



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARIA SUZANA VIAL POZZAN

**CRESCIMENTO PRODUÇÃO E EXTRAÇÃO DE
NUTRIENTES PELO TOMATEIRO ENXERTADO E PÉ-
FRANCO EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO**

MARIA SUZANA VIAL POZZAN

**CRESCIMENTO PRODUÇÃO E EXTRAÇÃO DE
NUTRIENTES PELO TOMATEIRO ENXERTADO E PÉ-
FRANCO EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador(a): Prof. Dr. Hideaki Wilson Takahashi

Co-Orientador(a): Prof. Dr. Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi

Londrina
2013

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

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P893c Pozzan, Maria Suzana Vial.
Crescimento produção e extração de nutrientes pelo tomateiro enxertado e pé-franco em sistema semi-hidropônico / Maria Suzana Vial Pozzan. – Londrina, 2013.
55 f. : il.

Orientador: Hideaki Wilson Takahashi.
Coorientador: Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi.
Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Tomate – Nutrição – Teses. 2. Tomate – Cultivo em vasos – Teses. 3. Minerais na nutrição de plantas – Teses. 4. Fertirrigação – 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

MARIA SUZANA VIAL POZZAN

**CRESCIMENTO PRODUÇÃO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELO
TOMATEIRO ENXERTADO E PÉ-FRANCO EM SISTEMA SEMI-
HIDROPÔNICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

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

Dr. Nobuyoshi Narita
APTA – Presidente Prudente – SP

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
UEL – Londrina – PR

Profa. Dra. Lúcia Sadayo Assari Takahashi
UEL – Londrina – PR

Prof. Dra Christina da Silva Wanderley
UEM – Maringá – PR

Londrina: 21 de maio de 2013

Ao meu pai, meu exemplo, meu melhor amigo
minha vida, Abrahão Parcifal Vial (in
memorian), amor eterno.

AGRADECIMENTOS

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

Ao meu orientador, professor Doutor Takahashi, não só pela orientação neste trabalho, mas sobretudo por sua amizade.

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

À equipe técnica de apoio: João e Márcio, pelo apoio e suporte na condução e análises dos experimentos.

Aos meus pais, Abrahão (*In Memoriam*) e Erjane, pela força, apoio e incentivo em todos os momentos.

Especialmente ao meu marido Ari Junior por compreender todos os momentos de ausência.

Aos meus familiares, sogra, cunhadas e irmãos que sempre me apoiaram e me ajudaram a cuidar do pequeno Inácio para que eu pudesse dar total atenção à pesquisa.

À Capes pelo apoio e concessão da bolsa de estudos.

Ao programa de pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina.

POZZAN, Maria Suzana Vial. **Crescimento produção e extração de nutrientes pelo tomateiro enxertado e pé-franco em sistema semi-hidropônico**. 2012. 55 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2013.

RESUMO

Avaliou-se o crescimento, a produtividade, a concentração e a quantidade de nutrientes em plantas enxertadas comparadas as plantas não enxertadas (pé-franco), cultivadas em ambiente protegido em sistema semi-hidropônico em vaso. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com dois tratamentos – enxertia e pé franco - e cinco repetições, com 17 plantas por parcela. O híbrido e o porta-enxerto utilizados foram Giuliana e Magnet respectivamente. Avaliaram-se as plantas quanto à altura e diâmetro do colo, produção dos frutos em 09 colheitas, com intervalos de sete dias entre elas, massa seca da parte vegetativa (PV) e dos frutos (FR). Realizaram-se as análises químicas para macro e micronutrientes em uma planta por parcela aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após transplante (DAT), para determinar a concentração e a quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas enxertadas e não enxertadas. As plantas enxertadas e não enxertadas tiveram desempenho agrônômico semelhante. A ordem de acúmulo de macronutrientes tanto em plantas enxertadas como em pé Franco foi: $K > N > Ca > S > Mg > P$. A Ordem de acúmulo de micronutrientes foi diferente para plantas enxertadas e pé-franco, sendo que as plantas enxertadas acumularam $Mn > Fe > Cu > Zn$ e a plantas pé-franco $Cu > Mn > Fe > Zn$. As maiores exigências nutricionais do tomateiro foram de K, N e Ca para os macronutrientes e de Fe, Cu e Mn para os micronutrientes.

Palavras-chave: Marcha de absorção. *Lycopersicon esculentum*. Fertirrigação. Nutrição mineral. Produtividade do tomateiro.

POZZAN, Maria Suzana Vial.. **Production growth and nutrient uptake by tomato plants grafted and non-grafted in semi-hydroponic system**. 2012. 55 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2013.

ABSTRACT

We evaluated the growth, productivity, and nutrient concentration in grafted plants compared to non-grafted plants (ungrafted), grown in a greenhouse in semi-hydroponic system in pot. The experimental design was a randomized block design with two treatments - graft and ungrafted - and five replications, with 17 plants per plot. The hybrid and rootstock were used Giuliana and Magnet respectively. Plants were evaluated for height and diameter, fruit production in 09 crops, with seven-day intervals between them, dry mass of vegetative (PV) and fruits (FR). Were conducted chemical analyzes and macro and micronutrients in one plant per plot at 30, 60, 90, 120 and 150 days after transplant (DAT) to determine the concentration and amount of nutrients absorbed by plants grafted and non-grafted. The grafted and non-grafted plants had similar agronomic performance. The order of accumulation of nutrients in both grafted and standing Franco was: K> N> Ca> S> Mg> P. The Order of micronutrient accumulation was different for grafted and non-grafted, and grafted plants accumulated Mn> Fe> Cu> Zn and ungrafted plants Cu> Mn> Fe> Zn. The biggest nutritional requirements of tomato were K, N and Ca for macronutrients and Fe, Cu and Mn for micronutrients.

Keywords: Absorption march. *Lycopersicon esculentum*. Fertigation. Mineral nutrition. Productivity of tomato

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Crescimento em altura (a) e diâmetro (b) da Parte Aérea do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplântio (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão)27
- Figura 2** – Número de Folhas da Parte Aérea do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplântio (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão)27
- Figura 3** – Massa seca de Folhas (a), Massa Seca do Caule (b) e Massa seca Total (c) da Parte Aérea do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplântio (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão). Densidade de plantas: 0,92 x 1,00 m29
- Figura 4** – Produção acumulada de massa fresca (a) e massa seca (b) dos frutos do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplântio (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão). Densidade de plantas: 0,92 x 1,00 m30
- Figura 5** – Extração de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) no caule (a), Folhas (b), Frutos (c) e Raiz (d) do tomateiro enxertado e do pé-Franco, em função dos dias após o transplântio (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão). Densidade de plantas: 0,92 x 1,00 m32
- Figura 6** – Extração de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) no caule (a), Folhas (b), Frutos (C) e Raiz (D) do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplântio (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão). Densidade de plantas: 0,92 x 1,00 m34
- Figura 7** – Extração de Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (S) e Zinco (Zn) no caule (a e b), Folhas (c e d), Frutos (e e f) e Raiz (g e h) do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplântio (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão). Densidade de plantas: 0,92 x 1,00 m35

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1	ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO TOMATEIRO	10
2.2	BOTÂNICA DO TOMATEIRO	11
2.3	NUTRIÇÃO MINERAL DO TOMATEIRO	12
2.4	SOLUÇÃO NUTRITIVA	13
2.5	CULTIVO DO TOMATEIRO EM SUBSTRATOS	14
2.6	FERTIRRIGAÇÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO	16
2.7	MARCHA DE ABSORÇÃO	18
2.8	ENXERTIA	19
3	ARTIGO: CRESCIMENTO PRODUÇÃO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELO TOMATEIRO ENXERTADO E PÉ-FRANCO EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO	21
	INTRODUÇÃO	22
	MATERIAL E MÉTODOS	23
	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
	Crescimento da Parte Aérea	26
	Acúmulo de Matéria Seca	28
	Produção	29
	EXTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES	31
	Extração de N, P, K	31
	Extração de Ca, Mg e S	33
	EXTRAÇÃO DE MICRONUTRIENTES	34
	REFERÊNCIAS	38
4	CONCLUSÕES GERAIS	41
	REFERÊNCIAS	42
	ANEXO	54
	ANEXO A – Concentração de Nutrientes da Solução Nutritiva	55

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) pode se desenvolver em climas do tipo tropical de altitude, subtropical e temperado. O tomateiro cultivado no Brasil é caracterizado pela adaptação ao clima tropical, sendo a temperatura um dos fatores limitantes da cultura, que é sensível a temperaturas baixas e intolerante a geadas. É uma das principais hortaliças no mercado brasileiro destacando-se na comercialização assim como no consumo, só perdendo para a batata. Em dados, no ano de 2011 foram comercializadas na CEASA/PR 102.378,0 toneladas (RIBAS; SOUZA, 2012).

A procedência anual do tomate no estado do Paraná é de 42,3% do próprio estado, 26,4% de São Paulo, 13,8% de Santa Catarina, 10,4%, de Minas Gerais, 5,1% do Rio de Janeiro e 2,0% de outras unidades da federação. Na safra 2009/2010 a produção de tomate no Paraná foi de 340.371,0 toneladas, em 5.355,0 hectares sendo os municípios com maiores ofertas no mercado foram Reserva (PR) com 14.666,9 toneladas (RIBAS; SOUZA, 2012).

O tomateiro é, normalmente, cultivado durante o período compreendido entre os meados da primavera aos meados do outono, podendo, também, ser cultivado no inverno.

Em condições protegidas, o manejo dos fertilizantes é fundamental, pois aumenta a produção de frutos, e reduz os riscos de salinização e/ou contaminação do solo e dos lençóis freáticos, para o manejo eficiente da adubação, são necessários conhecimentos sobre a cinética da absorção de nutrientes pelas plantas durante o ciclo.

Como são raros os trabalhos em condições brasileiras, caracterizando o crescimento e extração de nutrientes em tomateiro enxertado e pé-franco em ambiente protegido, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a extração de nutrientes pelo tomateiro enxertado e pé-franco em sistema semi-hidropônico cultivado em ambiente protegido.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO TOMATEIRO

No Brasil, o tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) constitui uma das hortaliças mais importantes comercialmente, com uma produção anual de 4,1 milhões de toneladas, numa área de 65.000 ha, atingindo uma produtividade média de 63 t ha⁻¹ (AGRIANUAL, 2012).

Segundo Figueira (2000), o tomate é o segundo produto olerícola cultivado no mundo, sendo superado apenas pela batata. O maior produtor mundial de tomate é a China, seguida dos Estados Unidos, da Itália, da Turquia e do Egito, dentre outros (AGRIANUAL, 2008).

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 encontrado desde o nível do mar até uma altitude de 2.000 metros, portanto, é uma planta que se adapta a quase todos os tipos de climáticos (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), a partir daí 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 atualmente as cultivares mais precoces, conforme Embrapa Hortaliças (SILVA et al., 2003) podem completar todo o seu ciclo em até 100 dias, enquanto as variedades primitivas, segundo Hernández et al. (2006), apresentam ciclo completo aos 135 dias.

O tomate é nutritivo com excelente sabor, baixo valor energético e um alimento de rápida digestão, recomendável para dietas (MINAMI; HAAG, 2003). Segundo Naika et al. (2006) além de ser fonte de minerais, vitaminas, aminoácidos essenciais e fibras também contém quantidades apreciáveis de licopeno e

carotenóides que conforme Shami, Esh e Moreira (2004) possuem a maior capacidade de inutilizar os radicais livres.

2.2 BOTÂNICA DO TOMATEIRO

O tomate 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* (Juss.) 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, concentrando-se 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, possui hábito de crescimento ereto ou semi-ereto (ALVARENGA, 2004). As flores são hermafroditas com predomínio de autofecundação, sendo a frequência de cruzamento menor do que 5% (HIGUTI, 2008).

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).

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, ocorrendo à frutificação entre os 70 e 80 dias se estabilizando a partir dos 120 dias após o transplântio.

Com experimento de marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro industrial, Haag et al. (1981) observaram que o crescimento da cultura foi

lento até os 30 dias, após há um crescimento acelerado, com o peso do material seco, dobrando a cada quinzena no período dos 45 aos 75 dias após o transplante atingindo o máximo com 105 dias.

Prado et al. (2011), estudando o crescimento e absorção de nutrientes para cultivar de tomateiro Raísa em sistema hidropônico, observaram que o crescimento da planta, expresso pelo acúmulo de matéria seca da planta inteira ao longo do ciclo, foi relativamente lento próximo aos 30 dias após o transplante, sendo que maiores incrementos ocorreram a partir deste estágio.

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; GENÚNCIO et al., 2006; ELOI et al., 2011). Outro fator que deve ser lembrado é de que o uso racional de fertilizantes, além de reduzir custos e garantir qualidade da produção, minimiza a contaminação ambiental (GOTO; TIVELLI, 1998).

Estudos em sistemas protegidos 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 fertilidade do substrato. No sistema de produção a adubação, conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (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, cujos resultados permitiram concluir 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 plântulas, enquanto que o Ca e o P foram absorvidos durante todo o ciclo da cultura.

Prado et al. (2011) estudando a absorção da cultivar Raísa observaram maior acúmulo de K, seguido de N, Ca, P, Mg e S. 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 transplante, período de maior acúmulo, onde a planta

absorve em média 73,5% do N e 75,0% do K da demanda necessária para o ciclo da cultura.

2.4 SOLUÇÃO NUTRITIVA

Nos países cuja agricultura é avançada, o uso de substrato em cultivo protegido associado à fertirrigação é uma prática consolidada (MAROUELLI; CARRIJO; ZOLNIER, 2005).

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 fertilizantes, 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), que explicam a importância da aeração, escolha dos nutrientes, ordem de adição e a formulação de uma solução completa, contendo macro e micronutrientes.

Alguns autores citam concentrações adequadas para as cultivares atuais, a saber 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 do solo ou do substrato (LOPEZ; ALONSO, 1998; ALPI; TOGNONI, 1999), evitando, dessa forma, fenômenos negativos devido ao potencial osmótico e o antagonismo entre os nutrientes que dificultam a absorção (CADAHÍA, 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).

O manejo inadequado da solução nutritiva pode ocasionar salinização do substrato e ocorrer uma absorção excessiva de nutrientes pelas plantas causando toxicidade (KAWAKAMI et al., 2011).

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).

A salinidade segundo alguns autores pode aumentar a qualidade dos frutos de tomate (ADAMS; HO, 1989; MITCHELL; SHENNAN; GRATTAN, 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.

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). Burgueño (1996), para a cultura do tomate delimita valores de condutividade elétrica na solução do solo entre 0,8 a 1,0 e 1,5 a 2,5 dS m⁻¹ durante as fases de crescimento vegetativo e reprodutivo, respectivamente.

A salinidade máxima no extrato da solução tolerada pelo tomateiro é de 2,5 dS m⁻¹ (MASS; HOFFMAN, 1977). Porém, cada espécie, e mesmo cultivares, toleram variavelmente à salinidade (GORHAM, 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; TAKAHASHI; NEVES, 2003; ANDRIOLO et al., 2004; FERNANDES et al., 2004; BENINNI; TAKAHASHI; NEVES, 2005) ou no cultivo em contêineres com o uso de substrato (BETTIOL; MIGHELI; GARIBALDI, 1997; MEDEIROS et al., 2001; ESPÍNOLA; ANDRIOLO; BARTZ, 2001; SMIDERLE et al., 2001; GRAVE; ANDRIOLO; BARTZ, 2001; SEABRA JÚNIOR GADUN; CARDOSO, 2004; FACTOR; ARAÚJO; VILELLA JÚNIOR, 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-RODRIGUES; RODRIGUES-TABARES; MEDINA-SAN JUAN, 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 e segundo verificaram Andriolo et al. (1997) a eficiência produtiva do tomateiro, cv. Carmen, em substrato foi a mesma que no solo. Diversos autores como Andriolo et al. (1999), Fernandes et al. (2002), Carrijo et al. (2004), Pádua et al. (2002), Pires et al. (2010), Medeiros (2010) e Lima et al. (2011), avaliaram substratos de origem orgânica (húmus, casca de amendoim, casca de café, casca de arroz, fibra de coco e casca de pinus) mas apresentam dificuldades para sua reutilização devido a dificuldade de esterilização.

A reutilização de substratos, segundo Cardoso et al. (2009), é 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 não seja leve, como muitos outros substratos, é encontrada facilmente, a um custo menor que a maioria dos materiais utilizados como substratos.

Na escolha do substrato devem ser consideradas suas propriedades físicas e químicas, densidade, boa retenção de água e nutrientes, disponibilização de oxigênio, alta capacidade de troca de cátions, baixa relação C/N, resultando em maior crescimento, desenvolvimento e produtividade (MARTINEZ, 2002).

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

Gusmão, Gusmão e Araújo (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 proporcionou 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; ANDRIOLO; BARTZ, 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 (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., 2010; ALBUQUERQUE et al., 2011; BISCARO et al., 2011). A desvantagem do método é a necessidade de mão de obra capacitada (VILLAS-BÔAS; SOUZA, 2008).

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 são 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; COELHO; BORGES, 2007).

Existe necessidade de que o manejo das soluções de fertirrigação seja bem planejado para não prejudicar o fluxo de absorção de água pela planta e nem afetar o potencial osmótico em torno das raízes devido à salinização (ANDRIOLO et al., 2005), evitando assim problemas de toxidez (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 da fertirrigação devem ser viáveis e 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; COELHO; BORGES, 2007; BLANCO; FOLEGATTI; HENRIQUES NETO, 2008; CAMPOS; CAVALCANTE, 2009; MEDEIROS et. al., 2010; NASCIMENTO et al., 2011), contudo, estes valores são variados e relacionados a condições ambientais e espécies utilizadas. Outra técnica é por meio 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; ROSOLEM; WONG, 2004). 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 (ELOI, 2007).

2.7 MARCHA DE ABSORÇÃO

A maioria dos trabalhos que avaliaram a marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro foram desenvolvidos em solo e com materiais genéticos antigos não cultivados atualmente, a exemplo dos trabalhos de Gargantini e Blanco (1963), com a cultivar Santa Cruz 1639, e o de Haag et al. (1978), com a cultivar Roma VF (PRADO et al., 2011).

Gargantini e Blanco (1963) no estudo da marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro utilizando a cultivar Santa Cruz-1639 e conduzindo em ambiente protegido, concluíram que o nutriente mais absorvido foi o K seguidos pelo N, Ca, S, P e Mg.

Huett e Dettman (1988) cultivando plantas de tomate em areia com solução nutritiva obtiveram taxas de absorção de macronutrientes que variaram ao longo do ciclo do tomateiro, atingindo os valores máximos de 521; 119; 884; 290 e 84 mg planta⁻¹ dia⁻¹, para o N, P, K, Ca e Mg, respectivamente.

Fernandes et al. (1975), em um experimento de marcha de absorção de nutrientes em condições de campo, em um solo Latossolo Roxo, concluíram que uma cultura de tomate, com 57.000 plantas/ha e uma produção de 41 toneladas, absorve as seguintes quantidades em g m⁻²: B-0,0086; Cu-0,0037; Fe-0,135; Mn-0,0393; Zn-0,0119.

Fayad (1998) cultivando tomate em ambiente protegido obteve a seguinte absorção em g m⁻² 0,32 de Mn, 0,21 de Fe, 0,16 de Cu e 0,07 de Zn.

Fayad et al. (2002), avaliando o híbrido EF-50, conduzido em duas hastes com oito cachos em cada uma, em ambiente protegido, verificou o seguinte acúmulo de nutrientes na parte aérea do tomateiro em ordem decrescente: K, N, Ca, S, Mg, P, Mn, Fe; Cu e Zn, alcançando os valores de 264; 211; 195; 49; 40; 30 kg.ha⁻¹; 3.200; 2.100; 1.600 e 700 g ha⁻¹, respectivamente.

As maiores exigências nutricionais do tomateiro Raísa cultivado em sistema hidropônico foram de K, N e Ca para os macronutrientes e de Fe, Zn e Mn para os micronutrientes (PRADO et al., 2011).

Oliveira, Purquerio e Factor (2011) encontrou quantidade total de nutrientes extraída (planta e frutos) aos 154 dias para o híbrido de tomate Serenato os valores em kg ha⁻¹ de 456,0; 270,7; 122,7; 57,3; 36,0; 37,3, respectivamente para K, N, Ca, S, P e Mg.

Stripari (1999) cultivando o Híbrido Momotaro em ambiente protegido obteve a seguinte concentração em mg kg⁻¹: Fe – 119,2 a 137,0, Zn – 56,6 a 114,5, Cu –15,6 a 40,4, Mn – 106,1 a 340,9 e B – 58,4 a 75,3. Costa (1999) com o Momotaro em soluções nutritivas obteve em média a seguinte concentração em mg kg⁻¹: B-67,8, Cu-15,8, Fe-141, Mn-117 e Zn-28,4.

Rodrigues et al. (2002) estudando a quantidade absorvida e concentrações de micronutrientes em tomateiro sob cultivo protegido constatou que aos 105 dias após o transplante a planta absorveu em g: 0,0274 de B; 0,0826 de Cu; 0,169 de Fe; 0,170 de Mn e 0,113 g de Zn, para uma produção de 10,2 kg m⁻².

2.8 ENXERTIA

A enxertia é uma técnica utilizada na horticultura com o objetivo de controlar os patógenos de solo, a tolerância ao encharcamento, alcalinidade e salinidade do solo, aumentando a produção e a qualidade dos frutos (YAMAKAWA, 1982; CAÑIZARES, 1998; BLANCO, 1999; KOBORI, 1999; PEIL, 2003).

No Brasil, acredita-se que a enxertia em hortaliças começou a ser realizada comercialmente na década de 80, em cultivo de pepino no estado de São Paulo, visando o controle de nematóides e obtenção de frutos livres de cera (GOTO, 2001).

Deve-se considerar que nem todas as espécies apresentam características morfo-fisiológicas que possibilitam a enxertia. Assim sendo, entre as espécies de hortaliças, somente as das Famílias Solanaceae (tomate, pimentão e berinjela) e Cucurbitaceae (melancia, melão, pepino e abóbora) são comumente enxertadas (PEIL, 2003).

A enxertia compreende a união de partes de plantas por meio da regeneração de tecidos, o que permite o desenvolvimento como uma única planta.

Nesse sentido, é necessário que o tecido cambial do enxerto e porta-enxerto esteja em íntima associação, para que o tecido possa formar uma conexão contínua (CAÑIZARES, 1998). A planta gerada através desse método quando em contato com determinado patógeno mantém o sistema radicular sadio, possibilitando a realização das funções normais de absorção de água e nutrientes do solo (PEIL, 2003).

São desejáveis que porta-enxerto apresente características como: resistência aos patógenos de solo, vigor e rusticidade, boa afinidade com a cultivar enxertada, condições morfológicas ótimas para a realização da enxertia (tamanho do hipocótilo, consistência, etc) e não afetar a qualidade dos frutos (PEIL, 2003). Por isso existe a necessidade de avaliar as espécies de porta-enxertos em diferentes condições de ambiente e os fatores que as influenciam (KOBORI; SANTOS, 2003).

3 ARTIGO:

CRESCIMENTO PRODUÇÃO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELO TOMATEIRO ENXERTADO E PÉ-FRANCO EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO.

Resumo: Avaliou-se a produtividade, o crescimento, a concentração e a quantidade de nutrientes em plantas enxertadas comparadas as plantas não enxertadas (pé-franco), cultivadas em ambiente protegido em sistema semi-hidropônico em vaso. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com dois tratamentos – enxertia e pé franco - e cinco repetições, com 17 plantas por parcela. O híbrido e o porta-enxerto utilizados foram Giuliana e Magnet respectivamente. Avaliaram-se as plantas quanto à altura e diâmetro do colo, produção dos frutos em 09 colheitas, massa seca da parte vegetativa (PV) e dos frutos (FR). Realizaram-se as análises químicas em uma planta por parcela aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após transplante (DAT), para determinar a concentração e a quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas enxertadas e não enxertadas. As plantas enxertadas e não enxertadas tiveram desempenho agrônomo semelhante. A ordem de acúmulo de macronutrientes tanto em plantas enxertadas como em pé Franco foi: K > N > Ca > S > Mg > P. A Ordem de acúmulo de micronutrientes foi diferente para plantas enxertadas e pé-franco, sendo que as plantas enxertadas acumularam Mn > Fe > Cu > Zn e a plantas pé-franco Cu > Mn > Fe > Zn. As maiores exigências nutricionais do tomateiro foram de K, N e Ca para os macronutrientes e de Fe, Cu e Mn para os micronutrientes.

Palavras-Chave: Marcha de absorção. *Lycopersicon esculentum*. Fertirrigação. Nutrição mineral. Produtividade do tomateiro.

Abstract: We evaluated the productivity growth, the concentration and amount of nutrients in plants grafted compared the non-grafted plants (ungrafted), grown in a greenhouse under semi in hydroponic pot. The experimental design was a randomized block design with two treatments - grafting and Franco-foot and five replications, with 17 plants per plot. The hybrid and rootstock were used Giuliana and Magnet respectively. Plants were evaluated for height and diameter of plants, fruit production in 09 crops, dry weight of vegetative parts (PV) and fruits (FR). Were conducted chemical analyzes on one plant per plot at 30, 60, 90, 120 and 150 days after transplanting (DAT) to determine the concentration and amount of nutrients absorbed by plants grafted and non-grafted. The grafted and non-grafted plants had similar agronomic performance. The order of accumulation of macronutrients in both grafted and standing Franco was: K > N > Ca > S > Mg > P. The Order of micronutrient accumulation was different for grafted plants and standing Franco, and the grafted plants accumulated Mn > Fe > Cu > Zn and Cu plants standing Franco > Mn > Fe > Zn. The biggest nutritional requirements of tomato were K, N and Ca for macronutrients and Fe, Cu and Mn for micronutrients.

Keywords: Absorption march. *Lycopersicon esculentum*. Fertigation. Mineral nutrition. Productivity of tomato.

INTRODUÇÃO

A eficiência produtiva da cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum M.*) garante elevado aproveitamento de áreas destinadas à produção de alimentos, característica importante num cenário mundial de constante crescimento populacional. As técnicas de cultivo protegido do tomateiro buscam minimizar as perdas causadas pelas adversidades climáticas e ambientais, além de aperfeiçoar o uso de insumos (GENUNCIO et al., 2010).

O uso intensivo do solo com uma espécie e a sua salinização em ambiente protegido, vem gradativamente sinalizando para o cultivo sem solo, especialmente, utilizando recipientes com substrato apropriado (CARVALHO; TESSARIOLI NETO, 2005). Este sistema permite um manejo mais adequado tanto da água como de nutrientes, via solução nutritiva. Andriolo et al. (2004) comenta que na composição dessas soluções, deve ser dada atenção especial às proporções iônicas entre os cátions, especialmente K^+ , Ca^{++} e Mg^{++} .

A marcha de absorção dos nutrientes realizada por Gargantini e Blanco (1963), com a cultivar Santa Cruz-1639 em ambiente protegido, apresentou o K como nutriente mais extraído seguido pelo N, Ca, S, P e Mg. Fayad et al. (2002) apresentou a extração de nutrientes na parte aérea do tomateiro na seguinte ordem: K, N, Ca, S, Mg, P. Prado et al. (2011) demonstraram que a ordem de extração dos macronutrientes pelo tomateiro em cultivo hidropônico foi $K > N > Ca > P > Mg > S$. Portanto, a variação na ordem de extração deve ser verificada em cada caso.

Considerando os micronutrientes, Prado et al. (2011) cita que as maiores exigências são Fe, Zn e Mn, sendo que o Mn é o único que segue um modelo quadrático na absorção. Para Fayad et al. (2002) a ordem foi Mn, Fe, Cu e Zn, sendo absorvida os seguintes teores. 3.200; 2.100; 1.600 e 700 g.ha⁻¹.

A produção e a qualidade do tomateiro, em condições de campo ou cultivo protegido, são afetadas por diferentes fatores como pragas, doenças, estresse hídrico e salinidade (PAPADOPOULOS, 1991). A enxertia tem sido adotada como alternativa para a produção de tomate em condições desfavoráveis, como as citadas acima (LOOS; CALIMAN; SILVA, 2009). Para se conhecer a adequada proporção de nutrientes deve-se determinar a curva de absorção em razão do tempo de cultivo, pois com base nesta é possível conhecer as épocas em que o elemento é mais exigido (HAAG et al., 1978; PRADO, 2008).

A técnica da enxertia em hortaliças de frutos é utilizada com o objetivo de conferir-lhes resistência aos patógenos do solo, baixa temperatura, seca, excesso de umidade e aumento da capacidade de absorção de nutrientes (CARDOSO et al., 2006). Peil (2003) comenta que apesar de ser muito utilizada na produção comercial de mudas de hortaliças em países como Japão, Holanda e Espanha, é uma técnica de uso recente no Brasil.

No entanto, pouco se sabe sobre o comportamento nutricional das hortaliças enxertadas. No estudo de Vinkovic Vrcek et al. (2011) foi demonstrado que a enxertia possibilitou o aumento da produtividade, no entanto, reduziu a qualidade nutricional dos frutos. Cardoso et al. (2006) concluíram que apenas o pH dos frutos foi alterado devido a enxertia mas sem prejuízo para a qualidade do fruto do tomateiro. Por outro lado, Cardoso et al. (2006) observou na enxertia o potencial para viabilizar a produção de tomateiros comerciais suscetíveis à *Ralstonia solanacearum*.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi estabelecer as curvas de acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Fe e Zn, para o tomateiro enxertado e pé-franco em condições de cultivo protegido e verificar a ordem de extração, assim como os órgãos e os estádios de desenvolvimento em que ocorre o maior acúmulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em condições de cultivo protegido na cidade de Palotina-PR (24°17'47" S, 53°48'65" O e altitude de 315 m). O clima da região é classificado como Subtropical Cfa, com temperaturas anuais máxima de 32 °C, mínima de 9 °C e média de 20 °C e com a pluviosidade anual média de 1656 mm (CAVIGLIONE et al., 2000).

O experimento foi conduzido em blocos casualizados sendo cada bloco uma repetição. No total o experimento continha 119 plantas que foram arranjadas em 7 blocos de 17 plantas, sendo os blocos externos e as plantas externas de cada bloco, considerada como bordaduras. Como área útil o experimento apresentava 5 blocos (repetições) e quinze plantas. O espaçamento foi de 92 cm entre linhas e 100 cm entre plantas o que resulta em uma população de 10870 plantas ha⁻¹. O experimento foi conduzido com dois tratamentos, compostos por plantas enxertadas e plantas pé-franco (sem enxerto), nesses tratamentos foram

avaliados a curva de extração de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Fe e Zn, assim como os órgãos e os estádios de desenvolvimento que ocorre a maior extração.

As mudas de tomate utilizadas foram produzidas a partir de sementes do tomate saladete, cv. Giuliana, em substrato Plantimax[®] com 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 cmol_c dm⁻³; Matéria Orgânica: 0,015 mg g⁻¹. Foram transplantadas 30 dias após a emergência para vasos. Para o enxerto, utilizou-se como porta-enxerto a variedade Magnet, um material que apresenta rusticidade e alto vigor de raízes que tem como principal característica resistência a doenças. Os dois materiais, enxerto e porta-enxerto são sementes do grupo Sakata seeds.

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 26,3 °C (33,4 °C máxima e 19,3 °C mínima) e 33,8% de umidade relativa do ar (19,7% de mínima e 40,7% de máxima).

O experimento foi conduzido em vasos plástico com capacidade de nove litros (23,5 x 26 x 19,5 cm), utilizando areia com granulometria grossa como substrato com 40,37% de retenção na peneira de 0,5 mm; densidade aparente: 1,4 g cm⁻³; densidade da partícula: 2,13 g cm⁻³; pH (CaCl): 6,5; Ca:0,25 cmol_c/dm³; Mg: 0,14 cmol_c dm⁻³; K: 0,70 cmol_c dm⁻³; H+Al: 1,75 cmol_c dm⁻³; P: 0,52 mg dm⁻³; Al: 0,00 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica: 0,04 mg g⁻¹.

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[®]) e caixa d'água com capacidade de 2000 L. As bombas foram ligadas a um timer da Kienzle[®], sendo 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.

A solução nutritiva proposta Hogland e Arnold (1950) (Anexo A) foi modificada para ser utilizada no experimento. Como fonte de macronutrientes, foram utilizados 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 Hydrocoktail[®], sendo a solução estoque de 10 g/L e a de trabalho de 2500

mL/1000L que forneceu as concentrações de 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 em 6,0%. Estes nutrientes combinados desta forma, geram uma condutividade elétrica de 2,0 mS m⁻¹ e a seguinte concentração de nutrientes: N – 198; P – 43,6; K – 152; Ca – 233; Mg – 27; S – 39; B – 0,5; Cu – 0,02; Fe – 5,0; Mn – 0,5; Mo – 0,01; Zn – 0,05 mg dm⁻³.

O controle da solução foi realizado semanalmente com a ajuda de um extrator de solo e a coleta da solução era feita após vácuo de 30 min. Na solução coletada era realizada a leitura de pH e condutividade.

Quinze dias antes do transplante das mudas iniciou-se o controle fitossanitário, através da realização de uma desinfecção da areia utilizando pastilhas de hidrosan (bactericida dicloro isocianurato de sódio). Todas as aplicações de fungicida e inseticida foram preventivas e foram realizadas a partir da terceira semana, com os seguintes produtos nessa ordem e em semanas alternadas: actara + bravonil, actara + cercobin, casumin + saurus + tiger, cercobin + danimen + ortocid + karate, cartap + bravonil + saurus + tiger. Durante o experimento não foram observadas ocorrência de pragas nem doenças.

As plantas foram conduzidas em duas hastes até o sétimo cacho, sendo avaliado o desenvolvimento das plantas, medindo semanalmente a altura (cm), e o diâmetro do colo (mm) a sete cm acima da superfície do vaso, com um paquímetro digital, a fim de construir uma curva de crescimento para o enxerto e o pé franco. Já quanto às características de produção, foi avaliada a massa (Kg/planta) de frutos por colheita, calculando-se total acumulado e total por hectare.

Além destes parâmetros, diariamente foi contado o número de folhas por planta. Os frutos foram colhidos quando apresentavam de 80% da coloração avermelhada, sendo pesados e medindo-se o diâmetro imediatamente após a coleta. Após coletado, os frutos foram processados, secos, triturados e digeridos para determinação dos nutrientes.

Trinta dias após o transplantio (DAT), iniciou-se a coleta de plantas para análise, no total foram realizadas cinco coletas e a cada 30 dias as plantas eram colhidas (10 de cada vez, 5 enxertadas e 5 pé-franco), a fim de verificar o estado nutricional das plantas e estabelecer a marcha de absorção de nutrientes. As plantas eram coletadas por inteiro, separando em folha, caule, fruto e raiz. Os

tecidos coletados eram pesados para obtenção da matéria fresca. Em seguida, eram lavadas em água corrente e enxaguadas em água deionizada, colocadas na estufa de circulação de ar forçada a 55 °C para obtenção da massa seca.

Após a secagem o material foi triturado no moinho tipo Wiley e as amostras passaram por digestão. A partir de digestão sulfúrica foi obtido o teor de N pelo método do microdestilador de Kjeldahl (BREMNER; KEENEY, 1965) e Após a digestão nítrico- perclórica foram determinados os teores de P pela redução do fosfomolibdato através do ácido ascórbico (BRAGA; DEFELIPO, 1974), o S por turbidimetria do sulfato (BLANCHAR; REHM; CALDWELL, 1965), o K por fotometria de chama e o Ca e o Mg e micronutrientes por espectrofotometria de absorção atômica.

Para a análise estatística, foram considerados os resultados das diferentes coletas que definiram a marcha de extração ao longo dos estádios de desenvolvimento nos diferentes órgãos que foram apresentados em gráficos com barra de erros definida pelo desvio padrão. A comparação dos tratamentos na tabela de extração total foi feita pelo teste “t” de Student para amostras independentes.

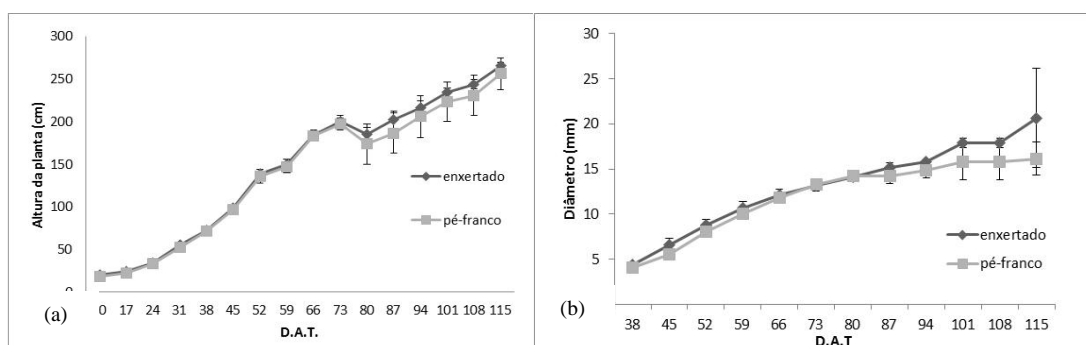
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento da Parte Aérea

A altura e o diâmetro das plantas enxertadas e pé-franco avaliadas em diferentes momentos ao longo do ciclo apresentaram crescimento muito semelhante em todas as avaliações, o que demonstrou que para esta característica a enxertia exerceu pouca influência (Figura 1 a) e (Figura 1 b). Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Costa, Cañizares e Goto (2001) que trabalhando com doses de K em plantas enxertadas e não enxertadas de pepino não observaram diferença com relação à altura das plantas.

Fahl et al. (1998), observaram maior altura em plantas de café enxertadas em relação as plantas pé-franco, enquanto Já Nogueira Filho et al. (2010), estudando o maracujazeiro amarelo enxertado e pé franco, verificaram maior diâmetro para plantas pé-franco. Como o diâmetro da planta é um indicativo de vigor (MENEZES, 1990; KIMURA,1994), conclui-se que as plantas enxertadas são menos vigorosas que as de pé-franco.

Figura 1 – Crescimento em altura (a) e diâmetro (b) da Parte Aérea do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplanto (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão)

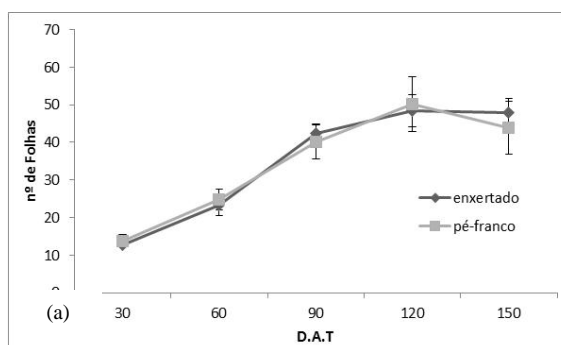


Fonte: A autora.

Já Miranda et al. 2011, avaliando a formação de mudas de café arábica enxertadas sobre café robusta, verificaram que as mudas pé-franco apresentaram maior média de altura (18,34% superior). Macedo Junior (1998), em plantas de pepino enxertadas, verificou que a altura de plantas enxertadas foi superior em relação às não enxertadas. Apesar de serem dados de outras espécies, esses não permitem uma conclusão a respeito de diâmetro e crescimento entre plantas enxertadas e pé-franco.

O uso ou não do porta-enxerto não alterou número de folhas (Figura 2). Nos dois tratamentos podemos notar que o número de folhas aumentou linearmente até os 120 DAT, reduzindo após este período, provavelmente pelo fato da planta estar em início de senescência.

Figura 2 – Número de Folhas da Parte Aérea do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplanto (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão)



Fonte: A autora.

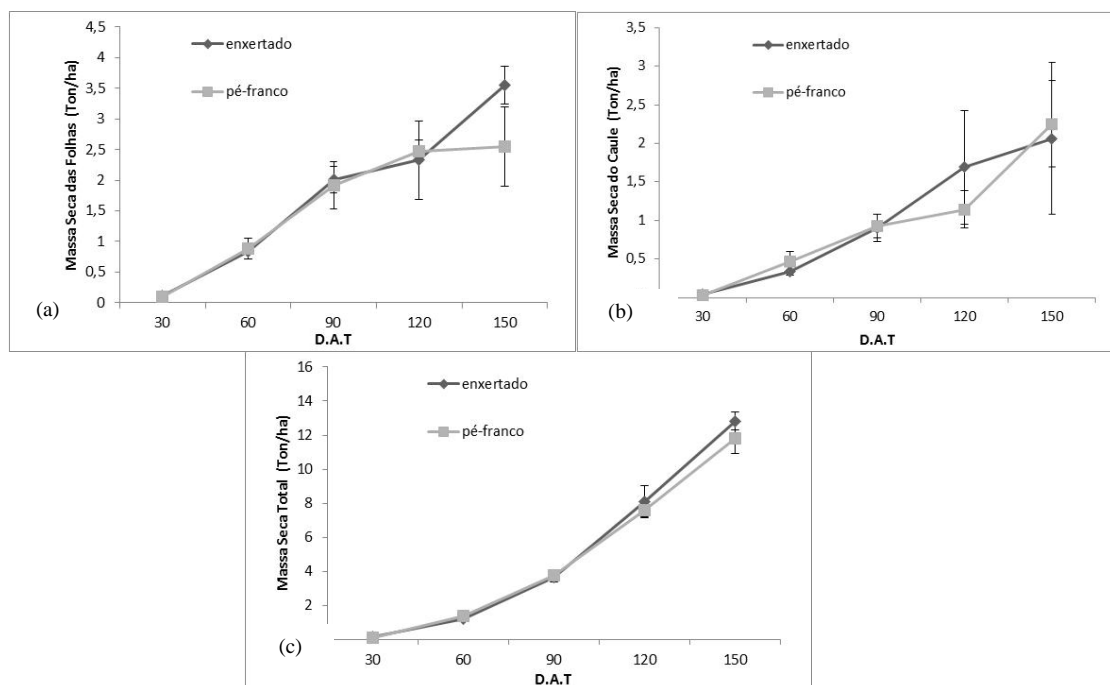
Acúmulo de Matéria Seca

A curva de extração de massa seca das folhas do tomateiro teve comportamento semelhante da fase inicial até os 120 DAT, após esse período a massa seca de folhas para as plantas enxertadas continuou aumentando enquanto que para as plantas pé-franco permaneceu quase inalterada. O maior incremento da massa seca de folhas proporcionada pela enxertia (3,5 ton/ha) produziu uma tonelada a mais por hectare, ou seja, 39 %, a mais de folhas do que o pé-franco (2,5 ton/ha) (Figuras 2a e 3a).

Em relação à massa seca do caule (Figura 3 b) as plantas seguem uma mesma linha de tendência até os 90 DAT. Imediatamente após esse período o comportamento das plantas é diferente, as enxertadas aumentam a massa seca do caule, alcançando os maiores valores aos 150 DAT (2,06 ton/ha), enquanto que as plantas pé-franco apresentam um crescimento mais lento entre 90 e 120 DAT acelerando o crescimento e alcançando aos 150 DAT valores semelhantes aos encontrados nas plantas enxertadas (2,25 ton/ha). Ao contrário do que foi obtido no presente estudo, Aumonde (2010), avaliando características agrônômicas e fisiológicas em plantas enxertadas e não enxertadas em mini melancia, verificaram que a taxa de produção de matéria seca de caule para plantas enxertadas apresentou valores crescentes até o final do ciclo, enquanto que o pé-franco mostrou valor crescente até os 56 DAT seguido de decréscimo até o final do ciclo.

A curva de extração de massa seca total (Figura 3c) do tomateiro apresentou o mesmo comportamento para plantas enxertadas e pé-franco. Considerando a distribuição de matéria seca nas plantas enxertadas e pé-franco do tomateiro foi possível observar mudança no dreno metabólico preferencial, tanto em planta enxertada quanto em pé-franco sendo o predomínio da matéria seca dos frutos (56 e 59%), Figura 3 c e 4 b, seguido pelas folhas (27 e 21%) e caule (16 e 19 %).

Figura 3 – Massa seca de Folhas (a), Massa Seca do Caule (b) e Massa seca Total (c) da Parte Aérea do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplântio (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão). Densidade de plantas: 0,92 x 1,00 m



Fonte: A autora.

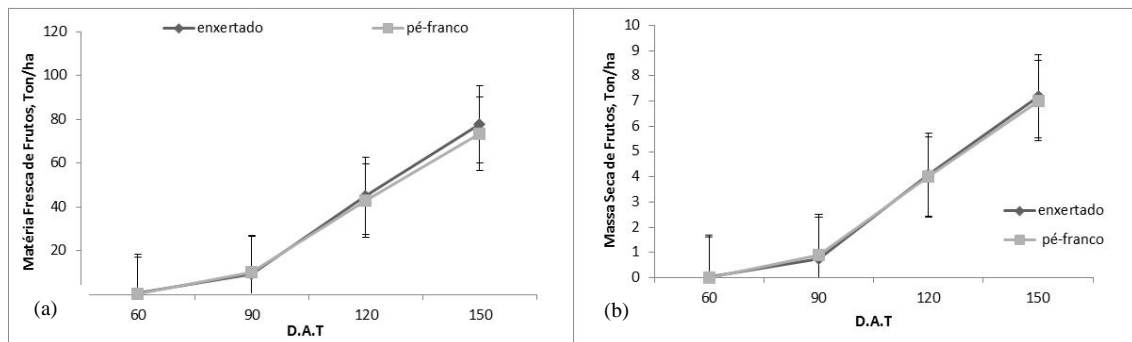
Contudo, a partição de matéria seca nos órgãos foi sequencial e, mesmo com o estabelecimento do dreno preferencial e definitivo para o fruto, os demais órgãos continuaram acumulando matéria seca, visando a manutenção estrutural da planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Aumonde (2010) em melancias enxertadas e pé franco. Prado et al. (2011) observou na cultivar Raísa que os frutos também foram os órgãos de maior acúmulo com 45%, seguido pelas folhas com 27% e o caule com 24%.

Produção

A produção dos tomateiros enxertados e pé-franco bem como a massa seca de frutos são apresentados nas figuras 4 a e 4 b. A partir dos resultados é possível observar que tanto a produção quanto a massa seca apresentaram aumento a partir dos 90 DAT e alcançaram o ápice de produção aos 150 DAT. A produção de massa fresca de frutos foi semelhante, sendo 77,63 ton ha⁻¹ para plantas enxertadas e 73,47 ton ha⁻¹ para plantas pé-franco.

Fontes et al. (2004) alcançaram a produtividade de $104,79 \text{ ton ha}^{-1}$ e $94,71 \text{ ton ha}^{-1}$, em ambiente protegido e a campo, respectivamente, porém com o híbrido Carmen. Oliveira, Purquerio e Factor (2011), trabalhando com o híbrido Dominador alcançou produtividades de $131,90 \text{ ton ha}^{-1}$. Lopes, García e Werner (2003), avaliando a produtividade de cultivares de tomate enxertado no sistema orgânico alcançou valores inferiores aos obtidos no presente trabalho, variando de $36,80 \text{ ton ha}^{-1}$ para o porta-enxerto Anchor T com o enxerto cv. Momotaro House e de $10,97 \text{ ton ha}^{-1}$ com o enxerto cv. Oaju Amarelo.

Figura 4 –Produção acumulada de massa fresca (a) e massa seca (b) dos frutos do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplântio (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão). Densidade de plantas: $0,92 \times 1,00 \text{ m}$



Fonte: A autora.

Loos, Caliman e Silva (2009), estudando a produção e qualidade de tomateiros enxertados cultivados em ambiente protegido, demonstraram que a enxertia pode interferir tanto positiva quanto negativamente na produtividade. Isto pode ser observado nas cultivares ‘Santa Clara’ e ‘Débora’ enxertadas em ‘Anchor T’, que apresentaram respectivamente, redução na produtividade de três e duas vezes em relação aos pés-franco e quando enxertada em ‘BGH 3472’ e ‘BGH 3472’ obtiveram produtividade superior, demonstrando a importância da escolha do porta-enxerto.

EXTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES

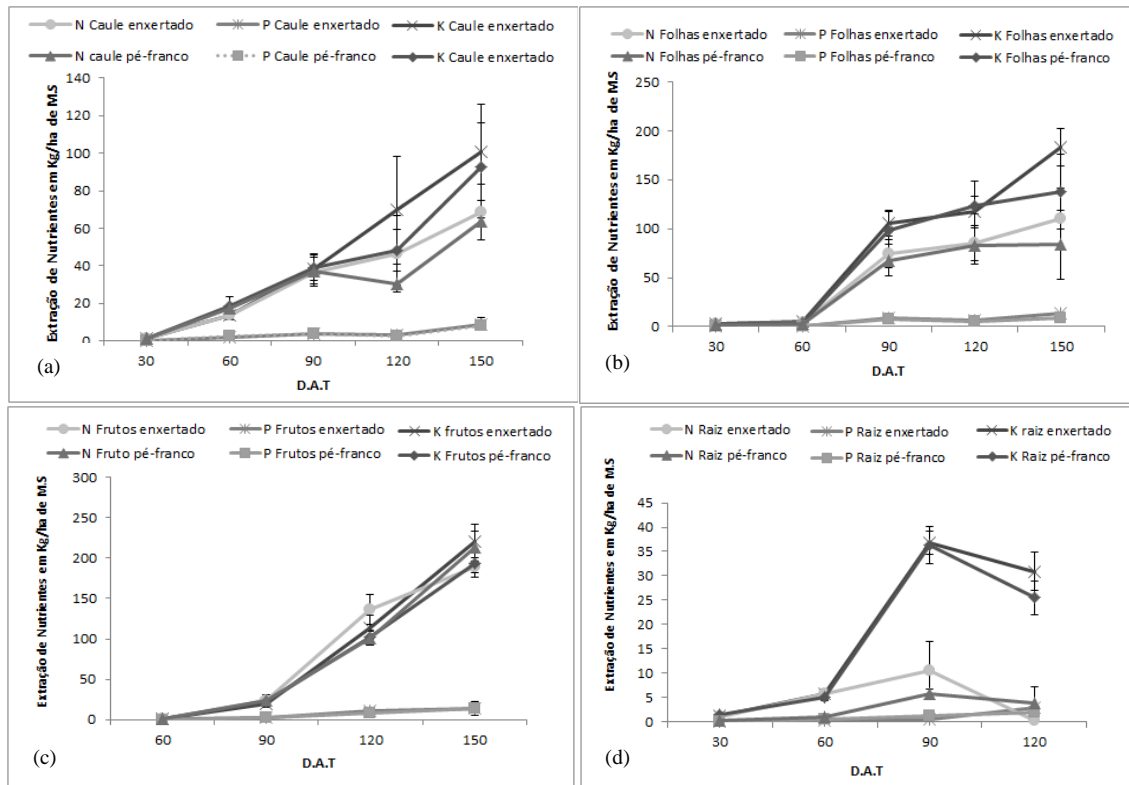
Extração de N, P, K

A extração de macronutrientes primários N, P e K, assim como a distribuição desses nutrientes nas partes das plantas, podem ser visualizadas na Figura 5. Não foram observadas diferenças na extração desses macronutrientes entre as plantas enxertadas e pé-franco. Verifica-se que até os 60 DAT a extração de N, P, K é baixa, semelhante ao observado com a matéria seca (Figura 3), e ao longo do estágio fenológico ao comparar essas figuras, a correlação entre matéria seca e extração desses nutrientes estavam presentes. Após 60 DAT, a extração desses nutrientes passa a aumentar de forma acentuada, atingindo aos 150 DAT os maiores valores desses nutrientes no caule, nas folhas e nos frutos (Figura 5 a, b e c). Já para as raízes foram observados os maiores valores aos 90 DAT. Cãnizares e Villas Boas (2003) observaram diferenças na extração de nutrientes entre o enxerto e pé-franco, provavelmente pela falta de conexão dos tecidos durante o processo de cicatrização entre o enxerto e porta-enxerto, provocando a obstrução dos vasos condutores de seiva em plantas do gênero *Lycopersicon* enxertado em *Solanum*.

Para Fayad et al. (2002) a absorção dos nutrientes acompanhou o crescimento da planta e se intensificou com o início da frutificação até o final do ciclo aos 135 DAT. Villas Boas et al. (2002), com o híbrido de tomate Thomas, verificaram uma absorção lenta até os 38 DAT e após este período houve um aumento até o final do ciclo (70 DAT).

A partir do início do estágio de frutificação (60 DAT), foi possível observar o início da redistribuição destes nutrientes para as estruturas reprodutivas (Figura 5 c), contudo, pode-se notar um comportamento diferente entre as plantas enxertadas e pé franco.

Figura 5 –Extração de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) no caule (a), Folhas (b), Frutos (c) e Raiz (d) do tomateiro enxertado e do pé-franco, em função dos dias após o transplante (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão). Densidade de plantas: 0,92 x 1,00 m



Fonte: A autora.

Para o N e K, pode ser observado que os caules das plantas enxertadas acumularam praticamente linearmente, enquanto que o pé-franco entre os 90 e 120 DAT praticamente não acumulou estes nutrientes, sendo que o K apresentou grande redistribuição neste período (Figura 5 a). Já o sistema radicular apresentou uma queda drástica deste nutriente após os 90 DAT, demonstrando à grande translocação de K para os frutos (Figura 5 d).

Gargantini e Blanco (1963) verificaram que a translocação de nutrientes é lenta até os 30 dias após a germinação, porém após esse período a planta começa a se desenvolver com maior rapidez e tem um crescimento acentuado até os 100 dias.

A extração dos nutrientes, considerando o somatório de folhas, caule, frutos e raízes foi em Kg ha⁻¹ nas plantas enxertadas de 370,42 para o N, 39,44 para o P e 536,77 para o K, e nas plantas pé-franco foi em Kg ha⁻¹ de 366,66 para o N, 33,18 para o P e 450,49 para o K (Tabela 1). Os valores encontrados no presente experimento foram superiores aos encontrados por Oliveira, Purquerio e

Factor (2011) com híbrido de tomate Dominador, que verificaram valores de acúmulo total (planta e frutos) aos 154 dias após o transplante em Kg ha^{-1} de 244 para o N, 31,8 para o P e 398,6 para o K, o que confirma a hipótese de que o tomate Giuliana tem uma maior exigência desses nutrientes em relação a outras cultivares.

Villas Boas et al. (2002), avaliando a extração de nutrientes em plantas de tomate híbrido Thomas verificaram que foi extraído pela parte aérea em Kg ha^{-1} 249 de N, 29 de P e 372 de K. Fayad et al. (2002), avaliando o híbrido de tomate EF-50, em ambiente protegido, verificou que a extração de nutrientes na parte aérea do tomateiro foi em Kg ha^{-1} 211 de N, 30 de P e 264 de K.

Portanto, considerando a dinâmica do N e do K no solo, seria interessante realizar a adubação de cobertura com esses nutrientes entre 75 – 80 DAT, para que ocorra adequada disponibilidade desses nutrientes durante a fase de maior exigência, principalmente em solos com maior probabilidade de perdas por lixiviação. Villas Boas et al. (2002), sugerem que essa adubação seja realizada no período de 38-70 DAT, pois para o híbrido Thomas essa foi a fase que requereu maior quantidade de nutrientes. Fayad et al. (2002), sugerem que essa adubação seja feita no período de 35 a 91 DAT, para a cultivar 'Santa Clara' e pra o híbrido EF-50.

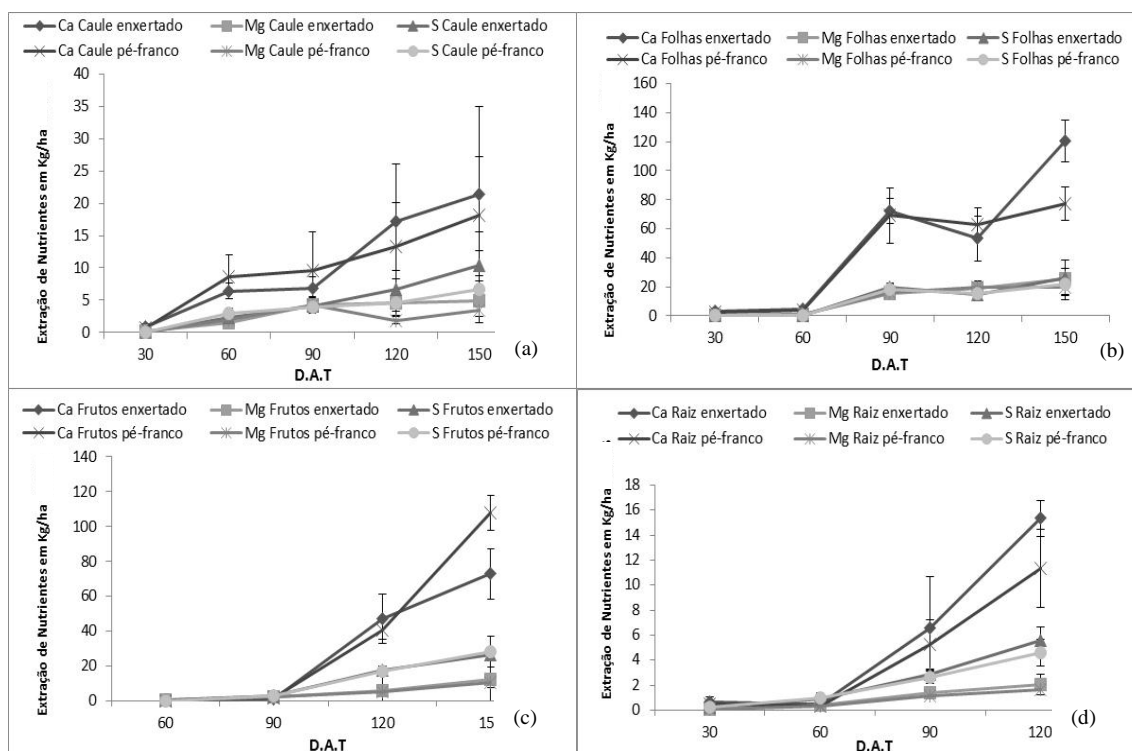
Extração de Ca, Mg e S

A extração de Ca, Mg e S nas diversas estruturas podem ser vistas na Figura 6. Como podemos observar na Figura 6 b, as folhas são os órgãos de maior acúmulo, pois até os 90 DAT tanto as plantas enxertadas como as de pé-franco tiveram extração semelhante.

O magnésio e o enxofre permanecem praticamente inalterados durante o ciclo (Figura 6 a). Considerando a extração total (Tabela 1) observou-se que os teores de Ca, Mg e S foram superiores aos dados literários sendo em ordem decrescente Kg ha^{-1} Ca: 230 enxerto e 214 pé franco, Mg: 44 enxerto e 36 pé-franco e o S: 69,43 enxerto e 64 pé-franco, o que demonstra que esta cultivar é mais exigente do que as estudadas anteriormente. Oliveira, Purquerio e Factor (2011), encontram em ordem decrescente em Kg ha^{-1} de Ca: 152,2; S: 63,6; Mg: 36,6;. Villas Boas et al. (2002), avaliando o acúmulo em plantas de tomate híbrido Thomas verificaram que foram extraídos pela parte aérea em Kg ha^{-1} de Ca:227; Mg:45; S:

59. Fayad et al. (2002), avaliando o híbrido de tomate EF-50, em ambiente protegido, verificou que o acúmulo de nutrientes na parte aérea do tomateiro decresceu na seguinte ordem em Kg ha⁻¹ de Ca: 195, S: 49, Mg: 40.

Figura 6 – Extração de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) no caule (a), Folhas (b), Frutos (c) e Raiz (d) do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplante (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão). Densidade de plantas: 0,92 x 1,00 m



Fonte: A autora.

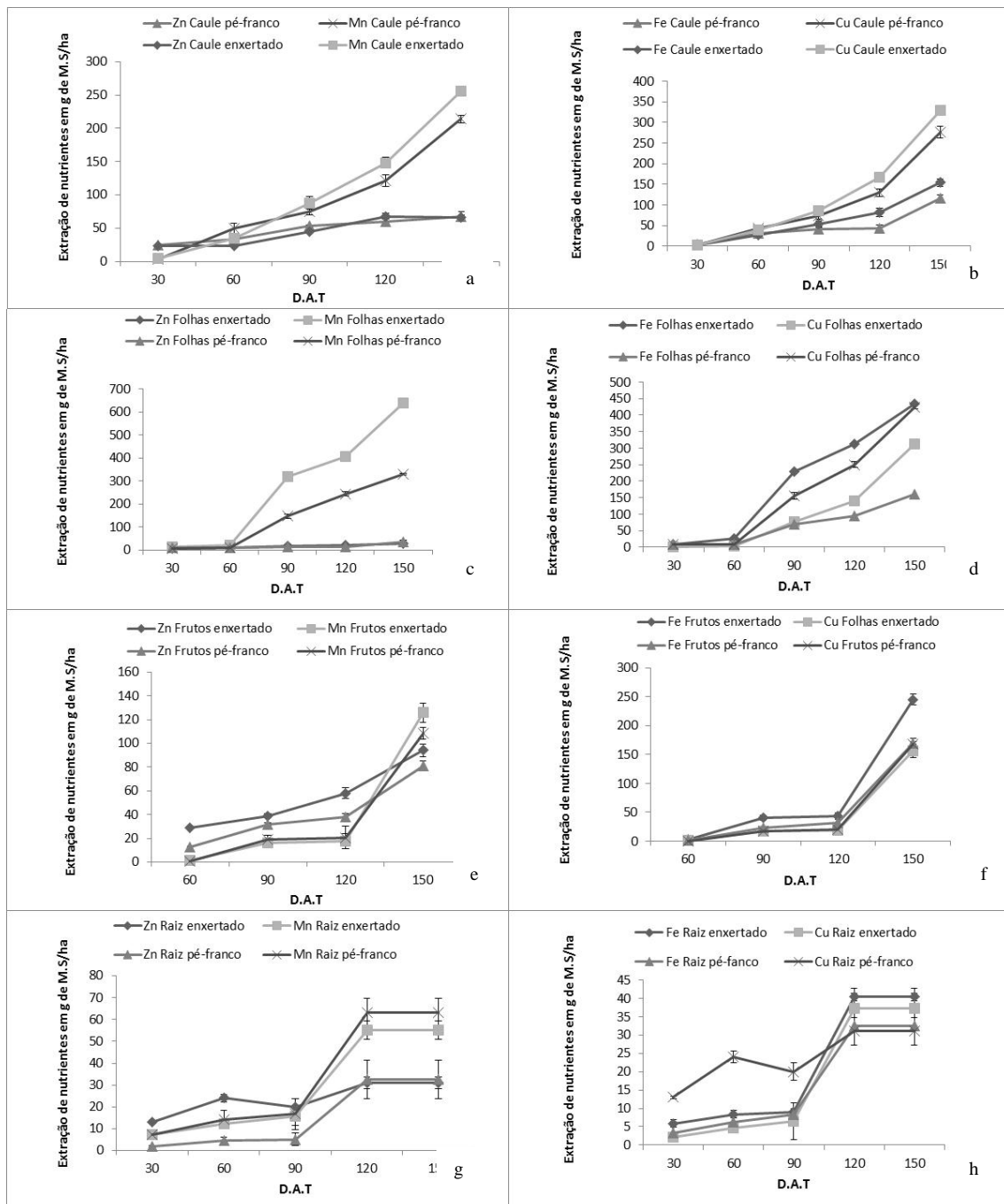
EXTRAÇÃO DE MICRONUTRIENTES

A extração dos micronutrientes é apresentada na Figura 7 e a extração total na Tabela 1. Pode-se observar que os nutrientes possuem comportamento distinto nas estruturas.

A extração de Fe, Cu, Mn e Zn apresentaram comportamento semelhante, tanto em plantas enxertadas como em pé-franco, o máximo acúmulo ocorreu aos 150 DAT (Figura 7). Apenas o Mn e o Fe, apresentaram valores diferentes no valor total extraído, sendo maiores os valores encontrados no enxerto de Mn - 1077,04 e Fe - 873,94 em relação ao pé-franco Mn - 715,31 e Fe - 560,81 (Tabela 1). Conforme pode ser observado, somente o Mn e o Fe apresentaram aumento significativo na presença do porta-enxertos. Este fato pode explicar o

aumento de produtividade em relação ao pé-franco pois, segundo Taiz e Zeiguer (2004), ambos os nutrientes fazem parte do aparato fotossintético e o aumento pode ter favorecido a fixação de carbonos.

Figura 7 –Extração de Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (S) e Zinco (Zn) no caule (a e b), Folhas (c e d), Frutos (e e f) e Raiz (g e h) do tomateiro Enxertado e do Pé-Franco, em função dos dias após o transplântio (D.A.T.). I – Barra de erro (Desvio – padrão). Densidade de plantas: 0,92 x 1,00 m.



Fonte: A autora.

Nos frutos (Figura 7 E e F), os teores de micronutriente aumentaram entre 120-150 DAT.

Para os micronutrientes a extração segue a ordem: $Mn > Fe > Cu > Zn$ para a planta enxertada e $Cu > Mn > Fe > Zn$ para o pé Franco (Tabela 1). Outros autores encontraram a seguinte ordem Fayad et al. (2002) ($Mn > Fe > Cu > Zn$), Prado et al. (2011) ($Fe = Zn > Mn > Cu$), Fernandes et al. (1975) ($Fe > Mn > Zn > Cu$), Rodrigues et al. (2002) ($Mn > Fe > Zn < Cu$). Essas variações na ordem de extração dos micronutrientes pelo tomateiro entre este trabalho e os de outros autores possivelmente se devem a fatores de produção distintos como sistema de cultivo e genótipos.

Tabela 1 – Extração de nutrientes nas estruturas do Tomateiro Giuliana enxertado e pé Franco.

	ENXERTO										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	Fe	
	Kg/ha					g/ha					
Frutos (7,30 ton ha⁻¹ de MS)	191,58	14,34	221,93	72,90	12,35	27,03	156,59	125,70	94,00	245,24	
Caule (2,06 ton ha⁻¹ de MS)	68,83	9,09	100,49	21,45	4,88	10,38	329,21	256,28	66,00	154,68	
Folhas (3,55 ton ha⁻¹ de MS)	110,17	13,07	183,42	120,44	25,65	26,40	311,84	639,94	27,00	433,67	
Raiz (1,11 ton ha⁻¹ de MS)	0,26	2,94	30,93	15,34	2,04	5,62	37,34	55,12	31,00	40,35	
	PÉ-FRANCO										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	Fe	
	Kg/ha					g/ha					
Frutos (7,33 ton ha⁻¹ de MS)	215,37	13,47	194,28	107,92	10,99	30,91	168,52	108,64	94,00	245,24	
Caule (2,25 ton ha⁻¹ de MS)	63,84	8,24	92,79	18,24	4,22	6,69	276,11	214,10	68,00	115,81	
Folhas (2,55 ton ha⁻¹ de MS)	83,61	9,39	137,95	77,34	19,41	21,77	424,39	329,38	36,00	159,41	
Raiz (1,02 ton/ha de MS)	3,84	2,08	25,47	11,36	1,62	4,63	32,47	63,19	31,00	40,35	
Total Enxerto (Ton/ha)	370,84	a 39,44	a 536,77	a 230,13	a 44,92	a 69,43	a 834,98	a 1077,04	a 218,00	a 873,94	a
Total pé Franco (ton/ha)	366,66	a 33,18	a 450,49	a 214,86	a 36,24	a 64,00	a 901,49	a 715,31	b 229,00	a 560,81	b

¹Letras iguais na vertical não se diferem estatisticamente pelo teste T-Student ($p > 0,05$)

Fonte: A autora

REFERÊNCIAS

- 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.
- AUMONDE, T. Z. **Características agronômicas e fisiológicas em plantas enxertadas e não enxertadas de mini melancia**. 2010. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.
- BLANCHARD, 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.
- 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**, Madison, v. 30, p. 577-582, 1965.
- CARDOSO, S. C.; SOARES, A. C. F.; BRITO, A. S.; CARVALHO, L. A.; LEDO, C. A. S. Viabilidade de uso do híbrido hawaii 7996 como porta-enxerto de cultivares comerciais de tomate. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 89-96, 2006.
- CARVALHO, L. A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 986-989, 2005.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD.
- COSTA, P. C.; CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. Produção de pepino de plantas enxertadas cultivadas em soluções nutritivas com diferentes teores de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 207-209, 2001.
- FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C.; GALLO, P. B.; COSTA, W. M.; NOVO, M. C. S. S. Enxertia de *Coffea arabica* sobre progênies de *C. canephora* e de *C. congensis* no crescimento, nutrição mineral e produção. **Bragantia**, Campinas, v. 57, p. 297-312, 1998.
- 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**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, mar. 2002.
- FERNANDES, P. D.; CHURATA-MASCA, M. G. C.; OLIVEIRA, G. D.; HAAG, H. P. Nutrição de hortaliças: XXVII. Absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicum*

esculentum Mill.) em cultivo rasteiro. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 32, p. 595-607, 1975.

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.

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

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, v. 28, p. 446-452, out./dez. 2010.

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 da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 35, n. 2, p. 243-269, 1978.

KIMURA, A. **Estudo da enxertia hipocotiledonar de plântulas em *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.** 1994. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

LOOS, R. A.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H. Enxertia, produção e qualidade de tomateiros cultivados em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 232-235, jan./fev. 2009.

LOPES, M. C.; GARCÍA, R. M.; WERNER, E. R. Produtividade de cultivares de tomates enxertados, conduzidos em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, jul. 2003.

MACEDO JUNIOR, E. K. **Crescimento e produtividade de pepino (*Cucumis sativus* L.) enxertado e não enxertado, submetido à adubação convencional em cobertura e fertirrigação, em cultivo protegido.** 1998. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

MENEZES, J. M. T. **Seleção de porta-enxertos tolerantes à morte prematura de plantas para *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e comportamento de *P. nitida* H.B.K, na região de Jaboticabal.** 1990. 73 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1990.

MIRANDA, W. L.; GUIMARÃES, R.; MAGALHÃES, J. P. B.; COLOMBO, A.; OLIVEIRA, P. M. Desenvolvimento vegetativo de plantas de café arábica enxertadas sobre café robusta e submetidas à reposição hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 12, p. 1618-1624, dez. 2011.

NOGUEIRA FILHO, G. C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C.; MALHEIROS, E. B. Desenvolvimento e produção das plantas de maracujazeiro-

amarelo produzidas por enxertia hipocotiledonar sobre seis porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 535-543, jun. 2010.

OLIVEIRA, A. H. V.; PURQUERIO, L. F. V.; FACTOR, T. L. Absorção de macronutrientes pelo híbrido de tomate Dominador. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. S3650-S3657, jul. 2011.

PAPADOPOULOS, A. P. **Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media**. Ottawa: Agriculture Canada Publication, 1991. 79 p. 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.

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

PRADO, R. M.; SANTOS, G. V. H.; GONDIM, O. A. R.; ALVES, U. A.; 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.

RODRIGUES, D. S.; 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. 137-144, jan./mar. 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

VILLAS BÔAS, R. L.; MATOS, E. S.; GOTO, R.; SCHIAVON JÚNIOR, A.; SANTOS, H. S. A. Acúmulo de nutrientes em plantas de tomate híbrido Thomas. **Syngenta Rogers**, 2002. (Relatório técnico).

VINKOVIC VRCEK, I.; SAMOBOR, V.; BOJIC, M.; MEDIC-SARIC, M.; VUKOBRATOVIC, M.; ERHATIC, R.; HORVAT, D.; MATOTAN, Z. The effect of grafting on the antioxidant properties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 9, n. 3, p. 844-851, 2011.

4 CONCLUSÕES GERAIS

A enxertia promoveu produção de uma ton/ha a mais de massa seca de folhas. Em relação à maior parte dos aspectos avaliados produtivamente e nutricionalmente as plantas enxertadas e pé-franco apresentaram comportamento semelhantes.

A ordem de extração de macronutrientes tanto em plantas enxertadas como em pé franco foi: $K > N > Ca > S > Mg > P$.

A Ordem de extração de micronutrientes foi diferente para plantas enxertadas e pé franco, sendo que as plantas enxertadas extraíram $Mn > Fe > Cu > Zn$ e a plantas pé Franco $Cu > Mn > Fe > Zn$.

As maiores exigências nutricionais do tomateiro Giuliana cultivado no sistema semi-hidropônico foram de K, N e Ca para os macronutrientes e de Mn, Cu e Fe para os micronutrientes.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P. Effect of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. **Journal of Horticulture Science**, London, v. 66, n. 2, p. 201-207, 1991.
- ADAMS, P.; HO, L. C. Effect of constant and fluctuating salinity on the yield, quality and calcium status of tomatoes. **Journal of Horticulture Science**, London, v. 64, n. 6, p. 725-732, 1989.
- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008.
- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2012.
- ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, Ê. F. F.; ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C.; 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**, Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 686-694, 2011.
- ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo em 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. 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.; 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**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 691-695, maio/jun. 2009.
- 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.; WITTER, M.; ROSS, T. D.; GODÚI, R. S. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com reutilização da solução

nutritiva drenada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 485-489, jul./set. 2003.

AUMONDE, T. Z. **Características agronômicas e fisiológicas em plantas enxertadas e não enxertadas de mini melancia**. 2010. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Paraíba: UFPB, 1991. 217 p.

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, out./dez. 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. **Sêmima: 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. 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. **Tolerância do pepino enxertado à salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo**. 1999. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999.

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. 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.; 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**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 26-33, 2008.

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**, Madison, v. 30, p. 577-582, 1965.

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

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

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F. Salinidade da água e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. **Holos**, Natal, 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.

CAÑIZARES, K. A. L. Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Org.). **A cultura do pepino**. São Paulo: UNESP, 1998. p. 195-223.

CAÑIZARES, K. A. L.; VILLAS BÔAS, R. L. Aspectos nutricionais em hortaliças enxertadas. In: GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. **Enxertia em hortaliças**. São Paulo: UNESP, 2003. p. 41-45.

CARDOSO, A. F.; CHARLO, H. C. O.; ITO, L. A.; BRAZ, L. T.; CORÁ, J. E. Produção de híbridos de melão rendilhado em função da reutilização do substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, ago. 2009.

CARDOSO, S. C.; SOARES, A. C. F.; BRITO, A. S.; CARVALHO, L. A.; LEDO, C. A. S. Viabilidade de uso do híbrido hawaii 7996 como porta-enxerto de cultivares comerciais de tomate. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 89-96, 2006.

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, L. A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 986-989, 2005.

CASTELLANE, P. D. Nutrição mineral da cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill): I. Efeitos dos nutrientes na qualidade dos frutos. In: MULLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. (Ed.). **Seminários de olericultura**. Viçosa: UFV, 1982. p. 113-157.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD.

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

COSTA, P.C. **Relações N:K:Ca na qualidade de frutos de tomateiro ((*Lycopersicon esculentum*, Mill.) Híbrido Momotaro, em cultivo hidropônico**. Botucatu, 1999. 73p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

COSTA, P. C.; CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. Produção de pepino de plantas enxertadas cultivadas em soluções nutritivas com diferentes teores de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 207-209, 2001.

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

ELOI, W. M. **Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre o cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em ambiente protegido**. 2007. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. 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, maio 2011.

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.

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**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 143–149, 2008.

FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C.; GALLO, P. B.; COSTA, W. M.; NOVO, M. C. S. S. Enxertia de *Coffea arabica* sobre progênies de *C. canephora* e de *C. congensis* no crescimento, nutrição mineral e produção. **Bragantia**, Campinas, v. 57, p. 297-312, 1998.

FAYAD, J. A. **Absorção de nutrientes, crescimento e produção do tomateiro cultivado em condições de campo e de estufa**. 1998. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

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**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90–94, mar. 2002.

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**, Brasília, 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**. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia) – UNESP, 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, dez. 2002.

FERNANDES, P. D.; CHURATA-MASCA, M. G. C.; OLIVEIRA, G. D.; HAAG, H. P. Nutrição de hortaliças: XXVII. Absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill.) em cultivo rasteiro. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 32, p. 595 -607, 1975.

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.

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

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.

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

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**, Amsterdam, 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 função da concentração iônica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 175-179, 2006.

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, v. 28, p. 446-452, out./dez. 2010.

GORHAM, J. Sodium content of agricultural crops. In: PHILLIPS, C. J. C.; CHIY, P. C. (Ed.). **Sodium in agriculture**. Canterbury: Chalcombe Publication, 1995. p. 17-32.

GOTO, R. **Qualidade e produção de frutos de pepino japonês em função dos métodos de enxertia**. 2001. 60 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

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

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.

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**, Brasília, 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 da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 35, n. 2, p. 243-269, 1978.

HAAG, P. H.; OLIVEIRA, G. D.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J. M. Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill), destinado ao processamento industrial. In: HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p. 447-474.

HERNÁNDEZ, 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**, Chapingo, v. 12, n. 2, p.183-188, jul./dez. 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**, Washington, n. 347, 1950.

HUETT, D.O.; DETTMAN, B. Effect of N on growth, fruit quality and nutrient uptake of tomatoes grown in sand culture. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 28, p. 391-399. 1988

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

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

KAWAKAMI, F. P. C.; ARAÚJO, J. A. C.; IUNCK, V.; FACTOR, T. L.; CORTEZ, G. E. P. **Manejo da fertirrigação em função da condutividade elétrica da solução nutritiva drenada no cultivo de tomate cereja sob ambiente protegido**.

Disponível em:

<http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_1/a116_t1201_comp.pdf>.

Acesso em: 5 fev. 2011.

KIMURA, A. **Estudo da enxertia hipocotiledonar de plântulas em *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.** 1994. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

KOBORI, R. F. **Controle da murcha de Fitóftora (*Phytophthora capsici*) em pimentão (*Capsicum annuum* L.) através da enxertia.** 1999. 138 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

KOBORI, R. F.; SANTOS, H. S. Problemas relacionados ao uso de porta-enxertos na enxertia. In: GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. **Enxertia em hortaliças.** São Paulo: Ed. UNESP, 2003. p. 33-39.

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**, Brasília, v. 29, n. 1, jan./mar, p. 63-69, 2011.

LOOS, R. A.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H. Enxertia, produção e qualidade de tomateiros cultivados em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 232-235, jan./fev. 2009.

LOPES, M. C.; GARCÍA, R. M.; WERNER, E. R. Produtividade de cultivares de tomates enxertados, conduzidos em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, jul. 2003.

LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambientes protegido: condições subtropicais.** São Paulo: Ed. UNESP, 1998. p. 257-319.

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

MACEDO JUNIOR, E. K. **Crescimento e produtividade de pepino (*Cucumis sativus* L.) enxertado e não enxertado, submetido à adubação convencional em cobertura e fertirrigação, em cultivo protegido.** 1998. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319p.

MARQUELLI, W. A.; CARRIJO, O. A.; ZOLNIER, S. Variabilidade espacial do sistema radicular do tomateiro e implicações no manejo da irrigação em cultivo sem solo com substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 57-60, 2005.

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**. 2. ed. London: Academic Press, 1995.

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

MASS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance-current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, New York, v. 103, n. 2, p. 115-134, 1977.

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, 2010.

MEDEIROS, P. R. F.; 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. 2010.

MENEZES, J. M. T. **Seleção de porta-enxertos tolerantes à morte prematura de plantas para *P. edulis* Sims f. *fiavicarpa* Deg. e comportamento de *P. nitida* H.B.K, na região de Jaboticabal**. 1990. 73 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1990.

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**, Amsterdam, v. 99, p. 19-25, 2011.

MINAMI, K; HAAG, H. P. *O tomateiro*. 2 ed. Campinas: **Fundação Cargill**, 1989 n. 219, p.27-34, 2003.

MIRANDA, W. L.; GUIMARÃES, R.; MAGALHÃES, J. P. B.; COLOMBO, A.; OLIVEIRA, P. M. Desenvolvimento vegetativo de plantas de café arábica enxertadas sobre café robusta e submetidas à reposição hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 12, p. 1618-1624, dez. 2011.

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, 2006. 104 p.

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

NOGUEIRA FILHO, G. C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C.; MALHEIROS, E. B. Desenvolvimento e produção das plantas de maracujazeiro-amarelo produzidas por enxertia hipocotiledonar sobre seis porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 535-543, jun. 2010.

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

OLIVEIRA, A. H. V.; PURQUERIO, L. F. V.; FACTOR, T. L. Absorção de macronutrientes pelo híbrido de tomate Dominador. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. S3650-S3657, jul. 2011.

OLIVEIRA, S. L.; 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.

PAPADOPOULOS, A. P. **Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media**. Ottawa: Agriculture Canadá Publication, 1991. 79 p. 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.

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: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 50., 2010, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá,

2010. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2010/trabalhos/10/10-289-8282.htm>>. Acesso em: 7 jul. 2011.

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

PRADO, R. M.; SANTOS, G. V. H.; GONDIM, O. A. R.; ALVES, U. A.; 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**, Hague, v. 189, p. 189-196, 1997.

RIBAS, N.; SOUZA, L. F. Boletim Técnico Ceasa/PR 2011. **Boletim**, Curitiba, mar. 2012.

RODRIGUES, D. S.; 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. 137-144, jan./mar. 2002.

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

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

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, J. B. C.; 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. **Embrapa Hortaliças**, Gama, jan. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial.html>>. Acesso em: 10 set. 2011.

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 do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 10, p. 605-610, 2004.

- 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**, Brasília, 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**, Hague, v. 111, n. 1, p. 37-42, 1988.
- SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T. 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, maio/jun. 2010.
- STANGHELLINI, C. Evapotranspiration in greenhouse with special reference on Mediterranean conditions. **Acta Horticulturae**, 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.
- STRIPARI, P. C. **Vibração e fitorregulador na frutificação do tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill.) Híbrido House Momotaro em ambiente protegido**. 1999. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 1999.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- 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. S.; MEDEIROS, J. F.; DUTRA, I.; OLIVEIRA, F. 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.
- VAN OS, E. A.; STANGHELLINI, C. Diffusion and environmental aspects of soilless growing systems. **Italus Hortus**, Firenze, v. 8, n. 6, p. 9-15, Nov./Dec. 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 BÔAS, R. L.; MATOS, E. S.; GOTO, R.; SCHIAVON JÚNIOR, A.; SANTOS, H. S. A. Acúmulo de nutrientes em plantas de tomate híbrido Thomas. **Syngenta Rogers**, 2002. (Relatório técnico).
- VILLAS BOAS, R. L.; SOUZA, T. R. Fertirrigação: uso e manejo. In: SIMPÓSIO EM SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS, 2008, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: PPGZ/CSTR/UFMG, 2008. p. 1-14.

VINKOVIC VRCEK, I.; SAMOBOR, V.; BOJIC, M.; MEDIC-SARIC, M.; VUKOBRATOVIC, M.; ERHATIC, R.; HORVAT, D.; MATOTAN, Z. The effect of grafting on the antioxidant properties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 9, n. 3, p. 844-851, 2011.

YAMAKAWA, K. Use of rootstocks in Solanaceous fruitvegetable production in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v. 15, n. 3, p. 175-180, 1982.

ANEXO

ANEXO A

Concentração de nutrientes da solução nutritiva

Teor	Solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950)
N	210,1
P	31,0
K	234,6
Ca	200,4
Mg	48,6
S	64,2
B	0,500
Cu	0,020
Fe	5,022
Mn	0,502
Mo	0,011
Zn	0,050

Fonte: Hoagland e Arnon (1950).