12		40,40	
	C.V. (%)	15,12		15,30	
R.E.C.		Diâmetro (mm)		Comprimento (mm)	
	1º cacho	58,17	a	87,84	a
	2º cacho	57,78	a	88,82	a
	D.M.S	27,12		40,40	
R.N.I.		Diâmetro (mm)		Comprimento (mm)	
	1º cacho	72,93	a	111,99	a
	2º cacho	57,34	a	88,89	a
	D.M.S	27,12		40,40	
	C.V. (%)	15,12		15,30	

Letras iguais na vertical não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) não apresentou diferenças estatísticas entre R.E.C. e R.N.I., podendo observar que o segundo cacho, em

ambos os casos, apresentou maior teor em SST, notando – se nos dois casos diferença apenas entre o 1º e o 2º cacho do R.E.C. - 11,25% maior (Tabela 3). Kluge e Miname (1997) obtiveram o teor de SST na colheita de tomates do grupo Santa Clara de 3,45ºBrix, valor inferior aos encontrados neste trabalho. Já Guimarães et al. (2007) estudando tomates c.v. Kindyo e de Factor et al. (2008) estudando a cultura do pimentão obtiveram valores similares aos encontrados neste trabalho. Já o teor de sólidos solúveis totais e a acidez titulável do morango aumentam com aumento de concentração de nutrientes no cultivo em areia (ANDRIOLO, et al., 2009).

Na Tabela 3 observa-se que os tratamentos interferiram significativamente no pH dos frutos, sendo que os tomates submetidos ao R.E.C. ficaram mais ácidos na taxa de 3,14% (1º cacho) e 5,23 % (2º cacho) – Tabela 3, resultado que se difere do de Factor et al (2008) e Guimarães et al. (2007). Esta acidez pode ter sido resultado do acúmulo de ferro (Fe) e do enxofre (S), pois estes atuam em rotas de síntese de diversos metabólitos como aminoácidos e vitaminas e do fósforo (P), pois este atua nas reações de transdução de energia, e conforme a Tabela 4 se pode observar menor acúmulo do mesmo, o que simboliza maior atividade de síntese de moléculas orgânicas, se diferenciando estatisticamente no segundo cacho. O que discorda dos dados obtidos por Guimarães et al. (2007).

Ferreira et al (2006) estudando épocas de adubação do tomateiro concluíram que nas duas épocas, o pH, os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável no fruto de tomate não se alteraram com o aumento nas doses de N, tanto na ausência como na presença da adubação orgânica. Pinho et al. (2008) observando sistemas de cultivo e época de colheita do tomate cereja concluiu que o pH do fruto foi influenciado apenas pelo sistema de cultivo, sendo o cultivo convencional quem obteve o maior valor de pH.

A acidez titulável total (ATT) e a relação entre ela e os sólidos solúveis totais (SST/ATT) apenas sofreram interferência significativa quando comparado o 2º cacho entre os dois tratamentos, sendo a ATT 24,14% maior no R.E.C. e a na relação SST/ATT 17,92% menor para o mesmo (Tabela 3). Os fatores que provavelmente contribuíram com o incremento deste ácido estão relacionados com a concentração iônica da solução (Figura 1a), fato que favoreceu a maior concentração de enxofre (S) nos frutos do R.N.I. (Tabela 4 e Figura 1f), pois segundo Gonçalves e Carvalho (2000), este nutriente fornece o maior equilíbrio entre a acidez e os açúcares no fruto, conferindo-lhe um melhor sabor.

Contudo, em ambos os tratamentos, os frutos podem ser considerados como saborosos segundo Kader et al. (1978) e Mencarelli e Salveit Junior (1988) quando possuem relação sólidos solúveis totais/acidez titulável superior a 10, o que caracteriza todos os frutos produzidos como adequados para o consumo *in natura*. Gonçalves et al. (2007) também verificou esta relação em diferentes cachos do tomateiro.

Feltrin et al (2005) testando doses de potássio concluíram que dentre os parâmetros referentes a qualidade de frutos, somente o pH teve efeito da nutrição e os valores de SST, ATT e SST/ATT somente tiveram influência da cultivar utilizada.

Tabela 4 – Características químicas frutos frescos no primeiro e no segundo cacho do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011.

	Tratamento	SST °Brix	pH	ATT (g/100g)	SST/ATT	A.A. (mg/100g)					
1° cacho	R.E.C.	4,10	a	4,63	b	0,25	a	17,19	a	15,38	b
	R,N,I	3,96	a	4,78	a	0,23	a	17,55	a	23,63	a
	D,M,S	0,50		0,11		0,05		2,89		1,12	
	C.V. (%)	11,74		2,42		18,28		16,16		1,12	
2° cacho	R.E.C.	4,62	a	4,53	b	0,29	a	16,17	b	16,64	b
	R.N.I	4,21	a	4,78	a	0,22	b	19,70	a	21,94	a
	D.M.S	0,50		0,11		0,05		2,89		1,12	
	C.V. (%)	11,74		2,42		18,28		16,16		1,12	
R.E.C.		SST °Brix	pH	ATT (g/100g)	SST/ATT	A.A. (mg/100g)					
	1° cacho	4,10	b	4,63	a	0,25	a	17,19	a	15,38	b
	2° cacho	4,62	a	4,53	a	0,29	a	16,17	a	16,64	a
	D.M.S	0,50		0,11		0,05		2,89		1,12	
C.V. (%)	11,74		2,42		18,28		16,16		1,12		
R.N.I		SST °Brix	pH	ATT (g/100g)	SST/ATT	A.A. (mg/100g)					
	1° cacho	3,96	a	4,78	a	0,23	a	17,50	a	23,63	a
	2° cacho	4,21	a	4,81	a	0,22	a	19,70	a	21,94	b
	D.M.S	0,50		0,11		0,05		2,89		1,12	
C.V. (%)	11,74		2,42		18,28		16,16		1,12		

Letras iguais na vertical não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). SST °Brix – sólidos solúveis totais medido em grau Brix; pH: potencial hidrogenionico; ATT – acidez titulável total em % de ácido cítrico; SST/ATT – Relação sólidos solúveis total e acidez total titulável; A.A. – ácido ascórbico.

Tabela 5 – Valor médio de macro e micronutrientes presentes nos frutos do primeiro e do segundo cacho do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011.

		N	Ca		Mg		K		P		S		Mn		Fe		Zn		Cu		
Tratamento		g/Kg						mg/Kg													
1º cacho	R.E.C.	41.64	a	2.12	a	2.40	a	19.59	a	6.07	a	2.41	a	31.15	a	64.85	a	27.25	a	11.53	b
	R.N.I.	42.49	a	2.41	a	2.08	a	18.40	a	5.59	a	2.79	a	30.51	a	72.83	a	24.50	a	12.10	a
	D.M.S	11.72		0.64		0.47		3.26		0.81		0.55		5.95		10.72		12.59		0.39	
	C.V. (%)	27.87		28.92		21.94		16.94		13.32		20.87		18.88		14.31		20.86		13.25	
2º cacho	R.E.C.	42.64	a	2.19	a	2.09	a	19.38	a	6.60	a	2.11	b	32.22	a	68.18	b	33.02	a	11.87	a
	R.N.I.	39.55	a	1.97	a	1.99	a	18.65	a	5.71	b	3.11	a	30.76	a	90.29	a	25.70	a	11.68	a
	D.M.S	11.72		0.64		0.47		3.26		0.81		0.55		5.95		10.72		12.59		0.39	
	C.V. (%)	27.87		28.92		21.94		16.94		13.32		20.87		18.88		14.31		20.86*		13.25	
		N	Ca		Mg		K		P		S		Mn		Fe		Zn		Cu		
Tratamento		g/Kg						mg/Kg													
R.E.C.	1º cacho	41.64	a	2.12	a	2.40	a	19.59	a	6.07	a	2.41	a	31.15	a	64.85	b	27.25	a	11.87	a
	2º cacho	42.64	a	2.19	a	2.09	a	19.38	a	6.60	a	2.11	a	32.22	a	68.18	a	33.02	a	11.53	a
	D.M.S	11.72		0.64		0.47		3.26		0.81		0.55		5.95		10.72		12.59		0.39	
	C.V. (%)	27.87		28.92		21.94		16.94		13.32		20.87		18.88		14.31		20.86		13.25	
R.N.I.	1º cacho	42.49	a	2.41	a	2.08	a	18.40	a	5.59	a	2.79	a	30.51	a	72.83	b	24.50	a	12.10	a
	2º cacho	39.55	a	1.97	a	1.99	a	18.65	a	5.71	a	3.11	a	30.76	a	90.29	a	25.70	a	11.68	b
	D.M.S	11.72		0.64		0.47		3.26		0.81		0.55		5.95		10.72		12.59		0.39	
	C.V. (%)	27.87		28.92		21.94		16.94		13.32		20.87		18.88		14.31		20.86		13.25	

*¹Letras iguais na vertical não se diferem estatisticamente pelo teste de tukey ($p < 0,05$); R.E.C. –reposição através da condutividade elétrica ($\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$); R.N.I. – Reposição dos nutrientes individuais; D.M.S.: Diferença mínima significativa; C.V. (%): Coeficiente de variação medido em porcentagem;

A concentração de ácido ascórbico (A.A.), Tabela 3, teve influência do tratamento e do cacho, sendo os frutos do 1º cacho do R.N.I. os que mais produziram - 23,63 mg/100g, 7,15 % a mais do que o 2º cacho (21,94 mg/100g). Os frutos do tratamento R.E.C. obtiveram os teores de 15,38 mg/100g e 16,64 mg/100g no 1º e 2º cacho (35,51% e 29,58% a menos do que o 1º cacho do R.N.I.) - Tabela 3. Esta diferença de produção de A.A. pode ser explicada devido a maior concentração de cobre (Cu) – Tabela 4, de acordo com Marschiner (1995), o Cu atua na rota de síntese deste ácido.

Factor et al. (2008) afirmam que para a cultura do pimentão o manejo da solução foi quem interferiu significativamente no teor de vitamina C, o mesmo obtido neste experimento.

O conteúdo de vitamina C encontrado nos tomates deste experimento são inferiores ao encontrado por Maia et al. (2008) para o brócolis (97 mg/100g), o couve (77 mg/100g), a cebolinha (26 mg/100g) e repolho (27 mg/100g). No entanto, se enquadra dentro da faixa considerada normal para a cultura 10-120 mg/100g (FONTES et al., 2004).

3.4.4 Acúmulo de Nutrientes e Matéria Seca

Pode-se verificar na Tabela 5 que o acúmulo de matéria seca das diversas partes da planta totalizou 12.437 T/ha, sendo a ordem de acúmulo: folhas (36.90%), frutos (33.45%), talo (23,20%) e as raízes (7,52%). Considerando os tratamentos se pode observar que as plantas cultivadas no R.N.I. foram as que mais acumularam matéria seca, 50,64% do total. Os dados também demonstram que apenas as folhas apresentaram diferenças estatísticas sendo o R.N.I. acumulou 21,30% a mais que o R.E.C.

O acúmulo de nutrientes na matéria seca total (M.S.T.) demonstrou que as folhas foram as estruturas que mais acumularam nutrientes, seguida dos frutos, talo e raízes (Tabela 6). A ordem de acúmulo, presentes nas Tabelas 6 e 7, foi o nitrogênio, cálcio, potássio, enxofre, fósforo e o magnésio.

Tabela 6 – Acúmulo médio de matéria seca em diferentes estruturas das plantas do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011.

		Matéria seca		(%) acumulada	
		g/planta		T/ha* ²	
Folhas	R.E.C.	35.58	b* ¹	1.977	15.89
	R.N.I.	45.21	a	2.512	20.20
	Total (1)			4.489	36.09
Talo	R.E.C.	26.32	a	1.462	11.76
	R.N.I.	25.62	a	1.423	11.45
	Total (2)			2.886	23.20
Frutos	R.E.C.	39.31	a	2.184	17.56
	R.N.I.	34.97	a	1.942	15.62
	Total (3)			4.127	33.18
Raiz	R.E.C.	9.28	a	0.516	4.15
	R.N.I.	7.56	a	0.420	3.38
	Total (4)			0.936	7.52
M.S.T.* ³	R.E.C.	110.50	a	6.139	49.36
	R.N.I.	113.36	a	6.298	50.64
	Total (1+2+3+4)			12.437	100.00

*¹Médias seguidas por letras iguais na vertical não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); *² Considerando se 55 556 plantas/ha (0,60 x 0,30). *³ M.S.T.: matéria seca total.

Já o teor de nutrientes presentes nas folhas e nos talos fracionados em duas partes (até a altura do primeiro cacho e acima do primeiro cacho) estão apresentados nos anexos A e B. Conforme os dados obtidos, observou-se que somente os teores de K, S e Mn nas folhas tiveram diferenças estatísticas e nos ramos somente o N e o Zn tiveram interferência em função dos tratamentos e da posição nas plantas. Com relação aos micronutrientes, estes se apresentaram da seguinte forma: Ferro, Manganês, Zinco e Cobre, Tabelas 6 e 7.

Tabela 7 – Valor médio de macro e micronutrientes presentes nas folhas, talo, frutos, raiz e na matéria seca total (M.S.T) do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011.

		N ^{*1}	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	
		-----Kg/ha ^{*2} -----						-----g ^{*2} -----				
Folhas	R.E.C.	72.06	a 14.81	a 29.35	b 35.35	a 3.68	a 23.72	a 77.24	b 2162.46	a 1891.13	a 228.75	a
	R.N.I.	87.97	a 18.19	a 45.78	a 55.27	a 5.72	a 24.00	b 100.36	a 2607.23	a 2199.91	a 308.13	a
	Total (1)	160.03	33.00	75.12	90.63	9.40	47.73	177.24	4769.69	4091.04	536.87	
Talo	R.E.C.	53.30	a 10.95	a 21.71	a 26.15	a 2.72	a 17.55	a 56.87	a 1599.61	a 1398.91	a 169.21	a
	R.N.I.	49.85	a 10.31	a 25.94	a 31.32	a 3.24	a 13.60	b 56.87	a 1477.51	a 1246.68	a 174.61	a
	Total (2)	103.16	21.26	47.65	57.48	5.96	31.15	113.75	3077.12	2645.59	343.82	
Frutos	R.E.C.	79.62	a 16.36	a 32.43	a 39.06	a 4.07	a 26.21	a 84.95	a 2389.36	a 2089.56	a 252.75	a
	R.N.I.	68.04	a 14.07	a 35.40	a 42.75	a 4.42	a 18.56	b 77.62	b 2016.40	b 1701.39	b 238.30	b
	Total (3)	147.66	30.43	67.83	81.81	8.49	44.78	162.57	4405.76	3790.95	491.05	
Raiz	R.E.C.	18.79	a 3.86	a 7.65	a 9.22	a 0.96	a 6.19	a 20.05	a 564.00	a 493.23	a 59.66	a
	R.N.I.	14.71	a 3.04	a 7.65	a 9.24	a 0.96	a 4.01	a 16.78	a 435.95	a 367.84	a 51.52	b
	Total (4)	33.50	6.90	15.31	18.46	1.92	10.20	36.83	999.95	861.08	111.18	
M.S.T	R.E.C.	223.78	a 45.99	a 91.13	b 109.79	b 11.43	a 73.67	a 238.76	b 6715.42	a 5872.83	a 710.36	b
	R.N.I.	220.57	a 45.61	a 114.78	a 138.59	a 14.33	a 60.18	b 251.63	a 6537.10	a 5515.83	a 772.56	a
	Total (1+2+3+4)	444.36	91.60	205.91	248.38	25.76	133.86	490.39	13252.52	11388.66	1482.93	

^{*1}Letras iguais na vertical não se diferem estatisticamente pelo teste “t-student” (p<0,05); R.E.C. – reposição através da condutividade elétrica (mS.m⁻¹); R.N.I. – Reposição dos nutrientes individuais; ^{*2} Considerando – se 55 556 plantas por hectare (0,30 x 0,60).

Comparando se os tratamentos, se pode observar que poucos nutrientes se diferenciaram significativamente, sendo os maiores valores encontrados na folha o K e o Cu (R.N.I) e o S (R.E.C.), nos frutos o S e os micros foram menores no R.N.I., e nas raízes o Zn foi menor no R.N.I (Tabela 6).

Tabela 8 – Acúmulo de nutrientes, em porcentagem, na matéria seca de diferentes estruturas das plantas do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011.

		% Acumulada									
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
Folhas	R.E.C.	16,22	16,17	14,25	14,23	14,29	17,72	17,72	17,72	17,72	17,72
	R.N.I.	19,80	19,86	22,23	22,25	22,18	17,93	17,93	17,93	17,93	17,93
	Total (1)	36,01	36,03	36,48	36,49	36,47	35,66	35,66	35,66	35,66	35,66
Talo	R.E.C.	12,00	11,96	10,54	10,53	10,57	13,11	13,11	13,11	13,11	13,11
	R.N.I.	11,22	11,25	12,60	12,61	12,57	10,16	10,16	10,16	10,16	10,16
	Total (2)	23,22	23,21	23,14	23,14	23,14	23,27	23,27	23,27	23,27	23,27
Frutos	R.E.C.	17,92	17,86	15,75	15,73	15,79	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58
	R.N.I.	15,31	15,36	17,19	17,21	17,16	13,87	13,87	13,87	13,87	13,87
	Total (3)	33,23	33,22	32,94	32,94	32,95	33,45	33,45	33,45	33,45	33,45
Raiz	R.E.C.	4,23	4,22	3,72	3,71	3,73	4,62	4,62	4,62	4,62	4,62
	R.N.I.	3,31	3,32	3,72	3,72	3,71	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Total (4)	7,54	7,54	7,43	7,43	7,44	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62
M.S.T	R.E.C.	50,36	50,21	44,26	44,20	4,38	55,04	55,04	55,04	55,04	55,04
	R.N.I.	49,64	49,79	55,74	55,80	55,62	44,96	44,96	44,96	44,96	44,96
	Total (1+2+3+4)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

M.S.T: Matéria seca total;

Os teores de macronutrientes encontrados nas folhas índices, Tabela 8, dos tomateiros (F.I.) revelam que apenas os teores de potássio (K) e magnésio (Mg) estiveram abaixo do nível crítico estabelecido pela Embrapa (2002). O K presente nas F.I. do primeiro cacho obteve diferença estatística, destacando que o tratamento R.N.I. foi o que mais absorveu este nutriente. Entretanto, mesmo abaixo da faixa de suficiência, as plantas obtiveram alta produtividade (Figuras 3 e 4), e não apresentaram sintomas de deficiência.

Com relação ao teor de micronutrientes, Tabela 9, foi observado que apenas o ferro no tratamento R.N.I. se apresentou dentro da faixa de nutrientes padrão, sendo que os demais nutrientes extrapolaram este teor, contudo, não foi detectado nenhum sintoma de toxidez por estes nutrientes para a c.v. Plutão.

Tabela 9 – Valores médios das concentrações de macronutrientes presentes nas folhas índices (F.I) do primeiro e do segundo cacho das plantas do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011.

*¹Valores padrões obtidos em:<www.embrapa.br>. *²Letras iguais na vertical não se diferem

		N	P	K	Ca	Mg	S
		----- g/Kg -----					
F.I. 1ºCacho	R.E.C.	41,66 a	7,56 a	18,78 b	19,27 a	2,90 a	10,05 a
	R.N.I	53,23 a	7,17 a	23,22 a	23,46 a	2,36 a	10,17 a
F.I. 2ºCacho	R.E.C.	42,33 a	7,43 a	21,70 a	30,39 a	3,45 a	11,01 a
	R.N.I	53,09 a	7,31 a	22,99 a	28,30 a	3,33 a	11,15 a
Padrão Embrapa* ¹		40,0- 60,0	2,5 - 7,5	30,0 - 50,0	15,0 - 30,0	4,0- 6,0	4,0- 12,0

estatisticamente pelo teste "t-student" pareado (p<0,05).

Tabela 10 – Valores médios da concentração de micronutrientes presentes nas folhas índices (F.I) do primeiro e do segundo cacho das plantas do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2010.

		Zn	Cu	Mn	Fe
		----- mg/Kg-----			
F.I. 1ºCacho	R.E.C.	71,38 a	34,22 a	469,50 a	472,74 a
	R.N.I	82,98 a	33,64 a	445,26 a	354,06 a
F.I. 2ºCacho	R.E.C.	63,80 a	43,29 a	667,26 a	456,96 a
	R.N.I	71,64 a	40,23 a	537,94 b	336,12 a
Padrão Embrapa* ¹		60 a 70	10 a 20	250 a 400	400 a 600

*¹Valores padrões obtidos em:<www.embrapa.br>. *²Letras iguais na vertical não se diferem estatisticamente pelo teste "t-student" pareado (p<0,05).

3.5 CONCLUSÕES

O uso do condutivímetro portátil, junto ao extrator de solução do solo, demonstrou ser um método fácil e eficiente no controle da condutividade do substrato de areia em cultivo com condução até o 2º cacho e duração de treze semanas e que pode ser facilmente utilizado pelos produtores.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P.; MASSEY, D.M. Nutrient uptake by tomatoes from recirculating solutions. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILLESS CULTURE, 6., 1984, Lunteren. **Proceedings...** Lunteren: International Society of Soilless Culture, 1984. p.71-79.
- 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. 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. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. **Acta Horticulturae**, n.361, p.245-257, 1994.
- ALBUQUERQUE, F. DA S.; SILVA, Ê. F. DE F.; ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C. DE; NUNES, M. F. F. N. Crescimento e rendimento de pimentão fertigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.7, p.686-694, 2011.
- ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo en invernadero**. 3.ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1999. 347 p.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, 2004. 400 p.
- ANDRADE JUNIOR, A. S.; DIAS, N. DA S.; FIGUEREDO JUNIOR, L. G. M.; DANIEL, R.; RIBEIRO, V. Q. Doses de potássio via fertirrigação na produção e qualidade de frutos de melancia em Parnaíba, PI. **Irriga**, Botucatu, v.10, n.3, p. 205-214, ago-out, 2005.
- ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.8-32, 1997.
- ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, T.; SKREBSKY, E. C. Caracterização e avaliação de substratos para cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.215-219, 1999.
- ANDRIOLO, J. L.; WITTER M.; ROSS, T. D.; GODÊI, RODRIGO DOS S. 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.; LUZ, G.L.; GIRALDI, C.; GODOI, R.S.; BARROS, G.T. Cultivo hidropônico da alface empregando substratos: uma alternativa a NFT? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.794-798, out-dez, 2004.

ANDRIOLO, J. L.; LUZ, G. L. DA.; BORTOLOTO, O. C.; GODOI, R. DOS S. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três doses de solução nutritiva. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.35, n.4, jul-ago, 2005.

ANDRIOLO, J. L.; JÄNISCH, D. I.; OLIVEIRA, C. S.; COCCO, C.; SCHMITTI, O. J.; CARDOSO, F. L. Cultivo sem solo do morangueiro com três métodos de fertirrigação. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.691-695, mai-jun, 2009.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Water Quality for Agriculture. Tradução H.R. Ghety e J. F. de Medeiros, UFPB. Paraíba: Campina Grande, 217 p., 1991.

BARROS, M. DE F. C.; SANTOS, P. M. dos; SILVA, A. J. da. Recuperação de solos afetados por sais usando água de qualidade inferior. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), p.310-313, 2005.

BENASSI, M. T; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arq. of Biology Technology**, v.31,n.4, p.507-513, 1998.

BENINNI, E.R.Y.; TAKAHASHI, H.W.; NEVES, C.S.V.J. Manejo do cálcio em alface de cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p. 605-610, outubro-dezembro 2003.

BENINNI, E. R. Y; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. .J. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.26, n.3, p. 273-282, jul.-set. 2005.

BETTIOL, W.; MIGHELI, Q.; GARIBALDI, A. Controle, com matéria orgânica, do tombamento do pepino causado por *Pythium ultimum* Trow. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.57-61, jan. 1997.

BISCARO, G. A.; MARQUES, R. J. R.; BATISTA, C. M.; MONACO, K. DE A.; ENSINAS, S. C.; REZENDE, R. K. S. Efeito de diferentes níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de espinafre. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.3, p.487-493, 2011.

BLANCHAR, R. W.; REHM, G.; CALDWELL, A. C. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. **Soil Science Society of America**, Madison, v.29, n.1, p. 71-72, 1965.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.. Recuperação de um solo salinizado após cultivo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, 2001.

BLANCO, F. F. **Tolerância do tomateiro à salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para a determinação de nutrientes na solução do solo e na planta**. 2004. Tese (Doutorado em agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2004.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; HENRIQUES NETO, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.26–33, 2008.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin, Springer-Verlag, 1979. 188p.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, n.113, p. 73-85, 1974.

BREMNER, J.M.; KEENEY, D.R. Determination and isotope-ratio analysis of different forms of nitrogen in soils 3: Exchangeable ammonium, nitrate, and nitrite by extraction-distillation methods. **Soil Science Society of America Journal**, v.30, p.577-582, 1965.

BURGUEÑO, H. La **fertirrigación en cultivos hortícolas con alcohado plástico**. Culiacán: Bursar, 1996, v.1, 45 p.

CADAHÍA, C. **Fertirrigación: aspectos basicos**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. p. 63-79.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F. Salinidade da água e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. **Holos**, v.2, p.10-20, 2009.

CANÇADO-JÚNIOR, F.L.; CAMARGO-FILHO, W.P.; ESTANISLAU, M.L.L.; PAIVA, B.M.; MAZZEI, A.R.; ALVES, H.S. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.24, n.219, p.7-18, 2003.

CARDOSO AF; CHARLO HCO; ITO LA; BRAZ LT; CORÁ JE. 2009. Produção de híbridos de melão rendilhado em função da reutilização do substrato. **Horticultura brasileira**, v.27, n.2 (Suplemento - CD Rom), ago, 2009.

CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p. 5-9, 2004.

CARVALHO DA SILVA, J.B.; GIORDANO, L.B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L.S.; FRANÇA, F.H.; VILLAS BÔAS, G.L.; BRANCO, M.C.; MADEIROS, M.C.; MAROUCELLI, W.; SILVA, W.L.C.; LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C.; NASCIMENTO, W.M.; PEREIRAI, W. **Cultivo do tomate para industrialização**. 2000. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial>>. Acesso em: 10 set. 2011.

CEASA-PR - SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO PARANÁ S.A. **Mercado Atacadista: CEASA – Londrina**. Disponível em:<www.ceasa.pr.gov.br>. Acesso em: jan. 2012.

CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p. 19-30, jan.-mar. 2011.

CHARLO, H. C. de O. **Desempenho de híbridos de melão rendilhado em substratos**. 2010. Tese (Doutorado em agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2010.

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

CURLEY, E.M.; FLYNN, M.G. O; MCDONNELL, K.P. Porous ceramic cups: preparation and installation of samplers for measuring nitrate leaching. *Int. International Journal of Soil Science*, v.5,n.1, p.19-25, 2010.

DIAS, N. DA S.; DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R. MEDEIROS, J. F. SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.496-504, 2005.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. DE F.; MIRANDA, J. H. Rendimento comercial do tomateiro em resposta à salinização ocasionada pela fertirrigação em ambiente protegido. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, mai, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa hortaliças). **Cultivo de tomate para industrialização**. (2006). Disponível em:< <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/irrigacao.htm>>. Acesso em: 10 abril 2010.

EMRICH, E. B.; SOUZA, R. J.; LIMA, A. A.; FIGUEIREDO F.C.; SILVA, D. R. G. Cultivo do tomateiro em substratos orgânicos sob aplicação foliar de silicato de potássio em ambiente protegido. **Ciência e agrotecnologia, Lavras**, v.35, n.1, p. 56-61, jan.-fev. 2011.

ESPÍNOLA, H. N. R.; ANDRIOLO, J.L.; BARTZ, H. R. Acúmulo e repartição da matéria seca da planta de pepino tipo conserva sob três doses de nutrientes minerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, p.387-392, 2001.

EYMAR, E.; OKI, L. R.; J. LIETH, H. Continuous measurements of electrical conductivity in growing media using a modified suction probe: Initial calibration and potential usefulness. **Plant and Soil**, v.230, p.67-75, 2001.

FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C.; VILELLA JÚNIOR, L. V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.143-149, 2008.

FANASCA, S., COLLA, G., MAIANI, G., VENNERRIA, E., ROUPHAEL, Y., AZZINI, E., SACCARDO, F., 2006: Changes in antioxidant content of tomato fruits in response to cultivar and nutrient solution composition. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, n.54, p.4319-4325.

FAYAD, J. A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, F.L.; FERREIRA, F.A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, p. 90–94, mar. 2002.

FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; FURLANI, P. R.; CARVALHO, C. R. L. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de tomateiro fertirrigado com cloreto e sulfato de potássio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, n.1, p. 17-24, 2005

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; FONTES, P.C.R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.564-570, 2002.

FERNANDES, C. **Produtividade e qualidade dos frutos do tomateiro do grupo cereja cultivado em substratos à base de areia**. Tese – (Doutorado em agronomia). 2005. UNESP – Campus Jaboticabal. “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

FERNANDES, C.; ARAÚJO, J. A. C.; CORÁ, J. E. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p. 559-563, 2004.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; BRAZ, L. T. Alterações nas propriedades físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.1, Brasília, Jan-Mar. 2006.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.141-145, 2006.

FILGUEIRA F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 421 p.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. de. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa: UFV, 2002. 196 p.

FONTES, P.C.R.; LOURES, J.L.; GALVÃO, J.C.; CARDOSO, A.A.; MANTOVANI, E.C. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p. 614-619, jul-set 2004.

FRANÇA E SILVA, Ê. F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. Tese – (Doutorado em Agronomia). 2002. ESALQ - Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2005.

FRANÇA E SILVA, Ê. F.; ANTI, G. R.; CARMELLO, Q. A. DE C.; DUARTE, S. N. Extratores de cápsula porosa para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução de um solo. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.785-789, out.-dez, 2000.

GÄRDENÄS, A.; HOPMANS, J.W.; HANSON, B.R.; SIMUNEK, J. Two-dimensional modeling of nitrate leaching for various fertigation scenarios under microirrigation. **Agricultural Water Management**, v.74, n.3, p. 219–242. 2005.

GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v.56, p. 693-713, 1963.

GENÚNCIO, G.C.; MAJEROWICZ, N.; ZONTA, E.; SANTOS, A.M.; GRACIA, D.; AHMED, C.R.M.; SILVA, M.G. Crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidropônico NFT em fungos da concentração iônica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.175-179.

GENUNCIO, G. C.; SILVA, R. A. C.; SÁ, N. M.; ZONTA, E.; ARAÚJO, A. P. Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.28, n.4, p. 446-452, out.-dez., 2010.

GLOAGUEN, T.V.; PEREIRA, F.A.C.; GONÇALVES, R.A.B.; PAZ, V.S. Sistema de extração seqüencial da solução na macro e microporosidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.5, p. 544-550, 2009.

GOTO, R; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido:** condições subtropicais. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. 319 p.

GONÇALVES, N.B., CARVALHO, V.D. de. Abacaxi-pós-colheita-2. Característica da Fruta. **Frutas do Brasil**, Brasília-DF, v.5,;p 13-27, 2000

GRAVE, R. A.; ANDRIOLO, J. L.; BARTZ, H. R. Acumulação de matéria seca do tomateiro cultivado em substrato com diferentes doses de fertilizantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.5, p.873-875, 2001.

GRUDA, N. Do soilless culture systems have an influence on product quality of vegetables? **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v.82, n.2, p.141 – 147, 2009.

GUIMARAES, M. DE A; SILVA, D. J. H DA; FONTES, P. C. R; CALIMAN, F. R. B; LOOS, R. A; Stringheta, P. C . Produção e sabor dos frutos de tomateiro submetidos a poda apical e de cachos florais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, Jun., 2007.

GUSMÃO, M.T.A.; GUSMÃO, S.A.L.; ARAÚJO, J.A.C. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira** v.24, n.4, p. 431-436, 2006.

HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J. M. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), destinado ao processamento industrial. **Anais...**, Piracicaba,v.35, n.2, p. 243-269,1978.

HERNÁNDES, C.M.; RÍOS, P.C.; MADINAVEITIA, Y.I.C; RESÉNDES, A. M.; DIMAS, N.R. Sustratos em la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. **Revista Chapingo**, v.12, n.2, jul-dez, p.183-188, 2006.

HIGUTI, A. R. O. **Produção de tomate em função da “vibração” das plantas**. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water-culture method for growing plants without soil. **Plant physiology**, Circular 347, 32p.,1950.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise dos alimentos. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1.

JONES JUNIOR, J.B. **Tomato plant culture**: In the field, greenhouse, and garden. 2.nd. New York: Academic Press, 1991. 395p.

KÄMPF, A.N. **O uso do substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro**. Campinas: IAC, 2002, p. 17-28.

KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A.; ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some post-harvest handling procedures. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.113, p.742-745, 1978.

KLUGE, R.A.; MINAMI, K. Efeito de ésteres de sacarose no armazenamento de tomates ‘santa clara’. **Scientia agrícola**, v.54, n.1-2, Piracicaba, jan.-aug., 1997.

LAO, M.T.; JIMÉNEZ, S.; EYMAR, E.; FERNÁNDEZ, E.J. Nutrient levels of the solution obtained by means of suction cups in intensive tomato cultivation. **Phyton, Buenos Aires**, v.4, n.7, p.29-37, 2004.

LEE, C. **Mastering long shelf-life tomato growing**: Pratical Hydroponics & Greenhouses, n.48, p. 85-89, 1999.

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.

LIMA, A.A.; ALVARENGA, M.A.R.; RODRIGUES, L.; CARVALHO, J.G. Concentração foliar de nutrientes e produtividade de tomateiro cultivado sob diferentes substratos e doses de ácidos húmicos. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.1, jan.-mar, p.63-69, 2011.

LIMA, C. J. G. de S. **Calibração e manejo de extratores providos de cápsulas porosas e transdutores de pressão para monitoramento de íons na fertirrigação**. 2009. Dissertação (Mestrado em agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ-USP, 2009.

LOPES, M.C.; STRIPARI, P.C. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. **Produção de hortaliças em ambientes protegido**: condições subtropicais. São Paulo: Fundações Editoras da UNESP, 1998. 258 p.

LOPEZ, C. C.; ALONSO, E. E. **Calculo y preparación de disoluciones fertilizantes**. In: LOPEZ, C. C. (ED.). *Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales*. Madrid: MundiPrensa, 1998. P. 125-172.

MAIA, G. E. G.; PASQUI, S. C.; LIMA, A. da S.; CAMPOS, F. M. Determinação dos teores de vitamina C em hortaliças minimamente processadas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.19, n.3, p. 329-335, jul.-set. 2008.

MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. DE. **Avaliação do Estado Nutricional de Plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MARQUES, R., RANGER, J., GELHAYE, D., POLLIER, B., PONETTE, Q.; GOEDERT, O. Comparison of chemical composition of soil solutions collected by zero-tension plate lysimeters with those from ceramic-cup lysimeters in a forest soil. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v.47, n.3, p. 407-417, 1996.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, v.3., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p. 53-76.

MAX, J. F. J.; HORST, A. J. Influence of nighttime electrical conductivity of substrate solution on fruit cracking and blossom-end rot of greenhouse tomato in the tropics. **Soil Science: Journal of Plant Nutritional**, v.172, p.829–838, 2009.

MEDEIROS, L. A. M.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; BONNECARRÈRE, R. A. G. Crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) conduzida em estufa plástica com fertirrigação em substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.2, p.199-204, 2001.

MEDEIROS, L. M. **Produção do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivado em diferentes recipientes e níveis de cálcio na solução nutritiva**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UNESP – Campus de Ilha Solteira. “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2010a.

MEDEIROS, P. R. F. DE; DUARTE, S. N.; DIAS, C. T. S.; SILVA, M. F. D. Tolerância do pepino à salinidade em ambiente protegido. Efeito sobre propriedades físico-químicas dos frutos. **Irriga**, Botucatu, v.15, n.3, p. 301-311, jul-set, 2010b.

MENCARELLI, F; SALVEIT, J.R. Ripening of mature-green tomato fruit slices. **Journal of American Society Horticultural Science**, v.113, p.742-745, 1988.

MERICA, M.K; TUZELB, I.H.; TUZELC, Y.; OZTEKINC, G.B. Effects of nutrition systems and irrigation programs on tomato in soilless culture. **Agricultural Water Management**, v.99, p.19– 25, 2011.

MINAMI, K.; HAAG, H. P. **O tomateiro**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1989, 397p.

MITCHELL, J. P.; SHENNAN, C.; GRATTAN, 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.

MORARD, P.; MORARD, M. **Hydroponie**: Les culture végétales hors sol. Cedipa: Toulouse-FR, 2007. 200 p.

NAIKA, S.; JEUDE, J.V.L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B.V. **A cultura do tomate**: produção, processamento e comercialização. Wageningen: Fundação agronomista e CTA, 2006. 104 p.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F. ; SANTOS, P. D.; SILVA, S. A. DA; VIEIRA, M. DA S. ; OLIVEIRA A. P. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Agraria**, v.6, n.2, p.258 - 264 , abr. - jun, 2011.

NUEZ, F. **El cultivo del tomate**.. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, 2001, 793 p.

OHSE, S.; DOURADO-NETO, D.; MANFRON, P. A.; SANTOS, O. S. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.181-185, jan – mar, 2001.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; DUARTE, S. N.; SILVA JÚNIOR, M.; CAMPELO, C. M. Calibração de extratores providos de cápsula porosa para monitoramento da salinidade e da concentração de íons. **Engenharia Agrícola Jaboticabal**, v.31, n.3, p.520-528, maio-jun. 2011.

OLIVEIRA, S. L. de; COELHO, E. F.; BORGES, A. L. Irrigação e fertirrigação. **Frutas do Brasil**. Banana Produção, v.1, n.1, 2007.

PÁDUA, J. G.; GUSMÃO, S. A. L.; GUSMÃO, M. T. A.; BRAZ, L. T. Densidade de plantio e produção de duas cultivares de tomateiro tipo cereja, cultivadas em substrato, sob condições protegidas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, 2002.Suplemento 2. 1 CD-ROM.

PAPADOPOULOS, A.P. **Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media**. Ottawa: Agriculture Canada Publication, 1991. 79p. Disponível em: <<http://www.hydrogardens.com/PDF%20Files/Growing%20GH%20Tomates.PDF>>. Acessado em: 24 jun. 2010.

PEIL, R. M. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.1169-1177, nov./dez., 2003.

PERERIRA, B.F.F.; GOMES, T.M.; NOGUEIRA, S.F.; MONTES, C.R.; MELFI, A.J. Cápsula porosa: interferência na amostra da solução do solo e metodologia de lavagem. **Irriga**, Botucatu, v.14, n.4, p.441-448, out.-dez.,2009.

PINHO, L. DE.; PAES, M. C. D.; ALMEIDA, A. C. DE; COSTA, C. A. DA; GLORIA, M. B. DE A.; RODRIGUES, R. J. A.; GUILHERME, D. DE O.; MARTINS, I. S. Composição centesimal e análise físico-química do tomate cereja cultivado em sistema orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2 (Suplemento - CD Rom), jul-ago, p.177-182. 2008.

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

PIRES, C. R. F.; LIMA, L. C. O.; VILAS-BÔAS, E. V. B.; ALVES, R. R.; GUIMARÃES, A. C. G. Avaliação físico-química de tomates cultivados nos substratos fibra de coco e casca de café carbonizada submetidos à aplicação de substâncias húmicas. In: **50º congresso brasileiro de química**, Outubro de 2010. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2010/trabalhos/10/10-289-8282.htm>>. Acesso em: 07 jul. 2011.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 401 p.

PRADO, R. DE M.; SANTOS, V. H. G.; GONDIM, A. R DE O.; ALVES, A. U.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p. 19-30, jan./mar. 2011.

PUJOS, A.; MORARD, P. Effects of potassium deficiency on tomato growth and mineral nutrition at the early production stage. **Plant and Soil**, v.189, p.189–196, 1997.

RODRIGUEZ, P.; DELL'AMICO, J.; MORALES, D.; BLANCO, M. J. S.; ALARCÓN, J. J. Effects of salinity on growth, shoot water relations and root hydraulic conductivity in tomato plants. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.128, n.4, p.439-444, 1997.

RODRIGUES, S. D.; PONTES, A. L.; MINAMI, K.; DIAS, C. T. S. Quantidade absorvida e concentrações de micronutrientes em tomateiro sob cultivo protegido. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p. 137-141, 2002.

RODRIGUEZ-RODRIGUES, R.; RODRIGUES-TABARES, J.M.; MEDINA-SAN JUAN, J.A. **Cultivo moderno del tomate**. Madrid: Mundi-Prensa libros, 2001, 2.ed., 253 p.

SCHMIDT, D.; SANTOS, S. DOS; BONNECARRÈRE, R. A. G.; PILAU, F. G. Potencial produtivo de tomate cultivado com alta densidade, em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, suplemento junho, p. 273-274, 2000.

SEABRA JÚNIOR, S.; GADUN, J.; CARDOSO, A.I.I. Produção de pepino em função da idade das mudas produzidas em recipientes com diferentes volumes de substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.610-613, jul-set, 2004.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (Seab), Governo do Estado do Paraná. **Comparativo de áreas, produção e produtividade no Estado do Paraná nas safras de 10/11 e 10/12**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

SHAMI, N. J.; Esh, I.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de. Nutrição**, Campinas, v.17, n.2, p. 227-236, 2004.

SILVA JUNIOR, M. J.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F.H.T; DUTRA, I. Balanço da fertirrigação em meloeiro "Pele-de-sapo". **Irriga**, Botucatu, v.12, n.1, p.63-72, jan./mar., 2007.

SILVA, E.F.F. **Manejo de fertirrigação e controle de salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. 2002. Tese (Doutorado em agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ-USP. 2002.

SILVA, H. R.; SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A.; MORETTI, C. L. **Resposta do tomateiro para processamento industrial a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio**. Embrapa hortaliças, 2002. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/olir4006c.pdf>>. Acesso em: 03/2010.

SILVA, E.M. **Manejo da fertirrigação em ambiente protegido visando o controle da salinidade do solo para a cultura da berinjela**. 2010. Dissertação (Mestrado em agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ-USP, 2010.

SILVA, R.H.; ROSOLEM, C.A.; WONG, J. Liberação de cálcio e magnésio por cápsulas porosas de porcelana usadas na extração de solução de solo. **Revista brasileira de ciência de solos**, v.28, n.X, p.605-610, 2004a.

SMIDERLE, O.J.; SALIBE, A.B.; HAYASHI, A.H.; MINAMI, K. Produção de mudas de alface, pepino e pimentão em substratos combinando areia, solo e Plantmax®. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3, p.253-257, 2001.

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.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T. de. Avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v.18, n.3, mai-jun, 2010.

STANGHELLINI, C. Evapotranspiration in greenhouse with special reference on Mediterranean conditions. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.335, p. 296-304, 1993.

STEIDLE NETO, A. J.; ZOLNIER, S.; MAROUELLI, W. A. MARTINEZ, H. E. P. Avaliação do desempenho de um sistema automático para controle da fertirrigação do tomateiro cultivado em substrato. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.380-389, jul-set, 2009.

TAVARES, S. C. C. H.; YAMAGUSHI, C. T.; LIMA, J. A. S. Controle da micosferela (*Didymella bryoniae*) em cucurbitáceas no TSA; I- métodos de manejo e químico. In: Congresso brasileiro de olericultura, v.33, 1993, Brasília. **Resumos...** Brasília: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1993.

TEMÓTEO, A. DA S.; MEDEIROS, J. F. DE; DUTRA, I.; OLIVEIRA, F. DE A. Crescimento e acúmulo de nitrogênio e potássio pelo melão pele de sapo fertirrigado. **Irriga**, Botucatu, v.15, n.3, p. 275-281, jul.-set., 2010.

VALÉRIE, G.; WIM, B.; EWELINA, H.; CARMONA-TORRES, C.; WANG, H.; VAN DE PEPPEL, A.; CÓNDROR GOLEC, A.; DORAIS, M.; VAN MEETEREN, U.; HEUVELINK, E.; REMBIALKOWSKA, E.; VAN BRUGGEN, A. Differences in N uptake and fruit quality between organically and conventionally grown greenhouse tomatoes. **Agronomy for Sustainable Development**, v.30, n.4, 797-806p., 2010.

van OS, E.A. ; STANGHELLINI, C. Diffusion and environmental aspects of soilless growing systems. **Italus Hortus**, nov./dec. v. v.8, n.6, p. 9-15, 2001.

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 BOAS, R. L.; SOUZA, T. R. Fertirrigação: uso e manejo. In: SIMPÓSIO EM SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS, n.1., 2008, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: PPGZ/CSTR/UFCG, 2008. p. 1-14.

ANEXOS

ANEXO A – TEOR DE NUTRIENTES NO TALO DO TOMATEIRO COM RELAÇÃO A POSIÇÃO – ATÉ O 1º CACHO E ACIMA DO 1º CACHO.

Valor médio da massa fresca (M.F.), massa seca (M.S.) macro e micronutrientes presentes nos talos até a altura do primeiro cacho e dos talos acima do primeiro e abaixo do segundo cacho do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011.

Tratamento	M.F.	M.S.	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	
	g	g	g/Kg						mg/Kg				
R.E.C.	91.20	13.13	37.64	6.93	18.33	15.80	2.04	2.70	13.42	117.34	84.76	65.76	
R.N.I.	99.64	14.42	42.91	7.25	18.02	14.03	2.00	4.92	13.58	157.77	81.79	88.06	
D.M.S	10.43	4.31	3.53	0.56	2.92	2.23	0.27	3.17	0.25	43.72	16.29	10.61	
C.V. (%)	12.14	32.77	8.82	7.84	15.63	15.34	13.29	29.69	11.79	30.72	16.79	14.37	
R.E.C.	77.89	13.19	38.09	7.25	19.28	14.98	2.11	3.30	13.49	137.74	110.80	65.39	
R.N.I.	70.99	11.21	39.62	6.92	18.23	12.72	1.97	2.65	13.83	149.75	106.39	72.83	
D.M.S	10.43	4.31	3.53	0.56	2.92	2.23	0.27	3.17	0.25	43.72	16.29	10.61	
C.V. (%)	12.14	32.77	8.82	7.84	15.63	15.34	13.29	29.69	11.79	30.72	16.79	14.37	
altura do 1º cacho	91.20	13.13	37.64	6.93	18.33	15.80	2.04	2.70	13.42	117.34	84.76	65.76	
altura do 2º cacho	77.89	13.19	38.09	7.25	19.28	14.98	2.11	3.30	13.49	137.74	110.80	65.39	
D.M.S	10.43	4.31	3.53	0.56	2.92	2.23	0.27	3.17	0.25	43.72	16.29	10.61	
C.V. (%)	12.14	32.77	8.82	7.84	15.63	15.34	13.29	29.69	11.79	30.72	16.79	14.37	

Letras iguais na vertical não se diferem estatisticamente pelo teste de tukey ($p < 0,05$); CE – Método da condutividade elétrica ($\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$); N – Método de controle por nutrientes; D.M.S.: Diferença mínima significativa; C.V. (%): Coeficiente de variação medido em porcentagem;

ANEXO B – TEOR DE NUTRIENTES NAS FOLHAS DO TOMATEIRO COM RELAÇÃO A POSIÇÃO – ATÉ O 1º CACHO E ACIMA DO 1º CACHO.

Valor médio da massa fresca (M.F.), massa seca (M.S.) macro e micronutrientes presentes nas folhas até a altura do primeiro cacho e das folhas acima do primeiro e abaixo do segundo cacho do tomateiro c.v. Plutão, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica (R.E.C) e dos nutrientes corrigidos individualmente (R.N.I) na solução nutritiva. Londrina, 2011.

Folhas		M.F.	M.S.	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Zn	Cu												
Tratamento		g -		g/Kg								mg/Kg													
altura do 1º cacho	R.E.C.	34.53	a	14.74	a	33.85	a	7.56	a	15.00	b	19.27	a	1.81	a	13.72	a	963.46	a	1143.06	a	118.22	a	40.17	a
	R.N.I.	56.00	a	16.47	a	33.89	a	7.17	a	17.67	a	23.46	a	2.07	a	10.79	b	967.00	a	1081.06	a	124.20	a	39.13	a
	D.M.S	23.11		6.50		6.52		0.54		2.27		10.03		0.94		2.51		150.91		337.75		21.63		7.54	
	C.V. (%)	15.22		15.08		18.03		7.29		13.64		23.31		16.63		23.03		16.28		31.32		17.94		18.91	
altura do 2º cacho	R.E.C.	100.83	a	20.84	b	39.06	a	7.43	a	14.69	b	16.50	a	1.92		10.29	a	949.94	a	1044.86	a	113.22	a	37.62	a
	R.N.I.	137.64	a	28.74	a	36.16	a	7.31	a	18.78	a	20.55	a	2.49		8.32	a	784.64	b	994.90	a	121.14	a	40.78	a
	D.M.S	23.11		6.50		6.52		0.54		2.27		10.03		0.94		2.51		150.91		337.75		21.63		7.54	
	C.V. (%)	15.22		15.08		18.03		7.29		13.64		23.3		16.63		23.03		16.28		31.32		17.94		18.91	
R.E.C.	altura do 1º cacho	34.53	b	14.74	a	33.89	a	7.56	a	15.00	a	19.27	a	1.81	a	13.72	a	963.46	a	1143.060	a	118.22	a	40.17	a
	altura do 2º cacho	100.83	a	20.84	a	39.06	a	7.43	a	14.69	a	16.50	a	1.92	a	10.29	b	949.94	a	1044.860	a	113.22	a	37.62	a
	D.M.S	23.11		6.50		6.52		0.54		2.27		10.03		0.94		2.51		150.91		337.750		21.63		7.54	
	C.V. (%)	15.22		15.08		18.03		7.29		13.64		23.31		16.63		23.03		16.28		31.320		17.94		18.91	
R.N.I.	altura do 1º cacho	56.00	b	16.47	b	33.85	a	7.17	a	17.67	a	23.46	a	2.07	a	10.79	a	967.00	a	1081.060	a	124.20	a	39.13	a
	altura do 2º cacho	137.64	a	28.74	a	36.16	a	7.31	a	18.78	a	20.55	a	2.49	a	8.32	a	784.64	b	994.900	a	121.14	a	40.78	a
	D.M.S	23.11		6.50		6.52		0.54		2.27		10.03		0.94		2.51		150.91		337.750		21.63		7.54	
	C.V. (%)	15.22		15.08		18.03		7.29		13.64		23.3		16.63		23.03		16.28		31.320		17.94		18.91	

*¹Letras iguais na vertical não se diferem estatisticamente pelo teste de tukey (p<0,05); CE – Método da condutividade elétrica (mS.m⁻¹); N – Método de controle por nutrientes; D.M.S.: Diferença mínima significativa; C.V. (%): Coeficiente de variação medido em porcentagem