



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MÔNICA MARIANA JORGE FRATONI

**NUTRIÇÃO POTÁSSICA EM TOMATEIRO FERTIRRIGADO E
CULTIVADO EM VASOS CONTENDO AREIA**

Londrina
2014

MÔNICA MARIANA JORGE FRATONI

**NUTRIÇÃO POTÁSSICA EM TOMATEIRO FERTIRRIGADO E
CULTIVADO EM VASOS CONTENDO AREIA**

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

Orientador: Prof. Dr. Hideaki Wilson Takahashi.
Co-Orientador: Prof. Dr. Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi.

Londrina
2014

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

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

F844n	<p>Fratoni, Mônica Mariana Jorge. Nutrição potássica em tomateiro fertirrigado e cultivado em vasos contendo areia / Mônica Mariana Jorge Fratoni. – Londrina, 2014. 53 f. : il.</p> <p>Orientador: Hideaki Wilson Takahashi. Coorientador: Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2014. Inclui bibliografia.</p> <p>1. Tomate – Adubação – Teses. 2. Tomate – Cultivo em vasos – Teses. 3. Plantas – Efeito do potássio – Teses 4. Substratos – Teses. 5. Minerais na nutrição de plantas – Teses. I. Takahashi, Hideaki Wilson. II. Fregonezi, Gustavo Adolfo de Freitas. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 635.64</p>
-------	--

MÔNICA MARIANA JORGE FRATONI

**NUTRIÇÃO POTÁSSICA EM TOMATEIRO FERTIRRIGADO E
CULTIVADO EM VASOS CONTENDO AREIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de mestra em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

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

Profa. Dra. Cristina Batista de Lima
UENP – Luiz Meneghel – PR

Prof. Dr. Gilberto Martins
UEL – Londrina – PR

Profa. Dra. Christina Wanderley
UniFil – Londrina – PR

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
UEL – Londrina – PR

Londrina, 24 de fevereiro de 2014

A DEUS, pois sem ELE eu não estaria aqui e nada do que se fez teria sido feito. Aos meus amados pais pelo amor incondicional e dedicação, ao meu querido e amado noivo, à minha irmã e cunhado, tão amigos, e aos meus sobrinhos Rafael e Gabriel.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao meu Amigo Melhor, DEUS, meu companheiro de todas as horas. Sem ELE eu jamais teria chego aqui. “PAI, obrigada pela Sua constante presença em minha vida, pela Sua infinita misericórdia e graça que me acompanham e acompanharão até o fim. Obrigada pelas alegrias, pelas tristezas e dificuldades que me fazem ser quem sou hoje e que me lapidam para ser alguém melhor.” Eu Te AMO JESUS!!!

Aos meus amados pais, Wilson e Sandra, que sempre me apoiaram na vida estudantil e me deram incentivo, ainda mais nessa fase tão linda e importante que foi o mestrado. Por orarem sempre por mim. Sem o apoio e o amor de vocês eu não teria finalizado essa etapa tão valiosa. À minha mãe agradeço de maneira especial, pois tanto me ajudou no primeiro ano do mestrado, na colheita do tomate e análises feitas. Obrigada! Saibam que os AMO Muito, e para sempre os amarei. Vocês são exemplos para mim!

Ao meu querido e amado noivo Lucas! Meu Presente de DEUS, você faz parte total dessa conquista, por estar sempre comigo, por me apoiar, por admirar o que faço e por me ajudar de diversas maneiras. Sou infinitamente agradecida a ELE por ter você na minha vida e por saber que, enquanto vivermos, estaremos juntos, sob a presença do nosso PAI ETERNO. Eu te AMO meu amor! Conte comigo.

À minha irmã Juliana e meu cunhado Vladimir, que tanto me amam e cuidam de mim, por estarem sempre me alegrando. Agradeço também ao meu sobrinho Rafael com seus beijinhos e abraços que tanto alegram a titia e ao meu sobrinho Gabriel, ainda no útero da mamãe, como os amo! Me ajudam, sem fazerem o mínimo esforço, somente pelo fato de existirem.

Ao meu orientador prof. Dr. Takahashi, obrigada pela orientação no trabalho e também pela amizade. Foi muito bom aprender e trabalhar com tomate, que conhecia somente das aulas da graduação mas que nunca havia pensado em estudar a fundo, espero que em breve continuemos essa parceria. O senhor e a prof^a Lúcia são especiais para mim. DEUS abençoe vocês sempre.

Ao meu co-orientador prof. Dr. Gustavo Fregonezi, por toda a disposição e por nunca negar ajuda. Pelas conversas e pelo apoio dado ao nosso trabalho. O senhor trabalha de fato com amor pela profissão e por ministrar aulas, é um exemplo. Que DEUS esteja sempre contigo.

Aos meus colegas e estagiários que tanto me ajudaram, em especial, ao Luiz, Matheus, Fellipe, Marita, Leonel, Natália e Wesley. Por passarem horas na casa de vegetação e no laboratório. Sem vocês na equipe o trabalho simplesmente não teria saído! Obrigada de coração! Oro a DEUS para que vocês tenham um futuro brilhante, com ELE ao lado sempre.

Aos técnicos do laboratório de solos, João e Márcio, pela constante disposição e por sempre arrumarem um horário para me ajudarem a ler as amostras. Vocês são excelentes técnicos.

À galera do laboratório de solos e também às amigas Daiane e Mariana, por sempre estarem dispostas a ajudar e por toda a alegria. Vocês tornaram essa caminhada mais animada!

À CAPES pela bolsa concedida, que foi de muita importância, que incentivou ainda mais o trabalho.

À todos que, de alguma forma, ajudaram e que não mencionei, mas que sabem da importância na minha vida, obrigada!!!

“EBENÉZER: Até aqui nos ajudou o SENHOR”.

I Samuel 7.12

Bíblia Sagrada

FRATONI, Mônica Mariana Jorge. 2014. **Nutrição potássica em tomateiro fertirrigado e cultivado em vasos contendo areia**. 2014. 53 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

O tomate é uma das hortaliças mais comercializadas do mundo. Entretanto, a cultura requer maiores cuidados, devido à dificuldade de produzir em algumas épocas do ano. Todos os nutrientes têm papel fundamental no desenvolvimento da planta. Contudo, estudos conduzidos por diversos autores mostram que o potássio (K) é o nutriente mais extraído pela cultura, seguido do nitrogênio (N) e cálcio (Ca). Visando melhorar as condições de cultivo e o aspecto nutricional, o presente trabalho teve por objetivo testar doses de potássio (K) no tomateiro tipo italiano variedade Pizzadoro, em casa de vegetação, via fertirrigação por gotejamento, em vasos contendo areia. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e dez repetições, onde foram aplicadas as seguintes concentrações de K (mg.dm^{-3}): 60, 120, 180, 240 e 300. O início dos tratamentos ocorreu a partir da fase reprodutiva do tomateiro. Os parâmetros avaliados foram: condutividade elétrica (CE) do eluviado, °brix para determinar qualidade dos frutos, folha índice, teor e extração de nutrientes nas folhas, caules e frutos, produtividade e produção de massa seca. Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramento em polinômios ortogonais. Os resultados mostraram que a maior dose de K (300 mg.dm^{-3}) foi a que mais influenciou positivamente na CE do eluviado, na produtividade, °brix, frutos e extração de nutrientes. Entretanto, a dose 240 mg.dm^{-3} foi a que resultou maior extração total de nutrientes.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* mill. Nutrição de plantas. Ambiente protegido. Variedade pizzadoro. Substrato areia.

FRATONI, Mônica Mariana Jorge. 2014. **Nutrition with potassium in tomato fertigated and grown in pots containing sand.** 53 p. Master's Degree Dissertation (Programa de Pós Graduação em Agronomia) – Londrina State University, Londrina, 2014.

ABSTRACT

The tomato is one of the vegetables sold in the world. However, the culture requires more care because of the difficulty of producing in some seasons . All nutrients play a fundamental role in plant development . However, studies by several authors have shown that potassium (K) is the more extracted from the culture as nutrient, followed by nitrogen (N) and calcium (Ca). To improve growing conditions and nutritional aspect, the present study aimed to test doses of potassium (K) in Italian style tomato variety Pizzadoro in a greenhouse by drip fertigation in sand pots . The experimental design was a randomized complete block design with five treatments and ten replicates, the following concentrations of K ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) was applied : 60, 120, 180, 240 and 300. The beginning of the treatments occurred from the reproductive phase of tomato. The parameters evaluated were: electrical conductivity (EC), °brix to determine fruit quality, content and nutrients extractions in the leaves, stems and fruit productivity and dry matter production. Data were subjected to analysis of variance with scrolling in orthogonal polynomials. The results showed that the highest dose with K ($300 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) positively influenced the EC, productivity, °brix, fruits and nutrients extraction. However, the dose $240 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ resulted the highest extraction in total nutrient.

Key words: *Lycopersicon esculentum* mill. Plant nutrition. Greenhouse. Variety pizzadoro. Sand substrate.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Médias das condutividades elétricas (CE) do eluviado em 7 épocas (06/05, 13/05, 21/05, 10/06, 01/07, 08/07 e 15/07 de 2013), do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 201331
- Figura 2** – Concentração de macro e micronutrientes nas folhas índices (FI) do tomateiro, cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.....34
- Figura 3** – Massa Seca Total do Caule (MSTCaule), Massa Seca Total do Fruto (MSTFruto), °Brix e Produtividade do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.36
- Figura 4** – Concentração de K nos frutos do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.....38
- Figura 5** – Extração de nutrientes do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características químicas da areia de granulometria grossa, usada como substrato. Londrina, 2013.....	27
Tabela 2 – Concentração de nutrientes (mg.dm^{-3}) das soluções nutritivas e condutividade elétrica (CE) (dS.m^{-1}) das soluções nutritivas usadas nos tratamentos.....	28
Tabela 3 – Médias mensais da temperatura e umidade relativa do ar (URA) ocorridas dentro da casa de vegetação nos períodos de março a julho de 2013. Londrina, 2013.....	29
Tabela 4 – Médias das condutividades elétricas (CE) do eluviado, em 7 épocas (06/05, 13/05, 21/05, 10/06, 01/07, 08/07 e 15/07 de 2013), do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.....	31
Tabela 5 – Concentração de macronutrientes contidos na folha índice (FI) do tomateiro (folha imediatamente acima do 2º cacho, 93 DAT) cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.....	32
Tabela 6 – Concentração de micronutrientes contidos na folha índice (FI) do tomateiro (folha imediatamente acima do 2º cacho, 93 DAT) cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.....	33
Tabela 7 – Massa Seca Total do Caule (MSTCaule), Massa Seca Total da Folha (MSTFolha), Massa Seca Total do Fruto (MSTFruto), Massa Seca Total da Raiz (MSTRaiz), °Brix e Produtividade do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.....	36
Tabela 8 – Concentração de macronutrientes (g.kg^{-1}) e micronutrientes (mg.kg^{-1}) analisados nos frutos do tomateiro (média de todos os frutos da planta) cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.....	37

Tabela 9 – Extração de macronutrientes contidos nas Folhas (F), Caules (C) e Frutos (Fr) do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.....	40
Tabela 10 – Extração de micronutrientes contidos nas Folhas (F), Caules (C) e Frutos (Fr) do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.....	41
Tabela 11 – Extração de macronutrientes, em % / órgão, na massa seca total das Folhas (F), Caules (C) e Frutos (Fr) do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013	43
Tabela 12 – Extração de micronutrientes, em % / órgão, na massa seca total das Folhas (F), Caules (C) e Frutos (Fr) do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	ASPECTOS DA CULTURA DO TOMATEIRO	15
2.1.1	Botânica do Tomateiro.....	16
2.1.2	Tomaticultura no Brasil	17
2.1.3	Tomate Tipo Italiano Variedade Pizzadoro.....	17
2.2	CULTIVO PROTEGIDO	18
2.3	CULTIVO DO TOMATEIRO EM SUBSTRATOS	19
2.4	NUTRIÇÃO MINERAL DO TOMATEIRO	20
2.5	SOLUÇÃO NUTRITIVA	21
2.6	FERTIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO	21
2.7	IMPORTÂNCIA DO K NO TOMATEIRO	23
3	ARTIGO A: NUTRIÇÃO POTÁSSICA EM TOMATEIRO FERTIRRIGADO E CULTIVADO EM VASOS CONTENDO AREIA	24
3.1	RESUMO.....	24
3.2	ABSTRACT	24
3.3	INTRODUÇÃO	25
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

O tomate é uma das hortaliças mais produzidas e consumidas mundialmente. O grupo de tomate Saladete, também chamado de tomate italiano, apresenta dupla aptidão, sendo recomendado para consumo *in natura* e processamento. Entretanto, o cultivo do tomateiro é dificultado devido à seca, pragas e chuvas em demasia em determinadas épocas do ano e, portanto, a técnica do cultivo protegido tem crescido.

Com isso, o cultivo via fertirrigação em vasos tem sido uma boa opção para minimizar danos causados pelas dificuldades citadas anteriormente, pois os nutrientes ficam restritos e, além disso, diminui consideravelmente a disseminação de microrganismos no solo que causam doenças.

A fertirrigação consiste em adubar e irrigar ao mesmo tempo, sendo uma técnica consolidada, possuindo diversas vantagens, como: aplicação de nutrientes de acordo com as necessidades das plantas; aumento da eficiência dos fertilizantes, aplicando-os com a água onde as raízes estão com maior atividade (BRAGA, 2010). A desvantagem do método é o preço inicial da infra-estrutura e a necessidade de mão de obra capacitada (VILLAS BOAS; SOUZA, 2008) para o manejo das soluções, a fim de não prejudicar o fluxo de absorção de água pela planta.

Já o cultivo em vasos tem como vantagem delimitar o espaço da planta, favorecendo um desenvolvimento eficaz, visto que evita o contato direto com o solo, o que diminui a proliferação de doenças. Outra vantagem é relacionada aos nutrientes contidos nos adubos que serão absorvidos conforme o requerimento da planta, sendo que seu crescimento não ficará prejudicado. Para o tomate, em especial, ainda há poucos estudos no Brasil relacionados ao cultivo em vaso, entretanto, o uso dos mesmos tem se mostrado viável economicamente, visto que, em geral não são caros.

Os substratos, que dão suporte à planta, têm como característica o fato de guardarem uma proporção adequada entre macro e microporos, favorecendo a atividade fisiológica das raízes e o desenvolvimento das plantas. Dessa forma, a areia como substrato para o cultivo é excelente opção, pois tem baixo custo de aquisição, é inerte, livre de pragas e fitopatógenos (FERNANDES et al., 2002).

Todos os nutrientes tem papel fundamental na nutrição das plantas, porém o K é o nutriente mais absorvido e requerido pela cultura do tomate.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar, sobre a produtividade, aspectos nutricionais e °brix dos frutos, o efeito de cinco doses de K via fertirrigação, a partir da fase reprodutiva do tomateiro tipo italiano, em vasos contendo substrato areia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS DA CULTURA DO TOMATEIRO

A origem do tomateiro é na América do Sul, região dos Andes, que compreende o Equador até o Norte do Chile (PAPADOPOULOS, 1991; ALVARENGA, 2004), podendo ser cultivado até uma altitude de 2.000 metros, e por tal motivo, é uma planta que se adapta a diversas condições climáticas (LOPES; STRIPARI, 1998).

O tomate foi domesticado no México e introduzido na Europa em 1544 e, posteriormente, disseminou-se para a Ásia, África e Oriente Médio (NAIKA et al., 2006).

Inicialmente, o tomate não era apreciado, já que era considerado uma planta ornamental pelos europeus, tendo restrições, devido ao medo de toxicidade, por parte da população (FILGUEIRA, 2008). Entretanto, após perceberem que o fruto era benéfico e não causava intoxicação, o tomate se tornou conhecido em todo o mundo, e foi introduzido no Brasil por imigrantes europeus em meados do século XIX (CANÇADO JÚNIOR et al., 2003). Desde então, o seu cultivo ganhou espaço, tornando-se a hortaliça de fruto mais importante do Brasil (SCHMIDT et al., 2000).

Segundo Sampaio e Fontes (1998), os fatores ambientais que mais influenciam na composição e qualidade da parte aérea e dos frutos de tomate são a luminosidade, temperatura, umidade relativa e disponibilidade de nutrientes. Dessa forma, a temperatura a qual o tomateiro melhor se adapta é entre 23 a 30 °C durante o dia e 16 a 20 °C à noite, não tolerando variações extremas, porém, algumas cultivares exibem um grau de tolerância maior a temperaturas mais elevadas (GENÚNCIO, 2009). Exposto a baixas temperaturas, tem seu comportamento afetado quanto ao crescimento, ocorrendo encurtamento dos entrenós, diminuição do porte da planta, inibição da formação de frutos e, conseqüentemente, uma colheita tardia (FILGUEIRA, 2008). Por outro lado, a exposição a temperaturas noturnas elevadas, acima de 32 °C, prejudica a produtividade pois causa formação de frutos ocos, além da produção de pólen ser afetada, causando abortamento e queda dos frutos (SILVA et al., 2000).

O tomate é nutritivo, com sabor apreciado pela maioria da população, tendo baixo valor calórico, sendo um alimento de digestão rápida (MINAMI; HAAG, 1989). Conforme Naika et al. (2006), é considerado fonte de minerais, vitaminas, aminoácidos, fibras e, em especial, contém uma quantidade elevada de licopeno, um carotenóide que, de acordo Shami e Moreira (2004), captura os radicais livres do nosso organismo, evitando a incidência de doenças.

2.1.1 Botânica do Tomateiro

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pertence à família das Solanáceas, a mesma da berinjela, pimentão, petúnia, fumo e batata (MINAMI e HAAG, 1989) e ao gênero *Lycopersicon*, que é dividido em: *esculentum*, que engloba: *Lycopersicon esculentum* Mill., *L. pimpinelifolium* (Juss.) Miller, *L. cheesmani* Riley, *L. hirsutum* Humb. e Bonpl., *L. pennellii* (Corr) D' Arcy., *L. chmielewskii* Rick, Kes., Fob e Holle, *L. parviflorum* Rick, Kes., Fob e Holle e o complexo *peruvianum*, composto de duas espécies: *Lycopersicon. peruvianum* (L) Miller e *L. chilense* Dun. (ALVARENGA, 2004).

O tomate é planta perene, de porte arbustivo, cultivada como anual e possui hábito rasteiro, semi-ereto ou ereto (ALVARENGA, 2004). A espécie cultivada tem folhas pecioladas, compostas e com número ímpar de folíolos, com caule flexível e abundante em brotações laterais (FILGUEIRA, 2000). 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, se torna superficial e mais ramificado, se concentrando entre 5 e 35 cm de profundidade (ANDRADE, 2012).

A produtividade da cultura está relacionada com o número de frutos colhidos e esse depende da quantidade do “pegamento” floral (ANDRADE, 2012). As flores são hermafroditas com predomínio de autofecundação, sendo a frequência de cruzamento menor do que 5% (HIGUTI, 2008). Dentre os problemas no cultivo do tomateiro, está o abortamento floral, que pode ser ocasionado por carência ou desequilíbrio nutricional, doenças, pragas (FILGUEIRA, 2008) e temperaturas extremas (SILVA et al., 2000).

Os frutos produzidos para comercialização, em geral, podem ser reunidos em cinco grupos: santa cruz, salada, cereja, italiano e industrial (rasteiro) (FILGUEIRA, 2008).

Conforme Gargantine e Blanco (1963), o tomateiro absorve em maiores quantidade os nutrientes Ca, K e N nos primeiros 10, 20 e 30 dias, respectivamente; aos 40 dias, período de floração, alcança o dobro do crescimento inicial com destaque para a absorção elevada do K e N e, desta fase em diante, o crescimento se torna acentuado até os 100 dias, tendo a frutificação entre os 70 e 80 dias e se estabilizando a partir dos 120 dias após o transplante (ANDRADE, 2012), sendo que o Ca e P foram absorvidos em quantidades semelhantes durante todo o ciclo.

2.1.2 Tomaticultura no Brasil

O tomate é cultivado em todo o território brasileiro, abrangendo regiões com diferentes características climáticas, sendo cultivado de duas formas de condução: rasteira e ereta que necessita de tutoramento (SALUSTIANO et al., 2006). De acordo com o IBGE (2010), o país produziu em 2009 de 3,4 a 4 milhões de toneladas. As variedades para mercado mais plantadas no Brasil classificam-se em três grupos: santa-cruz, salada ou caqui e cereja (BRANDÃO, 2010).

O estado com maior produção em hectares é Goiás, com cerca de 1,4 milhões de toneladas e área plantada de 19 mil hectares, seguido de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Bahia, segundo o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, do IBGE (2010). O Estado de São Paulo é o segundo maior estado produtor responsável por 22,0% do total nacional (AGRINUAL, 2005), na qual 68% de sua produção é destinada ao consumo *in natura* (tomate italiano) (CAMARGO, 2002).

A produção convencional de tomate de mesa (italiano) é caracterizada por possuir elevado custo operacional devido à grande demanda de mão-de-obra e exigência de muitas aplicações de agrotóxicos (FARIA; OLIVEIRA, 2005).

2.1.3 Tomate Tipo Italiano Variedade Híbrida Pizzadoro

O tomate tipo italiano foi introduzido no Brasil no final da década de 1990, sendo os frutos biloculares, tipicamente alongados e colhidos completamente maduros, com atrativa coloração vermelha; as plantas são conduzidas com suporte

em casa de vegetação ou em campo aberto (FILGUEIRA, 2008). Os tomates do tipo Italiano têm mostrado tendência de expansão de cultivo nos últimos anos. Em geral, os frutos das cultivares híbridas desse padrão disponíveis no mercado têm excelente qualidade gustativa e versatilidade de uso culinário, podendo ser consumidos em saladas, na confecção de molhos caseiros e na forma de tomate seco (SHIRAHIGE et al., 2010).

O tomate Pizzadoro é um híbrido para mercado fresco, do tipo Saladete (Italiano) com hábito de crescimento indeterminado e que produz frutos de qualidade, caracterizado pela coloração vermelha-intensa e pelo excelente sabor. O peso médio do fruto varia entre 120 a 140 gramas.

2.2 CULTIVO PROTEGIDO

O cultivo protegido para olerícolas tem se difundido, em especial, no sudeste e sul do Brasil, pois busca minimizar as perdas causadas pelas adversidades climáticas e ambientais, além de otimizar o uso de insumos (GENÚNCIO et al., 2010), em especial, os adubos.

O cultivo de plantas em ambiente protegido, na maioria das vezes, é realizado no solo, porém, com o decorrer do tempo, em consequência da alta intensidade dos cultivos, têm sido observados problemas com reflexos negativos no rendimento das culturas (FERNANDES et al., 2002). Andriolo et al. (1997) e Abak e Celikel (1994) enfatizam a ocorrência de pragas e fitopatógenos que atacam o sistema radicular e proporcionam desequilíbrios nutricionais, uma vez que os nutrientes não absorvidos pelas raízes podem se acumular na camada superficial do solo, o que pode ocasionar salinização e concorrência pelo sítio ativo de absorção dos nutrientes. O aparecimento dessas dificuldades levou à busca de novas alternativas para o cultivo de espécies que exigem tratamentos culturais intensivos, como por exemplo, o tomate, destacando-se o cultivo de plantas em substratos com fertirrigação (FERNANDES et al., 2002).

Fontes e Silva (2002) relatam benefícios para o cultivo de tomate em estufas e substratos, como na diminuição da competição com plantas daninhas, redução no orvalho nas plantas e uso de substratos com condições físico-hídricas favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular.

2.3 CULTIVO DO TOMATEIRO EM SUBSTRATOS

O uso de substratos é uma técnica de cultivo que teve início na década de 1930, entretanto, o interesse por sistemas que empregam substratos tem aumentado somente nos últimos anos (ANDRIOLO et al., 2009), em especial na década de 90, pois é possível reduzir o número de fertirrigações, uma vez que um substrato adequado retém umidade e os gastos com energia elétrica.

A técnica de cultivo em substrato tem-se difundido por permitir melhor aproveitamento dos nutrientes, maior produtividade, por melhorar a qualidade do produto, além de facilitar a execução dos tratos culturais (CALABRETTA et al., 1994) e também proteger a cultura de patógenos do solo (FONTES et al., 2004).

Diversos materiais como lã de vidro, polietileno, serragem, areia, cascas de arroz e de coco e, mais comumente, a turfa têm sido utilizados como substrato (FONTES et al., 2004). O “substrato adequado” deve ser facilmente disponível, inerte (ANDRIOLO et al., 1997), ter custo compatível, não poluir e não possibilitar a introdução e o desenvolvimento de patógenos. Deve possuir boa aeração, boa retenção de água e nutrientes além de permitir drenagem eficiente, propiciando maior produtividade e melhor qualidade de frutos (FONTES et al., 2004).

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 na cultura do tomateiro mas relataram dificuldades para sua reutilização devido a dificuldade de esterilização (ANDRADE, 2012).

Para Cardoso et al. (2009), a reutilização de substratos caracteriza-se como uma tentativa de reduzir o custo de produção, além de ser ambientalmente correto. Neste contexto, a areia se torna uma boa opção, pois é encontrada facilmente e a um custo menor quando comparada à maioria dos substratos (ANDRADE, 2012).

A utilização de areia como substrato de cultivo para hortaliças tem apresentado resultados positivos, pois, por ter baixíssima capacidade de troca iônica, considera-se a areia um substrato de fácil manejo. A maior limitação para utilização da areia como substrato é a dificuldade de manipulação devido ao peso excessivo, especialmente quando úmida (ANDRIOLO et al., 1999). Embora existam

poucos trabalhos com cultivo de hortaliças em areia, Medeiros (2010) observou resultados positivos.

2.4 NUTRIÇÃO MINERAL DO TOMATEIRO

Para programar uma adubação de modo correto, é importante conhecer o consumo dos nutrientes de cada cultura, especialmente em situações de elevada produtividade (BAR-YOSEF, 1991). Papadopoulos (1993) e Nannetti et al. (2000) destacam que as curvas de acúmulo ou extração fornecem as quantidades de nutrientes requeridas pela planta durante seu ciclo e a proporção entre eles, evitando com isso o desbalanço.

Os teores de nutrientes no tomateiro variam conforme o desenvolvimento da cultura, sendo que o seu conhecimento é importante para decisões sobre a aplicação racional de fertilizantes (HAAG et al., 1978).

O nutriente mais absorvido pela cultura é o K, seguido do N, Ca, S, P e Mg, respectivamente, conforme estudos sobre marcha de absorção no tomateiro cv. Santa Cruz-1639, no Brasil, realizado por Gargantini e Blanco (1963). Ainda conforme os autores, a absorção de N, K, Mg e S alcançaram valores máximos no período de 100 a 120 dias após a emergência, enquanto que o Ca e o P foram absorvidos durante todo o ciclo da cultura.

Fayad et al. (2002) observaram que o N e o K foram os nutrientes mais acumulados pelo híbrido EF-50, entre 35 e 91 dias após o transplante, período de maior acúmulo, quando foi absorvido 73,5% do N e 75,0% do K de todo o ciclo.

A planta absorve, até a iniciação floral, menos que 10% do total de nutrientes que serão acumulados durante o ciclo (WARD, 1967; FERNANDES et al., 1975; FAYAD et al., 2002). Na época do florescimento e frutificação (55 aos 120 dias), o tomateiro absorve maiores quantidades de nutrientes (GARGANTINI; BLANCO, 1963; FERNANDES et al., 1975). Nesse período, as concentrações de N, P, K (HALBROOKS; WILCOX, 1980) e de Cobre (FERNANDES et al., 1975) são maiores nos frutos e as de Ca, Mg (HALBROOKS; WILCOX, 1980), S, B e Mn, são maiores nas folhas (FERNANDES et al., 1975).

2.5 SOLUÇÃO NUTRITIVA

A solução nutritiva fornece nutrientes e racionaliza o uso de fertilizantes, podendo reduzir custos, garantir qualidade da produção e minimizar a contaminação ambiental (GOTO; TIVELLI, 1998).

Em qualquer sistema de cultivo sem solo, dois fatores são preponderantes sobre a produtividade: o ambiente, determinado pelo tipo de proteção das plantas, especialmente a cobertura com filmes plásticos transparentes e telas de sombreamento, e a solução nutritiva, que pode estar livre ou dispersa em um substrato (COMETTI et al., 2006).

A solução nutritiva, em cultivo com substrato areia, visa fornecer nutrientes à cultura, cujo manejo depende de alguns fatores como o pH, condutividade elétrica, temperatura, ordem de adição dos nutrientes, água de boa qualidade e potencial osmótico da solução (PRADO, 2008). O controle do pH é importante para a manutenção da integridade das membranas e para evitar a precipitação de micronutrientes como o ferro (Fe) e o manganês (Mn) (MARTINEZ, 2002). Já a condutividade elétrica encontra-se diretamente associada à concentração iônica e à absorção dos nutrientes pela cultura ao longo do seu ciclo (MARSCHNER, 1995).

É importante realizar cálculos com base na necessidade da cultura e então adicionar os nutrientes na solução em quantidades adequadas. Algumas características dos nutrientes como solubilidade, mobilidade e salinidade devem ser consideradas, pois conforme os sais se acumulam no solo, as raízes apresentam maior dificuldade em absorver água, e precisam de maior energia, possivelmente desviando de processos metabólicos essenciais (VILLAS BÔAS et al., 1999).

2.6 FERTIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Fertirrigação é o ato de aplicar os fertilizantes em conjunto com a água de irrigação, propiciando menores perdas de nutrientes (MORAES, 1997; HEBBAR et al., 2004), pois, dessa maneira, os nutrientes serão aplicados de forma localizada, podendo direcionar e regular conforme o desenvolvimento da cultura. Na fertirrigação por gotejamento em cultivo nos vasos, as raízes se concentram em um volume reduzido de solo e, com isso, a aplicação de fertilizantes através do sistema

de irrigação deve ser mais eficiente do que a aplicação direta via solo. Os nutrientes se depositam na região em que se concentram as raízes, dentro do bulbo úmido, aumentando a recuperação dos fertilizantes aplicados (JUAN, 1993). Além disso, reduz as flutuações da salinidade da solução do solo causada pelos fertilizantes (PAPADOPOULOS, 1985), melhorando as condições, especialmente para as culturas sensíveis à salinidade (PAPADOPOULOS, 1987), sendo que, de acordo com Maas e Hoffmann (1977) o tomateiro tem um valor de salinidade limiar, expresso em termos de condutividade elétrica, de 2,5 dS m⁻¹, reportando ainda que seu rendimento decresce para 50% quando a salinidade no extrato é de 7,6 dS m⁻¹, sendo classificado como cultura moderadamente sensível à salinidade. Eloi et al. (2007) comentaram sobre a necessidade de conhecer a tolerância das culturas e monitorar a fertirrigação em cultivo protegido, com o intuito de se controlar a salinidade do solo.

Este tipo de sistema visa reduzir o 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 o estágio da planta (FERNANDES et al., 2002) e a aplicação restrita ao volume molhado (OLIVEIRA et al., 2007).

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

As medidas de controle viáveis da fertirrigação devem ser acessíveis aos produtores (ANDRADE, 2012). Uma forma é por meio de determinação da condutividade elétrica (CE), mantendo uma faixa em que não prejudique a produtividade e não salinize o solo (BURGUEÑO, 1996). Valores de salinidade limiar para o tomate vêm sendo estudado por diversos autores. Para o tomate híbrido Facundo a CE foi de 9,5 dS.m⁻¹ (BLANCO et al., 2008a); para o tomate cereja foi de 4,0 dS.m⁻¹ testando biofertilizante bovino (MEDEIROS et al., 2011); porém Maas e Hoffman (1977) afirmam que os valores apresentados devem ser considerados apenas como de tolerância relativa entre grupos de cultura, uma vez que valores de tolerância absoluta variam com o clima, condições de solo, tipo de sais e práticas culturais (ELOI et al., 2011).

2.7 IMPORTÂNCIA DO K NO TOMATEIRO

O tomateiro destaca-se entre as hortaliças cultivadas por ser exigente em nutrientes, apresentando demandas diferenciadas de acordo com os estágios de desenvolvimento, a duração do ciclo de cultivo, o genótipo e a época do ano (MORAES, 1997).

O potássio (K) é o mais requerido pelo tomateiro, tanto em condições de campo quanto em cultivos protegidos (GARGANTINI; BLANCO, 1963; FAYAD et al., 2002), e são elevadas as demandas no crescimento vegetativo e reprodutivo, influenciando na produção e qualidade dos frutos (KANAI et al., 2007).

A razão de fornecimento de N e K de 1:2 e 1:3 na fase de frutificação, associada a um controle eficiente da irrigação conforme o requerimento da cultura, tende a proporcionar frutos de qualidade (PRADOS, 2001).

O K é o cátion mais abundante no citoplasma, pois é altamente móvel na planta e é transportado pelo xilema e floema, com importante papel no estado energético da planta, além da manutenção da água nos tecidos vegetais (MARSCHNER, 1995). Atua na síntese de proteínas, fixação de gás carbônico, regulação da abertura estomática que se relaciona com a fotossíntese e, em consequência, com a síntese de fotoassimilados, além de atuar como ativador enzimático (TAIZ; ZEIGER, 2004). Doses adequadas podem aumentar a produção de frutos (FONTES et al., 2000).

O K não faz parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica na planta (MEURER, 2006), encontra-se como cátion livre ou adsorvido, podendo ser facilmente deslocado nas células ou tecidos da planta e remobilizado para as folhas mais jovens (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Desta forma, a deficiência de K reduz a fotossíntese e o transporte de fotoassimilados para os frutos de tomate, causando redução em seu número e tamanho, pela limitação na atividade do dreno (KANAI et al., 2007).

3 ARTIGO A: NUTRIÇÃO POTÁSSICA EM TOMATEIRO FERTIRRIGADO E CULTIVADO EM VASOS CONTENDO AREIA

3.1 RESUMO

O tomate é uma das hortaliças mais comercializadas do mundo. Entretanto, a cultura requer maiores cuidados, devido à dificuldade de produzir em algumas épocas do ano. Todos os nutrientes têm papel fundamental no desenvolvimento da planta. Contudo, estudos conduzidos por diversos autores mostram que o potássio (K) é o nutriente mais extraído pela cultura, seguido do nitrogênio (N) e cálcio (Ca). Visando melhorar as condições de cultivo e o aspecto nutricional, o presente trabalho teve por objetivo testar doses de potássio (K) no tomateiro tipo italiano variedade Pizzadoro, em casa de vegetação, via fertirrigação por gotejamento, em vasos contendo areia. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e dez repetições, onde foram aplicadas as seguintes concentrações de K (mg dm^{-3}): 60, 120, 180, 240 e 300. O início dos tratamentos ocorreu a partir da fase reprodutiva do tomateiro. Os parâmetros avaliados foram: condutividade elétrica (CE) do eluviado, °brix para determinar qualidade dos frutos, folha índice, teor e extração de nutrientes nas folhas, caules e frutos, produtividade e produção de massa seca. Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramento em polinômios ortogonais. Os resultados mostraram que a maior dose de K (300 mg.dm^{-3}) foi a que mais influenciou significativamente na CE do eluviado, produtividade, °brix, frutos e extração de nutrientes. Entretanto, a dose 240 mg.dm^{-3} foi a que resultou maior extração total de nutrientes.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* mill. Nutrição de plantas. Adubação potássica. Variedade pizzadoro. Substrato areia.

3.2 ABSTRACT

The tomato is one of the vegetables sold in the world. However, the culture requires more care because of the difficulty of producing in some seasons. All nutrients play a fundamental role in plant development. However, studies by several authors have shown that potassium (K) is the more extracted from the culture as nutrient, followed by nitrogen (N) and calcium (Ca). To improve growing conditions and nutritional aspect, the present study aimed to test doses of potassium (K) in Italian style tomato variety Pizzadoro in a greenhouse by drip fertigation in sand pots. The experimental design was a randomized complete block design with five treatments and ten replicates, the following concentrations of K (mg dm^{-3}) was applied: 60, 120, 180, 240 and 300. The beginning of the treatments occurred from the reproductive phase of tomato. The parameters evaluated were: electrical conductivity (EC), °brix to determine fruit quality, content and nutrients extraction in the leaves, stems and fruit productivity and dry matter production. Data were subjected to analysis of variance with scrolling in orthogonal polynomials. The results showed that the highest dose with K (300 mg.dm^{-3}) significantly influenced the EC, productivity, °brix, fruits and nutrient extraction. However, the dose 240 mg.dm^{-3} resulted the highest extraction in total nutrient.

Key words: *Lycopersicon esculentum* mill. Plant nutrition. Potassium fertilization. Variety pizzadoro. Sand substrate.

3.3 INTRODUÇÃO

O tomate é uma das hortaliças mais produzidas e consumidas mundialmente, sendo que o Brasil se encontra na 5ª posição no *ranking* dos dez maiores produtores mundiais de tomate para processamento, de acordo com o Conselho Mundial de Tomate para Processamento (MELO, 2010).

O tomate italiano apresenta dupla aptidão, sendo recomendado para consumo *in natura* e processamento. Entretanto, o cultivo do tomateiro é dificultado devido à seca, pragas e chuvas em demasia em determinadas épocas do ano e, portanto, a técnica do cultivo protegido tem crescido.

O cultivo do tomateiro em ambiente protegido no período de entressafra pode propiciar produtividades superiores a 100 t.ha⁻¹ em ciclos de 150 dias (ANDRIOLO et al., 1997). Esta técnica de cultivo advém da necessidade de fornecer ao consumidor produtos *in natura* de boa qualidade durante todo o ano (FERNANDES et al., 2002).

Todavia, conforme Valérie et al. (2010), o intenso manejo do solo em estufas, é questionado quanto à sustentabilidade, devido a contaminação da água subterrânea, que ocorre em razão da fertilização em demasia, o que resulta em lixiviação de nutrientes. Outro problema é o da proliferação de doenças causadas por patógenos presentes no solo. Desta forma, o cultivo via fertirrigação em vasos é uma boa opção para minimizar os danos, pois os nutrientes ficam restritos e, além disso, diminui consideravelmente a disseminação de microrganismos no solo que causam doenças.

A fertirrigação consiste em adubar e irrigar ao mesmo tempo, sendo uma técnica consolidada, com vantagens, como: aplicação de nutrientes de acordo com as necessidades das plantas; aumento da eficiência dos fertilizantes; subdividir a aplicação ao longo do desenvolvimento da cultura; economia de água (BRAGA, 2010). A desvantagem do método é o preço inicial da infraestrutura e a necessidade de mão de obra capacitada (VILLAS BOAS; SOUZA, 2008) para o manejo das soluções a fim de que não afete o potencial osmótico que prejudica o fluxo de absorção de água pela planta (ANDRIOLO et al., 2005) e evite problemas causados pela toxidez de alguns nutrientes (AYRES; WESTCOT, 1991).

Já o cultivo em vasos tem como vantagem delimitar o espaço da planta, favorecendo um desenvolvimento mais eficaz, visto que evita o contato direto

com o solo, o que diminui a proliferação de doenças. Para o tomate, em especial, ainda há poucos estudos relacionados ao cultivo em vaso.

Os substratos, que dão suporte à planta, têm como característica o fato de guardarem uma proporção adequada entre macro e microporos, favorecendo a atividade fisiológica das raízes e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas. Dessa forma, a areia como substrato para o cultivo é excelente opção, pois tem baixo custo de aquisição, é inerte, livre de pragas e fitopatógenos (FERNANDES et al., 2002). A areia também pode ser reutilizada após ser sanitizada e lavada diversas vezes.

Para aumentar a produtividade do tomate pela técnica da fertirrigação, os nutrientes têm papéis fundamentais. Entretanto, o potássio (K) tem uma atribuição diferenciada, visto que desempenha diversas funções nas células das plantas, atuando como co-fator enzimático, na síntese e estabilidade das proteínas e carboidratos (MARSHNER, 1995). Além disso, influencia a síntese do carotenóide licopeno, que proporciona a cor vermelha no fruto (AMABLE; SINNADURAI, 1977) e transporta açúcares da fonte para o dreno (SOBULO; OLORUNDA, 1977; MATEV; STANCHEV, 1979).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar, sobre a produtividade e °brix dos frutos, o efeito de cinco doses de K via fertirrigação, a partir da fase reprodutiva do tomateiro tipo italiano, em vasos contendo substrato areia.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, tipo arco, com 6 metros de largura, 30 metros de comprimento e cobertura de polietileno transparente, do Departamento de Agronomia, e os resultados analisados no Laboratório de Solos, ambos da Universidade Estadual de Londrina, em Londrina, PR, (latitude 23°23'S, longitude 51°10'W), entre o período de março a dezembro de 2013.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 5 doses de K e 10 repetições, totalizando 50 vasos, contendo uma planta em cada, e 10 blocos, com 30 cm entre plantas e 60 cm entre linhas, além das bordaduras com 34 vasos. A fertirrigação foi realizada por gotejamento, em vasos plásticos com capacidade para 9 L (23,5 x 26 x 19,5 cm), utilizando areia de

granulometria grossa como substrato (Tabela 1). Utilizou-se mudas de tomate tipo italiano variedade híbrida Pizzadoro (Nunhems[®]), provenientes do viveiro comercial Mudas Londrina, que foram transplantadas para os vasos com 25 a 30 cm de altura, no dia 23 de março de 2013. O experimento foi conduzido até a o dia 29 de julho do ano citado anteriormente.

Tabela 1 – Características químicas da areia de granulometria grossa, usada como substrato. Londrina, 2013.

Prof.	Ca	Mg	K	H+Al Cmolc.dm ⁻³	Al	CTC	MO (%)	P mg.dm ⁻³
0-10 cm	0,29	1,44	0	1,89	0,08	1,81	0	0,02

Nos primeiros 15 dias após o transplântio das mudas para os vasos, as plantas receberam solução nutritiva padrão (mg.dm⁻³) na concentração de 70%, para se climatizarem e, após esse período, a solução bombeada foi completa, na concentração de 100% (Tabela 2). Foi utilizada caixa d'água de 200 L para armazenar a solução que foi bombeada para as plantas.

Os tratamentos consistiram em 5 concentrações de potássio (K) (Tabela 2) na solução nutritiva (60, 120, 180, 240 e 300 mg.dm⁻³ de K, respectivamente), sendo aplicados após a abertura das primeiras flores, com 29 dias após o transplântio. Estas doses foram estabelecidas a partir de conhecimento prévio da média da dose de K que é considerada equilibrada para a cultura do tomateiro, que seria 180 mg.dm⁻³. A partir dessa informação, foi decidido testarmos doses, começando por 60 até 300 mg.dm⁻³. Com os tratamentos, também foi medida a condutividade elétrica, com condutivímetro portátil, da solução nutritiva referente a cada tratamento, conforme consta na tabela 2. Foram utilizados os fertilizantes: 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 de Rexolin BRA[®] 25 g/1000L e Rexolin M48[®] com a solução estoque de 60 g/L e a de trabalho de 900 mL/1000L, complementando o teor de Fe.

Tabela 2 – Concentração de nutrientes (mg.dm^{-3}) das soluções nutritivas e condutividade elétrica (CE) (dS.m^{-1}) das soluções nutritivas usadas nos tratamentos.

Nutriente	Solução Completa (100%)*	Solução* (70%)**	Tratamentos contendo K (mg.dm^{-3}) e Condutividades da Solução Nutritiva***				
			60 (2,10)***	120 (2,41)***	180 (2,30)***	240 (3,09)***	300 (3,46)***
N	198	138,6	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0
P	43,6	30,52	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
K	152,4	106,68	60,0	120,0	180,0	240,0	300,0
Ca	233	163,1	233,0	233,0	233,0	233,0	233,0
Mg	27	18,9	27	27	27	27	27
S	39	27,3	39	39	39	39	39
B	0,5	0,35	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fe	5	3,5	5	5	5	5	5
Cu	0,07	0,049	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Mn	0,1	0,07	1	1	1	1	1
Mo	0,075	0,0525	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Zn	0,4	0,28	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

*Sarruge (1975) modificado e utilizado no Laboratório de Solos da UEL.

**Solução nutritiva utilizada por 15 dias, para adaptação das mudas.

*** Médias da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva medida nos galões (dS.m^{-1}).

Fonte: a própria autora.

A concentração dos nutrientes foi monitorada, periodicamente, através da medição da condutividade elétrica (CE) do eluviado contido nos pratos plásticos, que ficavam abaixo dos vasos, em: 06/05, 13/05, 21/05, 10/06, 01/07, 08/07 e 15/07 de 2013, sendo que cada medição foi estabelecida pela média de 3 repetições por tratamento e, quando superior a $3,0 \text{ dS.m}^{-1}$, o ajuste era realizado mediante adição de água.

O sistema de gotejamento foi constituído por bombas submersas, com pressão de até 1,9 m.c.a e potência de 38 watts (modelo AT 203 da Atman®) e galões com capacidade de 80 L para cada tratamento. As bombas foram ligadas a um timer que determinava o tempo da irrigação (1 minuto). Cada gotejador foi regulado para uma vazão máxima de 300 mL/min. O turno de rega foi definido com base nas características climáticas – temperatura, umidade relativa do ar, que foram medidas dentro da casa de vegetação durante o experimento, com datalogger Instrutherm® modelo ht-500, e pelas características da cultura, variando de 1 a 5 vezes por dia o turno. As médias mensais das temperaturas e umidade relativa do ar estão contidas na Tabela 3.

Tabela 3 – Médias mensais da temperatura e umidade relativa do ar (URA) ocorridas dentro da casa de vegetação nos períodos de março a julho de 2013. Londrina, 2013.

Médias	Temperatura (°C)	URA (%)
Março*	33,6	42,0
Abril	26,0	64,4
Maio	27,5	57,0
Junho	23,8	72,6
Julho**	27,9	54,1

*Medido dia 27 a 31 de março.

** Medido dia 01 a 29 de julho.

As plantas foram tutoradas por fitilhos e arames, sendo conduzidas até o 3º cacho e, quando necessário, eram realizadas as desbrotas.

A folha índice (imediatamente acima do 2º cacho) de cada planta foi coletada aos 93 dias após transplântio (DAT), para verificar as condições nutricionais da cultura.

O controle fitossanitário foi realizado preventivamente e foram aplicados os seguintes inseticidas desde o início do cultivo: Cipermetrina (piretróide) 1 mL/L, uma vez a cada 15 dias, para broca grande do fruto (*Helicoverpa zea*), e Dipel® (biológico) 1 mL/ L, uma vez por semana, para a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*). Os fungicidas aplicados, a partir da fase reprodutiva, foram: Clorotalonil 5 mL/ L, uma vez por semana para pinta-preta, septoriose e oídio, e Amistar Top® 1 mL/L, uma vez a cada 15 dias, também para pinta-preta.

Foram avaliadas as massas das matérias frescas e secas das folha, caules e frutos. Para a raiz foi avaliada somente a massa seca. Os frutos foram contados e determinado o °brix, com refretômetro portátil. A determinação de nutrientes foi realizada conforme Malavolta et al. (1997).

Os frutos foram colhidos, conforme o amadurecimento, aos 88, 96, 108, 118 e 124 DAT. Ao final do experimento, as plantas foram colhidas por inteiro, seccionadas em folhas, caules e raízes. Em seguida, foram lavados em água corrente e enxaguados em água deionizada. Todos os tecidos coletados, incluindo os frutos, foram pesados para obtenção da massa fresca (g) e colocados na estufa de circulação de ar forçada a 55 °C até atingirem massa constante onde foi obtida a massa seca (g). Para levar à estufa, foram mantido em sacos de papel. Após a secagem, o material foi triturado (exceto raízes) no moinho tipo Willey, para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S do caule, folha e fruto. Através da

digestão sulfúrica foram obtidos os teores de N pelo método do microdestilador de Kjeldahl (BREMNER; KEENEY, 1965). A partir de digestão nítricoperclórica foram determinados os demais nutrientes, sendo os teores de P pela redução do fosfomolibdato pelo ácido ascórbico (BRAGA; DEFELIPO, 1974), o S por turbidimetria do sulfato (BLANCHAR et al., 1965), o K por fotometria de chama e o Ca, Mg e micronutrientes por espectrofotometria de absorção atômica.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, pelo programa Sisvar® versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das condutividades elétricas (CE) do eluviado em cada dose de K apresentou diferença significativa com ajuste linear crescente (Figura 1), sendo que a maior CE obtida ocorreu na dose 300 mg.dm⁻³ (3,31 dS.m⁻¹) e a menor foi verificada com 120 mg.dm⁻³ de K (2,28 dS.m⁻¹), conforme Tabela 4. Os resultados concordam com Genúncio et al. (2006), em trabalho com crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidropônico em concentração iônica da solução nutritiva, onde observaram valores superiores a 2,0 dS.m⁻¹ na CE.

Tabela 4 – Médias das condutividades elétricas (CE) do eluviado, em 7 épocas (06/05, 13/05, 21/05, 10/06, 01/07, 08/07 e 15/07 de 2013), do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.

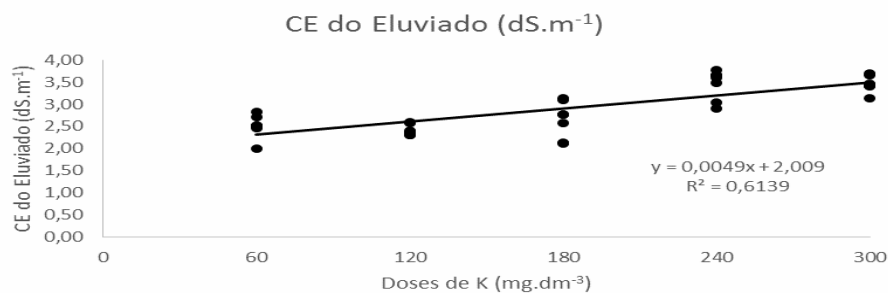
	Doses de K mg.dm ⁻³					CV(%)	p>F*
	60	120	180	240	300		
CE eluviado dS.m ⁻¹	(2,10)**	(2,41)**	(2,30)**	(3,09)**	(3,46)**	15,14	*
	2,48	2,28	2,7	3,09	3,31		

*: Para dados significativos a 5% pela análise de regressão.

** Médias da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva medida nos galões (dS.m⁻¹).

Fonte: a própria autora.

Figura 1 – Médias das condutividades elétricas (CE) do eluviado em 7 épocas (06/05, 13/05, 21/05, 10/06, 01/07, 08/07 e 15/07 de 2013), do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.



Fonte: a própria autora.

As concentrações dos nutrientes encontrados na folha índice (FI) são encontrados nas Tabelas 5 e 6, onde os nutrientes que apresentaram diferença significativa foram o K, Ca, Cu, Fe e Mn, todos com ajuste linear positivo (Figura 2a, 2c, 2d e 2e), menos para o Ca, que teve ajuste linear negativo (decréscante) (Figura 3b).

Os valores encontrados no presente trabalho são próximos dos resultados encontrados por Fernandes et al. (2002), conforme Tabela 5 e 6, diferindo-se apenas para Ca, Mg, S, Cu, Fe. Os nutrientes cujos valores concordam com os de Andrade (2012) foram Ca, Mg, S, Cu e Mn e os valores que se aproximaram dos trabalhos da EMBRAPA (2006) com tomate, foram referentes aos nutrientes K, Ca, S e Fe.

É possível observar também que o aumento das doses de K reduziu o teor de Ca na folha índice, tornando evidente a competição pelo mesmo sítio de absorção, concordando com diversos autores, como Marschner (1995) e Braga (2012), que mencionam o fato do acúmulo de K diminuir a absorção de sódio (Na), Ca, P e S. Nos resultados encontrados, somente o Ca teve seu teor diminuído significativamente na folha índice.

Tabela 5 – Concentração de macronutrientes contidos na folha índice (FI) do tomateiro (folha imediatamente acima do 2º cacho, 93 DAT) cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.

Folha Índice						
Macronutrientes (g.kg ⁻¹)						
Doses de K (mg.dm ⁻³)	N	P	K	Ca	Mg	S
60	33,833	9,767	30,969	34,670	3,002	11,871
120	32,165	10,634	35,007	36,539	3,046	14,945
180	29,820	10,680	37,688	30,118	2,713	14,410
240	32,278	10,547	48,841	19,271	2,930	16,433
300	34,300	9,568	48,411	18,761	2,734	14,646
CV (%)	12,32	13,76	25,17	32,66	21,21	23,42
p>F*	ns	ns	*	*	ns	ns
	N	P	K	Ca	Mg	S
¹ Andrade (2012)	42,330	7,430	21,700	30,390	3,450	11,010
² EMBRAPA (2006)	60,000	7,500	50,000	30,000	6,000	12,000
³ Fernandes et al. (2002)	32,000	13,000	51,000	45,000	9,000	18,000

¹ ANDRADE (2012), em trabalho com o tomate cv. Plutão, segundo cacho, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica e dos nutrientes corrigidos individualmente na solução nutritiva. ² EMBRAPA (2006), conforme Silva et al., (2000), disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/adubacao.htm. ³ FERNANDES et al. (2002), cultivo hidropônico, único cacho, folha abaixo do 1º cacho na fase 1ª do fruto maduro.

*: Para dados significativos a 5% pelo teste de regressão.

ns: Para dados não significativos a 5% pelo teste de regressão.

Fonte: a própria autora.

Tabela 6 – Concentração de micronutrientes contidos na folha índice (FI) do tomateiro (folha imediatamente acima do 2º cacho, 93 DAT) cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.

Folha Índice				
Doses de K (mg.dm⁻³)	Micronutrientes (mg.kg⁻¹)			
	Cu	Fe	Mn	Zn
60	21,111	480,889	655,780	38,760
120	24,750	511,550	693,800	40,500
180	28,550	556,700	697,060	35,700
240	41,333	542,056	900,833	49,944
300	40,389	608,333	839,389	48,556
CV (%)	28,83	16,91	22,43	32,76
p>F*	*	*	*	ns
	Cu	Fe	Mn	Zn
¹ Andrade (2012)	43,290	456,960	667,260	63,800
² EMBRAPA (2006)	10 a 20	600,000	400,000	60 a 70
³ Fernandes et al. (2002)	10,000	209,000	665,000	96,000

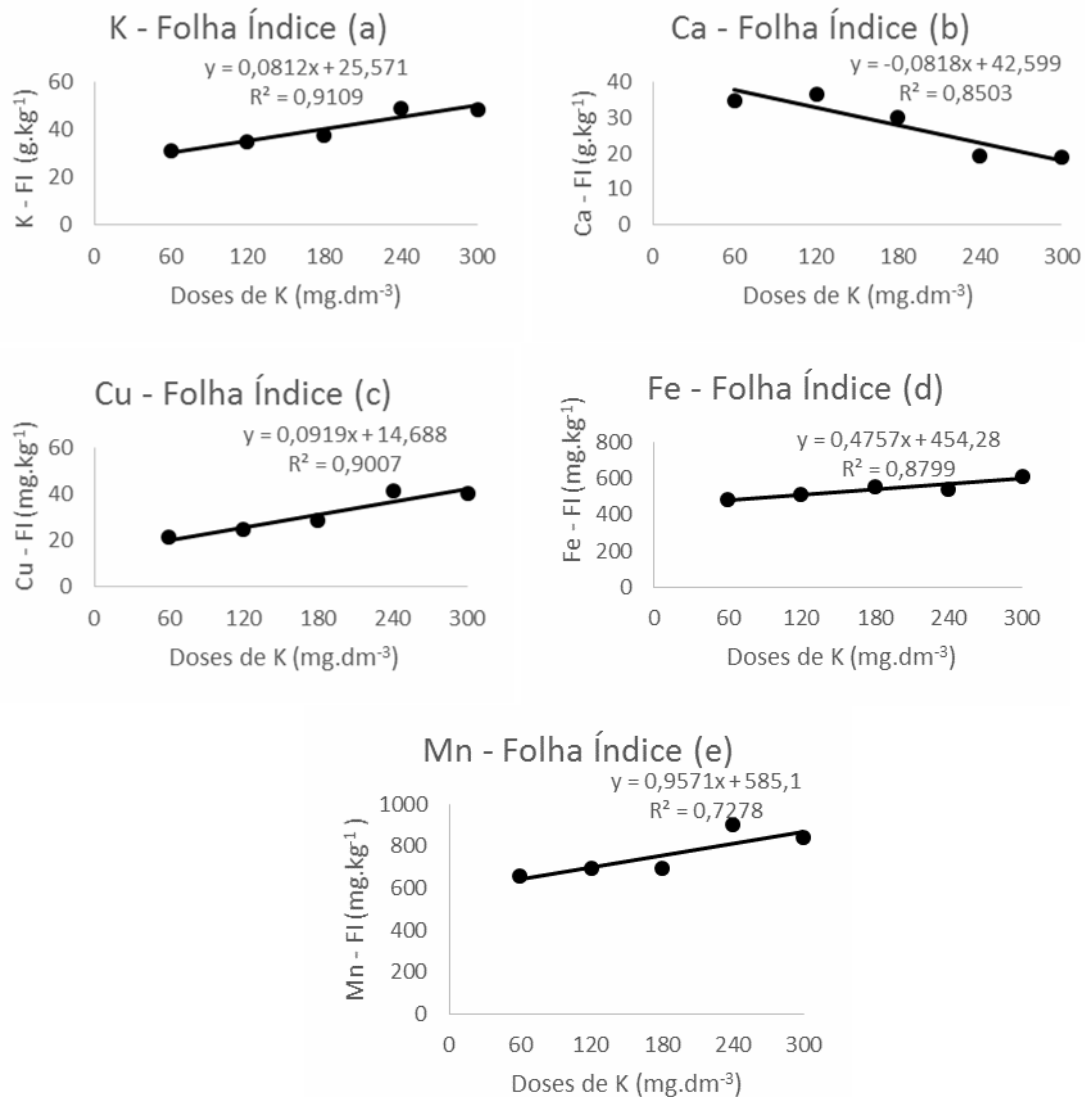
¹ ANDRADE (2012), em trabalho com o tomate cv. Plutão, segundo cacho, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica e dos nutrientes corrigidos individualmente na solução nutritiva. ² EMBRAPA (2006), conforme Silva et al., (2000), disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/adubacao.htm. ³ FERNANDES et al. (2002), cultivo hidropônico, único cacho, folha abaixo do 1º cacho na fase 1ª do fruto maduro.

*: Para dados significativos a 5% pelo teste de regressão.

ns: Para dados não significativos a 5% pelo teste de regressão.

Fonte: a própria autora.

Figura 2 – Concentração de macro e micronutrientes nas folhas índices (FI) do tomateiro, cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.



Fonte: a própria autora.

Foi possível verificar que as variáveis massa seca total do caule (MSTCaule), massa seca total do fruto (MSTFruto), °brix e produtividade, todos com resposta linear positiva, exceto para MSTCaule, onde ocorreu resposta quadrática positiva (Figura 3a, 3b, 3c e 3d), apresentaram influência significativa das doses de K.

A dose onde a MSTCaule se destacou foi 240 mg.dm⁻³ de K, com 36,18 g/pl (Tabela 7) e, após, na dose 120 mg.dm⁻³ de K, com 30,42 g/pl. Genúncio et al. (2009), trabalhando com doses de K (150, 200 e 250 kg ha⁻¹) avaliando o crescimento do tomateiro em condições de campo em dois estádios de avaliação

(floração e formação do fruto do 1º cacho) encontraram resultados que variaram entre 9,4 a 10,2 g/pl, não ocorrendo diferença significativa entre as mesmas, discordando do presente trabalho, onde houve diferença, como também valores maiores encontrados em decorrência das doses de K.

Na MSTFruto (Tabela 7) foi possível verificar significância devido as doses de K, onde foram encontrados valores que variaram de 37,85 g/pl na menor dose de K (60 mg dm^{-3}) a 61,68 g/pl na maior dose (300 mg dm^{-3}), discordando novamente dos valores encontrados por Genúncio et al. (2009), que foram 1,61 a 2,85 g/pl. Essas diferenças, provavelmente, devem-se ao fato dos cultivos de ambos os trabalhos serem distintos e a variedade ser diferente.

Conforme o aumento das doses, maior foi o °brix observado, mostrando que o K influencia diretamente no metabolismo do açúcar dentro dos frutos. Os valores variaram de 4,12 a 4,65 °brix (Tabela 7), conforme o aumento das doses. O aumento de °Brix, que está relacionado com a quantidade de açúcares e conseqüentemente ao sabor dos frutos, confere maior qualidade ao produto (IANCKIEVICZ et al., 2013). Valores entre 4,0 e 6,0 °brix são geralmente encontrados em cultivares de tomateiro, mas estes padrões podem sofrer variações em virtude do comportamento fisiológico da cultivar, do estágio de maturação do fruto, da estação do ano e de possíveis danos físicos e doenças do tomateiro (FILGUEIRA, 2008). Frutos de tomateiro considerados adequados quanto ao uso devem apresentar sólidos solúveis totais acima de 4,0 °brix (SILVA et al., 2000).

Na Tabela 7 também pode ser observada a produtividade. O maior valor encontrado foi alcançado na dose 300 mg.dm^{-3} de K, com $80,01 \text{ t.ha}^{-1}$, concordando com Sara Mejía et al. (2007) que também observaram incremento na produção de massa fresca de acordo com o aumento da concentração de nutrientes até que se atinja o ponto de saturação onde a produção diminui consideravelmente. A produtividade, em função das doses de K na solução nutritiva, aumentou até a dose 180 mg.dm^{-3} de K, chegando a $76,23 \text{ t.ha}^{-1}$. Nas doses posteriores (240 e 300 mg.dm^{-3}) o efeito foi menos evidente, decaindo para $71,54 \text{ t.ha}^{-1}$ e voltando a subir para $80,01 \text{ t.ha}^{-1}$, respectivamente.

Os valores encontrados estão dentro do esperado e concordam com os valores de trabalhos de Gonçalves e Ventura (2009) que, em estudos com comportamento de cultivares de tomate italiano (saladete) em cultivo convencional, verificaram produtividade média de 50 t.ha^{-1} da variedade Giuliana. Já Roquejani et

al. (2008), em seus estudos com produtividade e qualidade de híbridos de tomate dos segmentos italiano e santa cruz em ambiente protegido, quando raleados, tiveram uma produtividade média de 106,7 t.ha⁻¹ da variedade Giuliana. A produtividade no presente trabalho pode não ter sido maior que 80,01 t.ha⁻¹ devido a características da cultivar.

Tabela 7 – Massa Seca Total do Caule (MSTCaule), Massa Seca Total da Folha (MSTFolha), Massa Seca Total do Fruto (MSTFruto), Massa Seca Total da Raiz (MSTRaiz), °Brix e Produtividade do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.

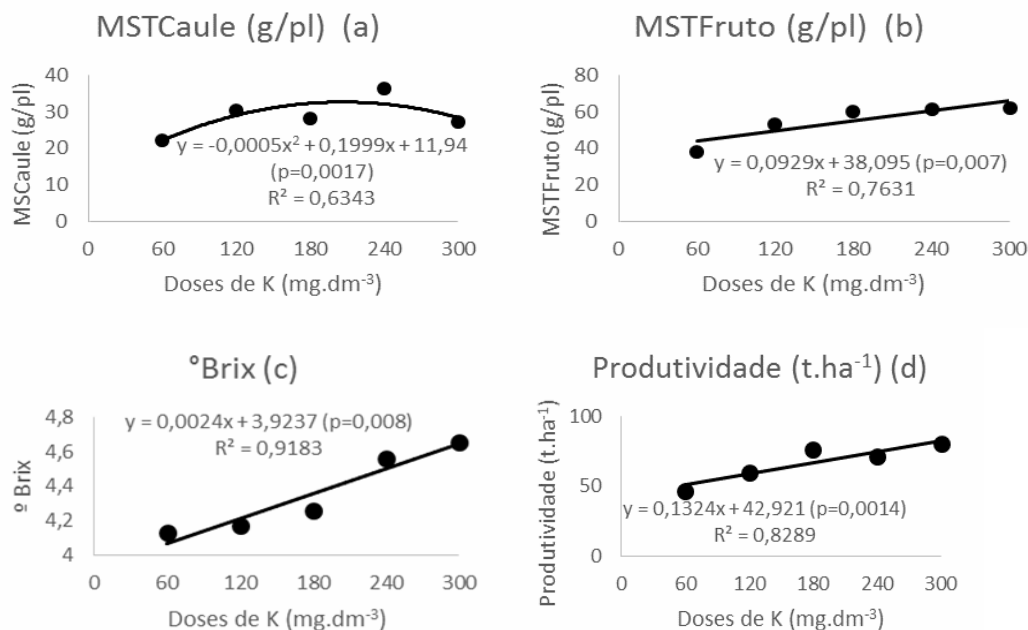
MST (g/pl)	Doses de K (mg.dm ⁻³)					CV (%)	p>F*
	60	120	180	240	300		
Caule	22,16	30,42	28,08	36,18	27,04	24,76	*
Folha	28,87	36,62	34,67	37,91	36,73	32,37	ns
Fruto	37,85	53,18	60,1	61,23	61,68	30,54	*
Raiz	12,10	18,31	14,11	12,77	12,77	45,65	ns
°Brix	4,12	4,17	4,26	4,56	4,65	7,17	*
Produtividade t.ha ⁻¹	46,13	59,85	76,23	71,54	80,01	28,34	*

*: Para dados significativos a 5% pela análise de regressão.

ns: Para dados não significativos a 5% pela análise de regressão.

Fonte: a própria autora.

Figura 3 – Massa Seca Total do Caule (MSTCaule), Massa Seca Total do Fruto (MSTFruto), °Brix e Produtividade do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.



Fonte: a própria autora.

De acordo com a Tabela 8, o nutriente K nos frutos do tomateiro teve resposta linear positiva (Figura 4) e foi o único influenciado pelos tratamentos, visto que sua concentração foi aumentando conforme as doses. Além disso, apresentou mais que o dobro da concentração do N (que normalmente tem elevadas concentrações nos tecidos vegetais), que variou de 19,28 a 27,6 g.kg⁻¹. Já o K variou entre 35,57 a 74,62 g.kg⁻¹. É possível verificar também que na maior dose de K (300 mg dm⁻³) menor foi a concentração do Ca nos frutos, variando de 1,43 g kg⁻¹ a 1,09 g kg⁻¹ (Tabela 8), embora não tenha ocorrido diferença significativa em decorrência das doses.

Os resultados no presente trabalho foram diferentes dos obtidos por Sampaio e Fontes (1998) que, em seus estudos verificando qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com K (186 kg.ha⁻¹) em solo coberto com polietileno preto, não observaram influência significativa do K nos frutos.

Entretanto, os resultados encontrados concordam com os de Blanco e Folegatti (2008b), que trabalharam com doses de K no tomateiro híbrido “Facundo”, sob estresse salino, e verificaram que, quanto maior a dose de K, maior foi a absorção pelos frutos, sendo que a maior concentração encontrada foi 35 g.kg⁻¹, na maior dose aplicada (24 g.planta⁻¹ de K).

Tabela 8 – Concentração de macronutrientes (g.kg⁻¹) e micronutrientes (mg.kg⁻¹) analisados nos frutos do tomateiro (média de todos os frutos da planta) cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.

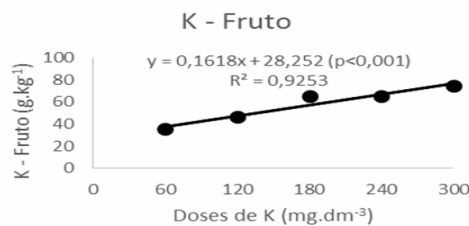
Frutos Nutrientes	Doses de K (mg.dm ⁻³)					CV (%)	p>F*
	60	120	180	240	300		
N	21,99	22,13	22,35	27,6	19,28	29,02	ns
P	7,13	6,33	7,99	6,47	6,17	26,75	ns
K	35,57	46,27	65,15	65,26	74,62	20,54	*
Ca	1,29	1,43	1,29	1,23	1,09	63,43	ns
Mg	1,56	1,89	2,08	1,72	1,64	22,82	ns
S	2,41	2,05	2,56	3,04	2,17	28,05	ns
Cu	7,61	8,68	12,05	11,18	10,47	33,45	ns
Fe	121,72	114,88	146,4	160,13	165,6	36,14	ns
Mn	70,56	75,02	78,98	100,86	80,87	30,22	ns
Zn	44,6	32,85	33,05	39,73	26,37	40,52	ns

*: Para dados significativos a 5% pelo teste de regressão.

ns: Para dados não significativos a 5% pelo teste de regressão.

Fonte: a própria autora.

Figura 4 – Concentração de K nos frutos do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.



Fonte: a própria autora.

Nas tabelas 7 e 8 podem ser observadas a extração de nutrientes nas folhas, que sofreram influência significativa das doses de K., sendo que o K, S e Mn foram os mais extraídos. Conforme o aumento das doses, maior era a extração do K (Tabela 7), que variou entre 71,61 (dose 60 mg.dm⁻³) a 136,82 kg.ha⁻¹ (dose 300 mg.dm⁻³), apresentando ajuste linear crescente (Figura 5a) sendo, portanto, superior ao encontrado por Andrade (2012), com K no valor de 45,79 kg.ha⁻¹, em seu trabalho com tomate cv. Plutão cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica na solução nutritiva e por Prado et al. (2011), que teve resultado para K com 20,52 kg.ha⁻¹, em trabalho com crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro. Já Lucena et al. (2013), em trabalho com extração de massa seca e nutrientes pelo tomateiro 'SM-16' cultivado em solo com diferentes coberturas, encontrou 120,1 kg.ha⁻¹ de K, tendo, dessa maneira, resultado semelhante ao das doses 180 e 240 mg.dm⁻³ (126,55 e 114,38 kg.ha⁻¹ de K, respectivamente). O S teve a maior extração na dose 300 mg.dm⁻³ (34,67 kg.ha⁻¹) apresentando ajuste linear crescente (Figura 5b), entretanto não diferiu significativamente da dose 180 mg.dm⁻³ (33,42 kg.ha⁻¹). O resultado de Andrade (2012) (24 kg.ha⁻¹) se assemelhou ao do tratamento contendo 240 mg.dm⁻³ de K (31,15 kg.ha⁻¹) e também à média dos tratamentos (26,24 kg.ha⁻¹). Ao comparar com Prado et al. (2011) (6,48 kg.ha⁻¹), todos os resultados para S, no presente trabalho, foram superiores. O K propicia maior síntese do que desdobramento de proteína e, provavelmente, a folha, ao necessitar de aminoácidos contendo S, teve dificuldade de translocação do mesmo para lugares de demanda, devido ao aumento das doses de K, ocorrendo uma tendência de acúmulo do S. Para o Mn, que teve ajuste linear crescente (Figura 5c), Andrade (2012) encontrou resultado superior (2,2 kg.ha⁻¹) aos apresentados no presente trabalho, que variaram entre 0,1191 a 0,2095 kg.ha⁻¹

(Tabela 8), já Prado et al. (2011) encontrou valor $0,1008 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, que se assemelhou ao das doses $60 \text{ e } 120 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ($0,1191 \text{ e } 0,1277 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente).

A extração de nutrientes nos caules apresentou diferença significativa apenas no K (Tabela 7), sendo que a maior extração ocorreu na dose $240 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ de K, alcançando $106,96 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com ajuste quadrático (Figura 5d), o que foi superior quando comparado com Andrade (2012), que encontrou $25,94 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de K, Lucena et al. (2013) com $59,65 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e Prado et al. (2011) com $13,68 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Conforme aumentavam-se as doses de K, os nutrientes K (Tabela 7) e Cu (Tabela 8) nos frutos sofreram influência significativa. Para o K, na menor dose ($60 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) foi onde se obteve $74,15 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de extração deste nutriente e na maior dose de K ($300 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) $261,08 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com ajuste linear crescente (Figura 5e), valor que se mostrou superior quando comparado com Andrade et al. (2012) ($35,40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de K), Lucena et al. (2013) ($178,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de K) e Prado et al. (2011) ($41,04 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). É válido ressaltar a pequena quantidade de Ca encontrado nos frutos ($4,24 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), em comparação com folha ($59,57 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e caule ($20,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Isso se deve ao fato do fruto ser pouco irrigado pelo xilema e por possuir uma película que respira pouco, com isso a distribuição do Ca ocorre mais em favor da parte vegetativa pois é resultado desse nutriente ser transportado quase que exclusivamente pelo xilema e conduzido principalmente pela corrente transpiratória (GRANGEIRO et al., 2005). Com estes resultados é possível verificar que o K, componente essencial na saúde humana, também possui elevadas quantidades não só no fruto da banana, mas também no tomate, tendo neste um teor maior. Quanto ao Cu, na menor dose de K ($60 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) foi onde também resultou a menor extração que foi $0,0159 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e na dose de $240 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ de K foi onde ocorreu a maior extração, com $0,0419 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com ajuste quadrático decrescente (Figura 5f), sendo inferior ao valor encontrado por Andrade et al. (2012) que foi $0,08 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. O valor decorrente da dose $60 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ de K ($0,0159 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) foi semelhante ao resultado de Prado et al. (2011), com $0,0147 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. O Cu é um metal e as doses de K podem ter interferido em seu aumento no fruto.

O total dos nutrientes nas Folhas, Caules e Frutos evidenciou que o K foi o nutriente que mais foi extraído pelos órgãos analisados, tendo sua maior extração na dose $300 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Entretanto, conforme a Tabela 7, na dose $240 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ de K foi onde apresentou a maior extração total dos nutrientes (Folhas,

Caule e Frutos), ocorrendo um decréscimo nas doses 300, 180, 120 e 60 mg.dm⁻³ de K, respectivamente.

Tabela 9 – Extração de macronutrientes contidos nas Folhas (F), Caules (C) e Frutos (Fr) do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.

	Trat K	N	P	K	Ca	Mg	S
	mg.dm ⁻³	kg.ha ⁻¹ *2					
Folhas	60	44,03	20,68	71,61	47,62	5,94	16,99
	120	58,97	22,37	91,62	49,14	7,35	17,96
	180	68,5	26,43	126,55	71,88	9,73	33,42
	240	58,18	21,39	114,38	63,73	8,11	31,15
	300	54,12	22,42	136,82	65,46	7,94	34,67
	Média	56,76	22,66	108,2	59,57	7,81	26,24
	p>F*	ns	ns	*	ns	ns	*
¹ Andrade (2012)		87,97	18,19	45,78	55,27	5,72	24
² Lucena et al. (2013)		78,33	7,41	120,1	106,96	25,41	-
³ Prado et al. (2011)		20,88	6,97	20,52	32,48	7,48	6,48
Caules	60	31,81	11,14	41,88	16,3	2,23	4,32
	120	40,37	15,58	64,28	19,07	2,82	5,63
	180	29,15	14,36	77,92	21,74	2,45	5,43
	240	36,6	16,57	106,96	23,32	2,83	7,03
	300	31,02	14,83	82,88	20,06	2,53	5,93
	Média	33,79	14,5	74,78	20,1	2,57	5,67
	p>F*	ns	ns	*	ns	ns	ns
¹ Andrade (2012)		49,85	10,31	25,94	31,32	3,24	13,6
² Lucena et al. (2013)		14,4	3,52	59,65	12,93	5,15	-
³ Prado et al. (2011)		6,26	4,34	13,68	12,06	3,13	2,48
Frutos	60	47,16	15,16	74,15	2,71	3,32	5,24
	120	63,33	19,96	147,49	2,23	5,98	6,75
	180	73,4	24,72	204,43	5,8	6,49	8,32
	240	112,65	24,45	255,27	6,67	6,54	11,67
	300	63,33	21,05	261,08	3,77	5,63	7,59
	Média	71,97	21,07	188,48	4,24	5,59	7,91
	p>F*	ns	ns	*	ns	ns	ns
¹ Andrade (2012)		68,04	14,07	35,4	4,27	4,42	18,56
² Lucena et al. (2013)		133,72	14,83	178,6	3,72	8,68	-
³ Prado et al. (2011)		23,49	7,17	41,04	0,928	2,58	1,62
(Total: F, C, Fr)	60	123	46,98	187,64	66,63	11,49	26,55
	120	162,67	57,91	303,39	70,44	16,15	30,34
	180	171,05	65,51	408,9	99,42	18,67	47,17
	240	207,43	62,41	476,61	93,72	17,48	49,85
	300	148,47	58,3	480,78	89,29	16,1	48,19

*: Para dados significativos a 5% pelo teste de regressão.

ns: Para dados não significativos a 5% pelo teste de regressão.

²: Considerando 55555 plantas/ha (0,30 m entre vasos x 0,60 m entre linhas).

¹ ANDRADE (2012), em trabalho com o tomate cv. Plutão, segundo cacho, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica e dos nutrientes corrigidos individualmente na solução nutritiva. ² LUCENA et al. (2013), em trabalho com extração de massa seca e nutrientes pelo tomateiro 'SM-16' cultivado em solo com diferentes coberturas. ³ PRADO et al. (2011), em trabalho com crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico.

Fonte: a própria autora.

Tabela 10 – Extração de micronutrientes contidos na Folhas (F), Caules (C) e Frutos (Fr) do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.

	K	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg.dm ⁻³	kg.ha ⁻¹ ²			
Folhas	60	0,0151	1,1454	0,1161	0,1859
	120	0,0185	1,3049	0,1277	0,1412
	180	0,0289	1,6209	0,2095	0,2156
	240	0,0255	1,2833	0,1942	0,1867
	300	0,0299	1,2271	0,2001	0,2172
	Média	0,0236	1,3163	0,1695	0,1893
	p>F*	ns	ns	*	ns
¹ Andrade (2012)		0,1	2,61	2,2	0,31
² Prado et al. (2011)		0,0332	0,145	0,1008	0,1575
Caules	60	0,0137	0,1908	0,1823	0,2707
	120	0,0197	0,3196	0,2239	0,3799
	180	0,0174	0,2752	0,2657	0,2473
	240	0,0254	0,3199	0,316	0,3617
	300	0,0199	0,2903	0,221	0,3469
	Média	0,0192	0,2792	0,2418	0,3113
	p>F*	ns	ns	ns	ns
¹ Andrade (2012)		0,06	1,48	1,25	0,17
² Prado et al. (2011)		0,0115	0,025	0,352	0,055
Frutos	60	0,0159	0,266	0,1522	0,0943
	120	0,0273	0,3718	0,2493	0,1037
	180	0,0371	0,4692	0,2431	0,1043
	240	0,0419	0,6356	0,3831	0,1427
	300	0,0348	0,5675	0,2672	0,0882
	Média	0,0314	0,4620	0,2590	0,1066
	p>F*	*	ns	ns	ns
¹ Andrade (2012)		0,08	2,02	1,7	0,24
² Prado et al. (2011)		0,0147	0,045	0,0176	0,0275
(Total: F, C, Fr)	60	0,0447	1,6022	0,4506	0,5509
	120	0,0655	1,9963	0,6009	0,6248
	180	0,0834	2,3653	0,7183	0,5672
	240	0,0928	2,2388	0,8933	0,6911
	300	0,0847	2,0849	0,6883	0,6523

*: Para dados significativos a 5% pelo teste de regressão.

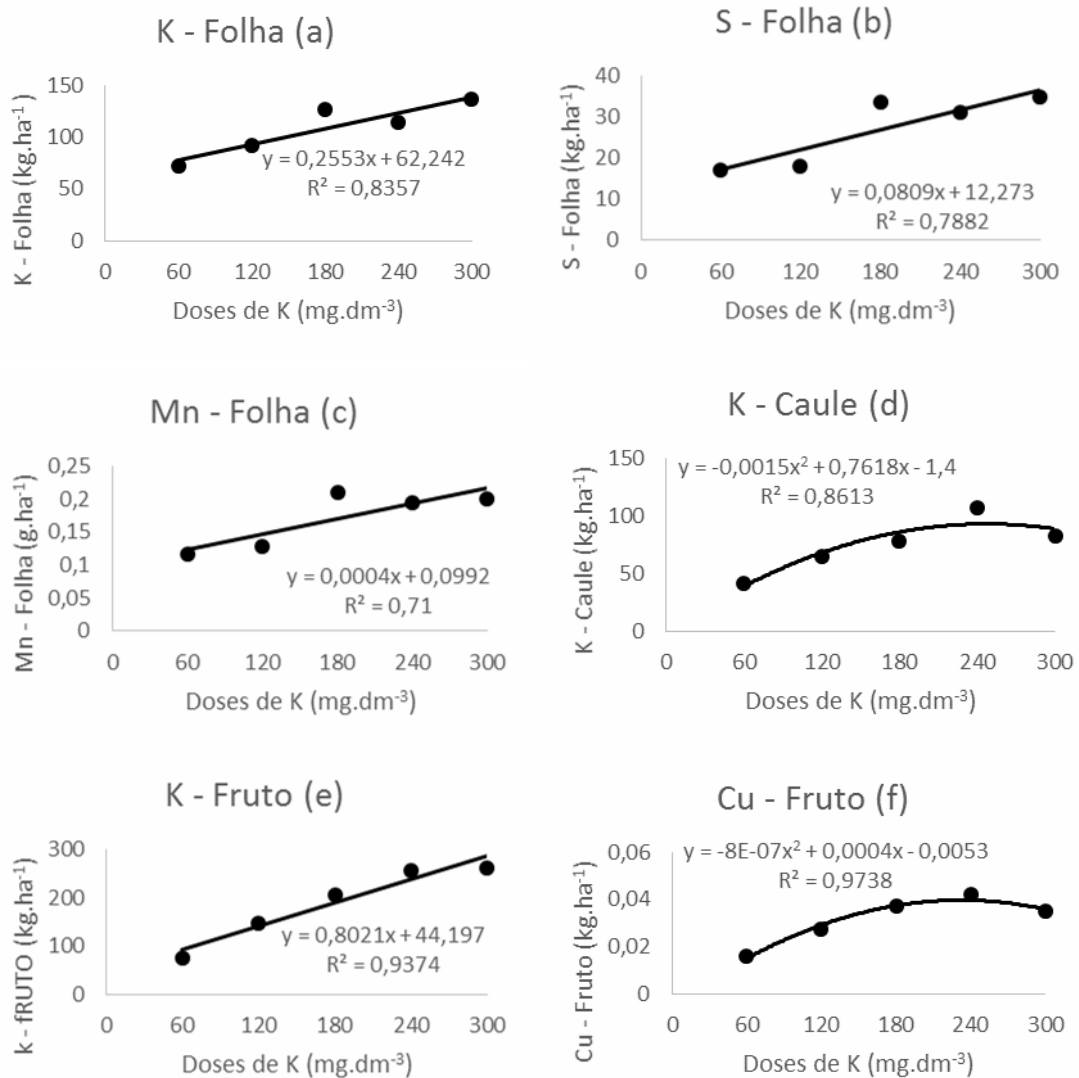
ns: Para dados não significativos a 5% pelo teste de regressão.

²: Considerando 55555 plantas/ha (0,30 m entre vasos x 0,60 m entre linhas).

¹ ANDRADE (2012), em trabalho com o tomate cv. Plutão, segundo cacho, cultivado em areia em função do manejo da condutividade elétrica e dos nutrientes corrigidos individualmente na solução nutritiva. ² PRADO et al. (2011), em trabalho com crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico

Fonte: a própria autora.

Figura 5 – Extração de nutrientes do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.



Fonte: a própria autora.

Quanto a extração em porcentagem da matéria seca total (Tabelas 9 e 10), os nutrientes que mais foram extraídos para as folhas foram Ca, S, Fe, Mg e P; para os caules apenas o Zn se destacou como sendo o nutriente que mais foi extraído e para o fruto foram K, N, Cu e Mn, todos em ordem decrescente. Também foi possível constatar que os frutos foram os maiores acumuladores de K, apresentando 49,20% do total absorvido pela planta. À medida em que os frutos começaram a se desenvolver, ocorreu um aumento na absorção de N, P, Ca e K pelas plantas. As folhas foram, até esse estágio, o órgão da planta com maior concentração desses nutrientes e massa seca. À partir disso, passaram

gradativamente a se acumular em maior quantidade nos frutos, exceto o Ca. Segundo Goto et al. (2001), o acúmulo e a distribuição dos nutrientes minerais na planta dependem de seu estágio de desenvolvimento. Fernandes et al. (1975), estudando a absorção de nutrientes pelo tomateiro em cultivo rasteiro, observaram que os frutos acumularam $K > N > P > Mg > S > Ca$ e os micros $Fe > Zn > Cu > Mn$, do total absorvido pela planta, respectivamente, concordando parcialmente com os resultados do trabalho em questão. Haag et al. (1978), em experimento de campo, notaram que o K, N e P foram os nutrientes onde houve maior extração pela cultura toda. Esta diferença na ordem de extração dos nutrientes, possivelmente, ocorreu devido à cultivar e ao meio de cultivo distintos.

Tabela 11 – Extração de macronutrientes, em % / órgão, na massa seca total das Folhas (F), Caules (C) e Frutos (Fr) do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.

	K	N	P	K	Ca	Mg	S
	mg.dm ⁻³			%			
Folhas	60	35,8	44,02	38,16	71,48	51,69	62,95
	120	35,14	38,63	30,2	66,39	45,52	59,2
	180	40,05	40,34	30,95	73,38	52,13	70,85
	240	27,57	33,75	23,61	68,39	45,92	62,05
	300	36,45	38,45	28,46	73,31	49,31	71,95
	Média	35,10	39,14	30,35	70,84	49,01	65,70
Caules	60	25,87	23,72	22,32	24,46	19,39	16,73
	120	24,31	26,9	21,19	25,77	17,44	18,54
	180	17,04	21,93	19,06	22,19	13,12	11,52
	240	17,64	26,55	22,08	25,02	15,98	14
	300	20,89	25,44	17,24	22,47	15,73	12,31
	Média	21,15	24,91	20,45	24,05	16,37	14,54
Frutos	60	38,34	32,26	39,52	4,07	28,91	20,32
	120	40,54	34,47	48,62	7,84	37,04	22,26
	180	42,91	37,73	50	4,43	34,76	17,63
	240	55,09	40,1	54,32	6,58	38,1	23,95
	300	42,66	36,11	54,3	4,22	34,96	15,75
	Média	43,75	35,95	49,20	5,11	34,62	19,76
(Total: F, C, Fr)	60	100	100	100	100	100	100
	120	100	100	100	100	100	100
	180	100	100	100	100	100	100
	240	100	100	100	100	100	100
	300	100	100	100	100	100	100

Fonte: a própria autora.

Tabela 12 – Extração de micronutrientes, em % / órgão, na massa seca total da Folhas (F), Caules (C) e Frutos (Fr) do tomateiro cv. Pizzadoro, cultivado via fertirrigação, em vasos contendo areia, em função de 5 doses de K. Londrina, 2013.

	K	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg.dm ⁻³		%		
Folhas	60	33,9	71,49	25,77	33,74
	120	28,27	65,37	21,26	22,6
	180	34,68	68,53	29,17	38,01
	240	27,51	57,96	21,74	27,01
	300	35,43	58,86	29,08	33,3
	Média	32,03	64,44	25,47	31,01
Caules	60	30,5	11,91	40,45	49,15
	120	30,06	16,01	37,26	60,81
	180	20,87	11,64	36,98	43,59
	240	27,38	14,29	35,37	52,35
	300	23,45	13,92	32,1	53,18
	Média	26,52	13,59	36,55	51,97
Frutos	60	35,59	16,6	33,78	17,11
	120	41,67	18,62	41,48	16,6
	180	44,44	19,84	33,85	18,4
	240	45,11	28,39	42,89	20,64
	300	41,12	27,22	38,82	13,52
	Média	41,45	21,97	37,98	17,02
(Total: F, C, Fr)	60	100	100	100	100
	120	100	100	100	100
	180	100	100	100	100
	240	100	100	100	100
	300	100	100	100	100

Fonte: a própria autora.

5 CONCLUSÕES

Os resultados mostraram as doses de K influenciaram significativamente na CE do eluviado, produtividade, °brix, frutos e extração de nutrientes do tomateiro híbrido Pizzadoro. Entretanto, a dose 240 mg.dm^{-3} foi a que resultou maior extração total de nutrientes. O órgão que mais absorveu e extraiu K foi o fruto.

REFERÊNCIAS

- ABAK, K.; CELIKEL, G. Comparison of some Turkish originated organic and inorganic substrates for tomato soilless culture. **Acta Horticulturae**, n. 366, p. 423-429, 1994.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, 2004.
- AMABLE, B. A.; SINNADURAI, S. The influence of potassium, calcium and irrigation treatments on tomato fruit quality. **Acta Horticulturae**, n. 53, p. 65-170, 1977.
- ANDRADE, B. L. G. **Manejo da fertirrigação do tomateiro cultivado em vaso com areia**. 2012. 62 f. Tese (mestrado em Agronomia: Solos). Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, 2012.
- 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. 28-32, 1997.
- ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, 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, 2009.
- ANDRIOLO, J. L.; LUZ, G. L. DA.; BORTOLOTTI, O. C.; GODOI, R. DOS S. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três doses de solução nutritiva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p. 781-787, 2005.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. **Water Quality for Agriculture**. Paraíba: UFPB. 1991.
- BAR-YOSEF, B. Fertilization under drip irrigation. In: **Fluid Fertilizer Science and Technology**. PALGRAVE, D. A. ed. Marcel Dekker, Inc., New York, p. 285-329, 1991.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; HENRIQUES NETO, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: In. Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.12, n.1, p.26–33, 2008a.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.122–127, 2008b.
- 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, G. N. M. 2010. **As vantagens da Fertirrigação**. Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2010/04/as-vantagens-da-fertirrigacao.html>>. Acesso em: maio 2012.
- BRAGA, G. N. M. 2012. **Interação entre os nutrientes**. Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2012/11/interacao-entre-os-nutrientes-das.html>>. Acesso em: 16 de janeiro de 2014.
- 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.
- BRANDÃO, 2010. **Tomate**. Disponível em: <<http://wsouzen.alimentoswilson.com.br/noticias.php?cod=29>>. Acesso em: 11 jun. 2012.
- BREMNER, J.M.; KEENEY, D.R. Determination and isotope-ratio analysis of different forms of nitrogen in soils 3: Exchangeable ammonium, nitrate, and nitrite by extraction-distillation methods. **Soil Science Society of America Journal**, v.30, p.577-582, 1965.
- BURGUEÑO, H. **La fertirrigación en cultivos hortícolas con alcohado plástico**. 1.ed. Culiacán: Bursar, 1996.
- CALABRETTA, C.; NUCIFORA, M.T.; FERRO, B.; NATALE, V. New techniques for the cultivation and defence of tomato crops in cold greenhouses in the area Ragusa (Sicily). **Acta Horticulturae**, Leuven, Bélgica, n.361, p.530-544, 1994.
- CANÇADO-JÚNIOR, F.L.; CAMARGO-FILHO, W.P.; ESTANISLAU, M.L.L.; PAIVA, B.M.; MAZZEI, A.R.; ALVES, H.S. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.24, n. 219, p.7-18, 2003.
- CARDOSO 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. **Hortic. Bras.**, Brasília, v.27, n.2, p. S2653 – S2657, 2009.
- CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p. 5-9, 2004.
- COMETTI, N. N.; FURLANI, P. R.; RUIZ, H. A.; FERNANDES FILHO, I. Soluções nutritivas: formulações e aplicações. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**, 22 ed Viçosa, MG: SBCS, p.89 – 114, 2006.
- ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, p.83-89, 2007.
- ELOI, M. W; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; MIRANDA, J. H. Rendimento comercial do tomateiro em resposta à salinização ocasionada pela fertigação em ambiente protegida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.15, n.5, p.471–476, 2011.

- EMBRAPA, 2006. **Cultivo de tomate para industrialização**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/adubacao.htm>. Acesso em: jan.2014.
- FARIA, F. F.; OLIVEIRA, J. T. A. Matriz de coeficientes técnicos da cultura do tomate de mesa: base para cálculos dos custos de produção e colheita. Relatório da FeAgri, **Universidade Estadual de Campinas**. Julho, 2005.
- 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, 2002.
- 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, 2002.
- FERNANDES, P.D.; CHURATA-MASCA, M.G.C.; OLIVEIRA, G.D.; HAAG, H.P. Absorção de nutrientes pelo tomateiro em cultivo rasteiro. In: NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS, v. 32, 1975, **Anais...** Piracicaba, ESALQ, p. 595-608, 1975.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 1ª.ed. Viçosa, Ed. UFV, 2000.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª.ed. Viçosa, Ed. UFV, 2008.
- 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, 2004.
- FONTES, P.C.R.; SAMPAIO, R.A.; FINGER, F.L. Fruit size, mineral composition and quality of trickle-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n.35, p. 21-25, 2000.
- FONTES, P.C.R.; SILVA, D.J.H. Fatores climáticos. In: FONTES, P.C.R. (ed). **Produção de tomate de mesa**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil. p. 23-25, 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**, v.74, n.3, p. 219–242. 2005.
- GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v. 56, p. 693-713, 1963.
- GENÚNCIO, G. C., MAJEROWICZ, N., ZONTA, E., SANTOS, A.M., GRACIA, D., AHMED, C.R.M., SILVA, M.G. Crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidropônico NFT em fungos da concentração iônica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira** v.24, p.175-179, 2006.

GENÚNCIO, G. C. **Crescimento e Produção do Tomateiro em Sistemas de Cultivo a Campo, Hidropônico e Fertirrigado, sob Diferentes Doses de Nitrogênio e Potássio.** 2009. 131 f. Tese (doutorado em Agronomia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

GENÚNCIO 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. 2010.

GONÇALVES, P.; VENTURA, M. F. Comportamento de cultivares de tomate italiano (saladete) em cultivo convencional em Guarapuava – PR. **Anais...Londrina.** 2009.

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

GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C.; RESENDE, R. S (eds). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças.** Agropecuária 2, 241-268, 2001.

GRANGEIRO, L. C.; MENDES, M. A. S.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA J.O.; AZEVÊDO, P. E. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. *Caatinga* 18: 73-81, 2005.

HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; BARBOSA, V.; SILVA, J.M. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro destinado ao processamento industrial. In: **NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS**, 1978, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, ESALQ, v. 35, 1978, p. 243-270.

HALBROOKS, M.; WILCOX, G.E. Tomato plant development and elemental accumulation. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, VA, v. 105, n. 6, p. 826-828, 1980.

HEBBAR S.S.; RAMACHANDRAPPA B.K.; NANJAPPA H.V.; PRABHAKAR M. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **European Journal of Agronomy**, v. 21, p.117-127. 2004.

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.

IANCKIEVICZ, A., TAKAHASHI, H.W., FREGONEZI, G.A.F., RODINI, F.K. Produção e desenvolvimento da cultura de *Physalis* L. submetida a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p.438-444, mar, 2013.

IBGE, 2010. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201009.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2012.

JUAN, J. A. M. S. **Riego por goteo.** 3.ed. Madrid: Mundi Prensa, 1993.

KANAI, S., OHKURA, K., ADU-GYAMFI, J. J., MOHAPATRA P. K., NGUYEN, N. T., SANEOKA, H., FUJITA, K. Depression of sink activity precedes the inhibition of biomass production in tomato plants subjected to potassium deficiency stress. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, p. 2917-2928, 2007.

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, p.63-69, jan.-mar., 2011.

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

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, T. M. V.; BESSA, A. T. M.; LOPES, W. A. R. Acúmulo de massa seca e nutrientes pelo tomateiro 'SM-16' cultivado em solo com diferentes coberturas. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 401-409, 2013.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba, ed. Potafós, 1997.

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, v.3, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas, IAC, 2002, p. 53-76.

MATEV, Y; STANCHEV, L. Effect of Na⁺, K⁺, Ca²⁺ and Mg²⁺ disproportion on glasshouse tomato development and fruit biological value. **Horticultural and Viticultural Science**, v. 16, p. 76-82, 1979.

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, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Paraíba, v.15, n.5, p. 505-511, 2011.

MELO, P. C. T. de. **Revista Cultivar HF**, n. 65, p.37. dez. 2010.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, p.281-298, 2006.

MINAMI, K., HAAG, H., P. **O tomateiro**. Campinas: Fund. Cargill, 1989.

MORAES, C. A. G. **Hidroponia**: Como cultivar tomates em sistema NFT. Jundiaí: DISQ Editora, 1997.

- NAIKA, S.; JEUDE, J.V.L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B.V. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. 1.ed. Wageningen: Fundação agronomista e CTA, 2006.
- NANNETTI, D. C.; SOUZA, R. J.; FAQUIN, V. Efeito Da aplicação de nitrogênio e potássio, via fertirrigação, na cultura do pimentão. **Revista Brasileira de Olericultura**, v. 13, p. 843- 845, 2000.
- OLIVEIRA, S. L. de; COELHO, E. F.; BORGES, A. L. Irrigação e fertirrigação. **Frutas do Brasil**. Banana Produção, v.1, n.1, 2007.
- PÁDUA, J. G.; GUSMÃO, S. A. L.; GUSMÃO, M. T. A.; BRAZ, L. T. Densidade de plantio e produção de duas cultivares de tomateiro tipo cereja, cultivadas em substrato, sob condições protegidas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, 2002.
- PAPADOPOULOS, I. **Regional middle east and europe project on nitrogen fixation and water balance studies**. Assignment report, Vienna, 1993. 58p.
- PAPADOPOULOS, A. P. Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media. Ottawa. **Agriculture Canadá Publication**. 1991. 79p.
- PAPADOPOULOS, I. Effects of residual soil salinity resulting from sulphate waters on lettuce. **Plant and Soil**, v. 97, n.2, p.171-177, 1987.
- PAPADOPOULOS, I. Constant feeding of Field-grown tomatoes irrigated with sulphate water. **Plant and Soil**. v. 88, n.2, p.231-236, 1985.
- PINTO, C. M. F.; CASALI, V. W. D. Tomate - Tecnologia e Produção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.66, p.8, jun.1980.
- PIRES, C. R. F.; LIMA, L. C. O.; VILAS-BÔAS, E. V. B.; ALVES, R. R.; GUIMARÃES, A. C. G. Avaliação físico-química de tomates cultivados nos substratos fibra de coco e casca de café carbonizada submetidos à aplicação de substâncias húmicas. In: **50º congresso brasileiro de química**, 2010. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2010/trabalhos/10/10-289-8282.htm>>. Acesso em: Jun. 2012.
- PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Unesp, 2008.
- PRADO, R. M.; SANTOS, V. H. G.; GONDIM, A. R. O.; ALVES, A. U.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 19-30, jan - mar. 2011.
- PRADOS, N. C. Manejo del cultivo intensivo com suelo. In: NUEZ F (ed). **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi-Prensa. p.190-225, 2001.

ROQUEJANI, M.S.; MELO, A. M. T de; SHIRAHIGE, F. H.; MELO, P. C. T de; PURQUERIO, L. F. V. Produtividade e qualidade de híbridos de tomate dos segmentos italiano e santa cruz em ambiente protegido. 2008. In: FAPESP. **Anais eletrônicos**...Campinas: IAC. Disponível em:

<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2008/Artigos/RE0800020.pdf>.

Acesso em: 15 de julho de 2013.

SALUSTIANO, M. E., VALE, F. X. R. do, ZAMBOLIM, L., FONTES, P. C. R. O manejo da pinta-preta do tomateiro em épocas de temperaturas baixas, **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 32, n. 4, p. 353-359, 2006.

SAMPAIO, R. A.; FONTES, P. C. R. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio em solo coberto com polietileno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, p 136-139, 1998.

SARA MEJÍA, M.T., EDGAR, I., ESTRADA, S., FRANCO, P.M. Respuesta Del tomate chonto cultivar Unapal Maravilla, a diferentes concentraciones de nutrientes. **Acta Agronómica** (Colômbia), v.56, n.2, p.75-83, 2007.

SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, v.1, p. 231-233, 1975.

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

SHIRAHIGE, F.H.; MELO, A. M. T. de.; PURQUERIO, L. F. V.; CARVALHO, C. R. L.; MELO, P. C. T. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, p. 292-298, 2010.

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**. 2000. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial>>. Acesso em: 11 jun. 2012.

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.

SOBULO, M.J.; OLORUNDA, A.O. The effects of nitrogen, phosphorus and potassium on the canning quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in south-western Nigeria. **Acta Horticulturae**, v. 53, p. 171-180, 1977.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3a ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

VALÉRIE, G; WIM, B; EWELINA, H; CARMONA-TORRES, C; WANG, H; VAN DE PEPPEL, A; CÔNDOR GOLEC, A; DORAIS, M; VAN MEETEREN, U; HEUVELINK, E; REMBIALKOWSKA, E; VAN BRUGGEN, A. Differences in N uptake and fruit

quality between organically and conventionally grown greenhouse tomatoes. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 30, p. 797-806, 2010.

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

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

WARD, G.M. Growth and nutrient absorption in greenhouse tomato and cucumber. **American Society Horticultural Science**, Alexandria, VA, v. 90, p. 335-341, 1967.