



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



VICTOR ROCHA ARAÚJO

EFICIÊNCIA DE ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CULTIVO DO TOMATEIRO

Botucatu - SP

2018

VICTOR ROCHA ARAÚJO

EFICIÊNCIA DE ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CULTIVO DO TOMATEIRO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

Orientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Botucatu –SP

2018

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

A658e Araújo, Victor Rocha, 1991-
Eficiência de adubação fosfatada no cultivo do tomateiro / Victor Rocha Araújo. - Botucatu: : [s.n.], 2018
61 p.: il., color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018
Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas
Inclui bibliografia

1. Tomate - Cultivo. 2. Fertirrigação. 3. Adubação. 3. Plantas - Efeito do fosforo. I. Villas Bôas, Roberto Lyra. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Ficha elaborada por : Maria Lúcia Martins Frederico - CRB-8:5255

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFICIÊNCIA DE ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CULTIVO DO TOMATEIRO

AUTOR: VICTOR ROCHA ARAUJO

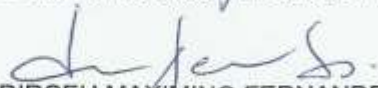
ORIENTADOR: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (IRRIGAÇÃO E DRENAGEM), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Depto de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu



Prof. Dr. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

Depto de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu



Prof. Dr. LUIZ VITOR CREPALDI SANCHES

Depto de Agronomia, Floricultura e Paisagismo / FIB - Faculdades Integradas de Bauru

Botucatu, 02 de fevereiro de 2018

Aos meus pais Maria Lúcia da Rocha e Francisco Araújo de Sousa, meu irmão e minha tia por todo apoio e atenção, mesmo com toda essa distância.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me fazer chegar ao fim de mais uma etapa da minha vida acadêmica e início de outra.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas pelas lições, ensinamentos e por toda dedicação e atenção com minha jornada no decorrer do mestrado.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-FCA/UNESP – Irrigação e Drenagem Campus de Botucatu pelos aprendizados transmitidos para meu desenvolvimento.

A Camila Paula Rossetto Pescatori Jacon, Douglas Marcelo Pinheiro da Silva e estagiários por terem passado boa parte do meu lado durante todo experimento.

Aos funcionários do Departamento de Solo e Recursos Naturais: Jair, Silvia, Felipe, José Carlos, De Pieri, Noel e demais. Aos Amigos da UNESP GRASS, Flávia Mota, Luiz Vitor, Lucas Isidoro, Tatiane Bortoletto, Rafael Barcelos, Mauricio, Thiara, Marcela Caetano, Carol, Thomas e demais pela amizade e suporte para realização deste trabalho.

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo fornecimento da bolsa para realização do meu mestrado.

RESUMO

A fertirrigação é uma ferramenta de praticidade e economia na qual se utiliza o sistema de irrigação em determinada cultura para aplicação de adubos de acordo com a necessidade da fase fisiológica da planta. Para isso, é essencial saber a demanda da cultura e níveis ideais e toleráveis para obter o máximo potencial produtivo com economia de água e fertilizantes. O tomate é uma hortaliça bastante apreciada pela população no mundo e observa-se que a utilização de cultivo em ambiente protegido em estufa vem crescendo com uso de irrigação por gotejamento, que proporciona uma produção melhor distribuída durante o ciclo no ano, principalmente no período de inverno, quando sua produção cai e reflete com a alta dos preços da caixa de tomate nesses períodos. A utilização da adubação fosfatada para o cultivo de tomate italiano possui alguns entraves como a quantidade necessária para o ciclo, uma vez que produtores chegam a aplicar 10 vezes mais a quantidade de fósforo extraída pela planta de tomate nas curvas de acumulo de nutriente, considerando a eficiência desse fósforo menor do que 10%. No entanto, a aplicação desse fósforo de forma integral na base, antes do transplântio da muda ou aplicar parte dele dessa forma e o restante via fertirrigação é algo a ser analisado. O objetivo desse trabalho foi avaliar 5 doses de adubação fosfatada sendo que dois modos de aplicação do fósforo (incorporado ao solo completamente com Super Fosfato Simples mais Super Triplo ou metade da necessidade de P_2O_5 com SFS mais ST e a outra metade com MAP via fertirrigação aplicada ao longo do ciclo). Resultados que foram obtidos observou-se que com 800 kg ha^{-1} de P_2O_5 , independentemente do modo de aplicação, foi possível obter produção ótima com a cultivar de tomate italiano utilizada.

Palavras-chave: tomate italiano, fertirrigação, fósforo, produtividade, °Brix.

ABSTRACT

The fertigation is a tool of practicality and economy in which the irrigation system in a certain crop is used to apply fertilizers according to the need of the physiological phase of the plant. For this, it is essential to know the demand of the crop and ideal and tolerable levels to obtain maximum productive potential with water and fertilizer savings. Tomato is a vegetable that is widely appreciated by the world's population and it is observed that the use of greenhouse cultivation has been increasing with the use of drip irrigation, which provides a better distribution during the cycle, especially in the winter, when its production falls and reflects with the high prices of the tomato box in those periods. The use of phosphatic fertilization for Italian tomato cultivation has some obstacles as the quantity required for the cycle, since producers even apply 10 times more the amount of phosphorus extracted by the tomato plant in the nutrient accumulation curves, considering the phosphorus less than 10%. However, the application of this phosphorus integrally in the base, before transplanting the seedling or applying part of it in this way and the rest via fertigation is something to be analyzed. The objective of this work was to evaluate 5 section of phosphate fertilization and two modes of application of phosphorus (incorporated into the soil completely with the Simple Super Phosphate plus Super Triple or half of the need for P_2O_5 with FSS plus ST and the other half with MAP via fertigation applied throughout the cycle). Results that were obtained showed that with 800 kg ha^{-1} of P_2O_5 , regardless of the mode of application, it was possible to obtain optimal production with the Italian tomato cultivar used.

Keywords: italian tomato, fertigation, phosphorus, productivity, °Brix.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores da temperatura durante o ciclo. Botucatu, SP. 2016.-----	26
Figura 2. Umidade Relativa do ar (%). Botucatu, SP. 2016.-----	26
Figura 3. Curva de retenção de água no solo utilizada para o experimento. Botucatu, SP. 2016.-----	28
Figura 4. Reservatório de água e visão geral do sistema de fertirrigação por gotejo. -----	29
Figura 5. Linhas secundárias com gotejadores do tipo flecha. -----	30
Figura 6. Acompanhamento de água no solo por tensiometria. -----	33
Figura 7. Vista frontal e superior do vaso e demais componentes.-----	36
Figura 8. Classificação do tomate italiano de mesa segundo CEAGESP, 2015. ----	38
Figura 9. Refratômetro (A); Mixer para obtenção da polpa de tomate (B); Titulador (C); pHmetro (D).-----	39
Figura 10. Plantas alceadas com carretel e fitilho. -----	40
Figura 11. Gráfico de produção de frutos comerciais.-----	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo no início do ensaio, após calagem e adubação.-----	27
Tabela 2. Parâmetros do modelo de Van Genuchten para camada 0 a 0,20 m de solo -----	28
Tabela 3. Fertirrigação ⁽¹⁾ em quantidades de nutrientes para tomateiro sob cultivo protegido ⁽²⁾ (estufa agrícola), nos diferentes períodos de desenvolvimento da cultura -----	34
Tabela 4. Média das análises de solo na cultura do tomateiro (75 DAT). Botucatu, SP. 2017-----	41
Tabela 5. Média dos micronutrientes da análise de solo na cultura do tomateiro (75 DAT) -----	43
Tabela 6. Média dos macronutrientes da análise foliar na cultura do tomateiro (75 DAT) -----	44
Tabela 7. Média dos micronutrientes da análise foliar na cultura do tomateiro (75 DAT) -----	45
Tabela 8. Média dos macronutrientes da seiva na cultura do tomateiro (75 DAT)---	46
Tabela 9. Média dos micronutrientes da seiva na cultura do tomateiro (75 DAT)----	47
Tabela 10. Valores médios para a intensidade de cor verde (ICV) -----	47
Tabela 11. Média da produção comercial por planta -----	48
Tabela 12. Média da quantidade de tomate comercial por planta-----	50
Tabela 13. Média da produção por classificação de tomate comercial por planta---	51
Tabela 14. Acidez Titulável, ° Brix e pH do tomate-----	52

SUMÁRIO

	Página
1	INTRODUÇÃO ----- 19
2	REVISÃO DE LITERATURA ----- 20
2.1	TOMATE ----- 20
2.2	ADUBAÇÃO FOSFATADA ----- 21
2.3	IRRIGAÇÃO LOCALIZADA ----- 22
2.4	FERTIRRIGAÇÃO ----- 24
3	MATERIAL E MÉTODOS ----- 25
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL ----- 25
3.2	CLIMA----- 25
3.3	SOLO----- 27
3.4	CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO ----- 27
3.5	MATERIAL VEGETAL ----- 29
3.6	IRRIGAÇÃO----- 29
3.6.1	Sistema de irrigação ----- 29
3.6.2	Teste de uniformidade do sistema ----- 31
3.6.3	Manejo de irrigação e monitoramento do teor de água no solo ----- 31
3.7	FATORES AMBIENTAIS NA ESTUFA ----- 33
3.8	APLICAÇÃO DOS NUTRIENTES ----- 33
3.9	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS ----- 34
3.9.1	Tratamentos----- 35
3.10	ANÁLISES ESTATÍSTICAS ----- 35
3.11	PERÍODOS DE AVALIAÇÕES ----- 35
3.12	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS----- 35
3.12.1	Características do solo ----- 35
3.12.2	Intensidade de cor verde (ICV) ----- 36
3.12.3	Teor de nutriente nas folhas ----- 37
3.12.4	Análise da seiva----- 37
3.12.5	Produção----- 37
3.12.5.1	<i>Peso comercial</i> ----- 37
3.12.5.2	<i>Unidade de tomate</i> ----- 38
3.12.5.3	<i>Produção por classificação</i> ----- 38
3.12.4.4	<i>pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável</i> ----- 38
3.13	TRATOS CULTURAIS ----- 40
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO ----- 41
4.1	CARACTERÍSTICAS DO SOLO----- 41
4.2.1	Teor de nutriente nas folhas ----- 43
4.2.2	Análise da Seiva ----- 45

4.3	QUALIDADE DO TOMATE	48
4.3.1	Produção comercial	48
4.3.2	Número de frutos	50
4.3.3	Produção por classe	51
4.3.4	pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável	51
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
5	CONCLUSÕES	53
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Na cultura do tomateiro a obtenção de produção satisfatória e consequentemente o retorno econômico é conseguido adequando-se os seguintes fatores: adubação e nutrição de plantas, uso eficiente da água, genética e controle fitossanitário. Dentre tantos fatores, a demanda hídrica e nutricional são os limitantes para obtenção de um melhor rendimento do tomateiro, onde se faz necessário um rígido controle da quantidade de água no solo e da nutrição mineral, para atingir uma produção comercial de alta qualidade (MACÊDO; ALVARENGA, 2005).

No Brasil, a cultura de maior relevância dentre hortaliças é a do tomate, devido ao grande volume de produção e geração de empregos, tendo grande destaque no setor socioeconômico. De acordo com a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas de Hortaliças (ABCSEM, 2016), a produção de tomate fresco movimenta aproximadamente R\$ 10 bilhões no varejo e produz um incremento salarial quase de R\$ 400 milhões no campo.

Para esse produto, observou-se que é crescente a utilização de cultivo em estufa com uso de irrigação localizada, que permite uma produção melhor distribuída durante o ano, principalmente no período de inverno, quando sua produção é muito menor e reflete com a alta dos preços da caixa de tomate nesse período (IEA, 2017).

O tomateiro é uma planta muito sensível à incidência de doenças. As irrigações convencionais, por exemplo: aspersão causa excesso de umidade no solo e na parte aérea da planta, favorecendo a incidência de doenças e obrigando o produtor a pulveriza defensivos constantemente. Devido essa problematização, a irrigação localizada por gotejamento combinada com a fertirrigação disponibiliza água e nutrientes para o sistema radicular das plantas, na quantidade ideal de acordo com a fase fenológica, não molhando as folhas e frutos, evitando encharcamento do solo, diminuindo a proliferação de doenças e a necessidade de muitas aplicações de agroquímicos.

O uso da irrigação por gotejamento vem aumentando mundialmente, em destaque para áreas que anteriormente era utilizado sistema de irrigação por superfície. A tecnologia de irrigação localizada exerce um importante papel na produção agrícola, em virtude do aumento da demanda de produção, competitividade entre os setores produtivos, limitação de recursos hídricos e a necessidade de mitigar

os impactos ambientais. Além dos benefícios agrônômicos quanto a produção agrícola e conservação de água, possibilita a incorporação de novas tecnologias.

Mesmo com a quantidade de adubação fosfatada necessária para o ciclo, os produtores chegam a aplicar 10 vezes mais a quantidade de fósforo extraída pela planta de tomate nas curvas de acúmulo de nutriente (com base em que a planta necessita de 200 a 250 kg ha⁻¹ de P₂O₅), considerando a eficiência desse fósforo disponível para planta menor do que 10%, havendo necessidades de estudos para obter quantidades específicas para determinadas condições e cultivares.

Outro quesito importante é a aplicação desse fósforo de forma integral no plantio antes do transplante da muda ou aplicar parte dele dessa forma e o restante via fertirrigação, pois não se sabe em qual modo haverá melhor aproveitamento para planta e economia de adubo aplicado.

Com essas informações relevantes, neste estudo, objetivou-se examinar eficiências de adubação fosfatada na cultura do tomate, sendo disponibilizado fracionado na fertirrigação ou incorporado no solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tomate

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.) está entre as hortícolas de maior consumo mundialmente nas mais diferentes formas, tanto processadas ou *in natura*. A planta é originária da América do Sul, aproximadamente na costa dos Andes entre o Chile, Peru e Equador (SILVEIRA et al., 2008; SILVA et al., 2014).

A planta possui um caráter arbustivo de ciclo perene, mas que tradicionalmente se cultiva como anual devido à incidência de pragas, doenças e redução da produtividade. O ciclo da cultura varia bastante, capaz de produzir frutos maduros entre 90 a 120 dias após a semente germinar, ou 45 a 55 dias após a primeira inflorescência. Quanto ao sistema radicular a planta apresenta raiz pivotante, raízes secundárias e raízes adventícias. A raiz pivotante da planta pode alcançar profundidade de até 1,5 m, mas cerca de 70% das raízes são encontradas aproximadamente a 0,20 m da superfície do solo (ALVARENGA, 2013).

O caule do tomateiro é pouco lignificado com aspecto herbáceo, apresentando sua superfície recoberta por tricomas. A planta desenvolve de seis a doze folhas em

filotaxia alternadas helicoidal (2/5), sendo que a partir de seis folhas a gema axilar na folha passa a desenvolver-se em inflorescência. As folhas são compostas por grande folíolo terminal (imparipinada) com cerca de seis a oito folíolos laterais, podendo estes serem recompostos. As bordas dos folíolos, ou foliólulos, são recortadas, diversificando de acordo com a variedade. Assim como o caule, a epiderme das folhas é recoberta por tricomas, os quais têm papel fundamental na proteção do limbo foliar contra herbívoros e insetos pragas (ALVARENGA, 2013).

O tomateiro não necessita significativamente ao fotoperíodo, desenvolvendo-se bem tanto em condições de dias curtos quanto de dias longos, entre 9 e 15 horas diárias de luminosidade (ALVARENGA, 2004). A luminosidade é exigida pelo tomateiro para melhor desenvolvimento da cultura. Quando submetida a uma luminosidade de maior duração, a taxa de produção de folhas é elevada e em geral, diminui o número de flores, porém sob uma luminosidade de maior intensidade diminui o número de folhas e estimula o aumento do número de flores (LOPES, 1997).

2.2 Adubação Fosfatada

O fosforo é um nutriente que não se renova no ambiente, dessa maneira é primordial utiliza-lo com eficiência. Portanto, deve-se levar em consideração as análises químicas para utilização de doses apropriadas, assim proporcionar o aproveitamento do nutriente pelo sistema radicular e também a fim de reduzir o contato do fosfato com o solo é recomendado à aplicação de adubos granulados no sulco de plantio, característica associada a adubos com menor solubilidade (JOHNSTON, 2000).

A disponibilidade do fósforo nos solos está associada ao manejo em que foi submetido, ou seja, dependente da ciclagem de formas orgânicas em áreas não intemperizadas ou dependentes de formas orgânicas ou inorgânicas em áreas de elevado intemperismo, considerando sua fase lábil (NOVAIS e SMITH, 1999). No entanto, em solos com teores menores de fósforo disponível, o fósforo orgânico é a alternativa utilizada pela cultura. E no caso de solos intemperizados, o incremento de fósforo de até 80% é recomendado para necessidade da planta (TIESSEN et al., 1984).

Segundo Vichiato (1996), o fósforo demandado para se obter um melhor desenvolvimento da cultura altera de acordo com a espécie ou a parte da planta analisada, variando de 0,1 a 0,5% da matéria seca. A absorção do fósforo além de proporcionar o desenvolvimento mais rápido das raízes e plântulas, melhora a tolerância a temperaturas abaixo do ideal para cultura, aumenta a eficiência no aproveitamento da água e a planta fica com a sanidade preservada com menos insumos (POZZA et al., 2002) e melhora a captação de nutrientes, em destaque o nitrogênio (NOVAIS; SMYTH, 1999).

O fósforo em quantidades adequadas proporciona o melhor desenvolvimento das raízes, favorece a maturação precoce, além de atuar na respiração e na absorção iônica de outros elementos (RAIJ, 1991). Além disso, proporciona a ramificação e aumento em volume do sistema radicular, que é necessário para a absorção de água e íons e, conseqüentemente, o desenvolvimento da planta; favorece a fixação da florada, propiciando ganhos em número de frutos e atua como maturador (MALAVOLTA, 2006).

A tomada de decisão de adubar fosfato depende de sua atuação na planta. Gatiboni et al. (2005) em seus estudos com as formas de fósforo no solo relatam que a atuação do nutriente na planta ao aplicar mesmo teor no solo, adicionado com fonte orgânica de fósforo foi de 6% e com acréscimo de adubo fosfatado foi de 43%. Beck e Sanches (1994) já obtiveram valores de 9% e 43%, respectivamente. Assim, a forma que o fósforo está disponível limita quanto a quantidade dele necessária ao solo para que a planta possa aproveitá-lo para suas necessidades nutricionais.

2.3 Irrigação Localizada

O uso correto e eficiente da irrigação para melhor aproveitamento de adubos e demais insumos é primordial quando o objetivo é o gerenciamento da produção de gêneros alimentícios, considerando o aumento da demanda no decorrer dos anos. Com isso, estudos com tomateiro em estufa apresentaram economia de 20 a 25% de água em relação ao mesmo cultivo em campo, e que a demanda de água diária da cultura oscilou entre 0,3 a 0,4 L por planta no dia (HARMANTO, 2005). Ademais, constatou-se em estudos que o tomate cultivado em filme *mulching* de plástico preto diminuiu o coeficiente de cultivo (kc), quando comparado ao kc recomendado pela

FAO, apresentando maior eficiência na utilização da água (AMAYRED & AL-ABED, 2005).

O manejo da irrigação, sob condições de estufa, requer o estudo das condições edafoclimáticas. O uso de sensores ligados ao solo a fim de especificar horário e a quantidade de água a ser aplicada surge como uma alternativa eficaz, tendo baixo custo de aquisição e facilidade em manuseio (FIGUEIREDO, 1998). Entretanto, o acompanhamento agroclimático em estufas possui limitações para instalação de equipamentos e o espaço ser destinado em grande parte para as plantas.

O sistema de irrigação por gotejamento, em comparação com à aspersão, obtém um incremento na produtividade e reduz a quantidade de frutos com podridão apical, no plantio em fileiras simples, com espaçamento entre gotejadores de 0,10 a 0,30 m. Com relação esse ganho e tendo em vista a taxa cobrada pelo uso da água, muitos produtores e pesquisadores recorrem a meios que proporcionam maiores eficiências de aproveitamento desse recurso no sistema de irrigação (MAROUELI, 2003). Porém, dados obtidos por SILVEIRA (2003) constataram perdas significativas e desperdício de aproximadamente 60% de água, com a eficiência do uso da água para produção de tomate de $3,7 \text{ kg m}^{-3}$. Para avaliar maior rendimento e menores custos, constatou-se que no sistema de irrigação por gotejamento, programado a 79% de evapotranspiração e fertirrigação a 96% da dose recomendada, acarretou melhorias na produção de tomate, economia de água por volta de 21% e elevou o lucro da produção dos frutos em até 27% (DALVI et al., 1998).

De acordo com MAROUELLI (2005), é possível obter melhor desempenho do tomateiro com intervalo de irrigações de dois dias, isto é, quando a tensão de água no solo estiver com valores próximos a 17 kPa é realizada a irrigação. Contudo, em avaliações realizadas por SÁ (2005) constataram valores maiores de produtividades de frutos totais, frutos comerciais e menor incidência de frutos com podridão apical em irrigações feitas no intervalo de tensões de água no solo, a 0,10 m de profundidade, aproximadamente de 8,0 kPa, e que a eficiência no uso da água apresentou caráter linear crescente com aumento da tensão de água no solo.

2.4 Fertirrigação

De acordo com Hernandez (1994) a fertirrigação é o termo usado para descrever a introdução e a injeção simultânea de água e fertilizantes no solo através de um sistema de irrigação. Frizzone & Botrel (1994) indicam que um termo mais abrangente, que englobaria também a fertirrigação, seria a quimigação, que nada mais é que a inserção de produtos químicos via água, como por exemplo, fertilizantes, fungicidas (fungigação), herbicidas (herbigação), inseticidas (insetigação), nematicidas (nematigação), condicionadores do solo, reguladores de crescimento, agentes biológicos e dejetos de animais.

Quanto a absorção de fósforo em tomate rasteiro, Farias (1993) verificou que a aplicação parcelada da dose, metade no plantio e metade 30 dias depois, proporcionou uma produtividade significativamente maior à da aplicação única no plantio na região do submédio São Francisco. No mesmo estudo ele relata que a maior eficiência é promovida devido a prática de amontoa que favorece a absorção pelas raízes adventícias emitidas.

Em melão, Brito (2000) estudou doses de fósforo aplicados incorporado e via fertirrigação e concluiu que não houve diferença significativa quando compara as produtividades com a utilização do MAP na fertirrigação e a germinação feita com adubo incorporado diretamente no solo (convencionalmente). Além disso, Brito (2000) concluiu que o adubo fosfatado ou modo de aplicação não influenciou no peso médio dos frutos.

Existem diversos fertilizantes que são utilizados via sistema de irrigação localizada, observando os seguintes fatores: solubilidade na água; grau de purezas; alteração no pH, poder de corrosão; salinização do solo; compatibilidade entre fontes de adubos, custo, concentração do formulado, disponibilidade no mercado, facilidade para manusear e armazenamento, grau de toxicidade, taxa volatilidade e informação de pesquisa disponível (HIGASHI; SILVEIRA, 2004, OLIVEIRA et al., 2007). Na última década, houve um aumento no número de empresas para fornecimento de adubos purificados destinados para sistemas que usam fertirrigação e a custos competitivos, encontrando no mercado adubos simples ou formulados (VILLAS BOAS; SOUZA, 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

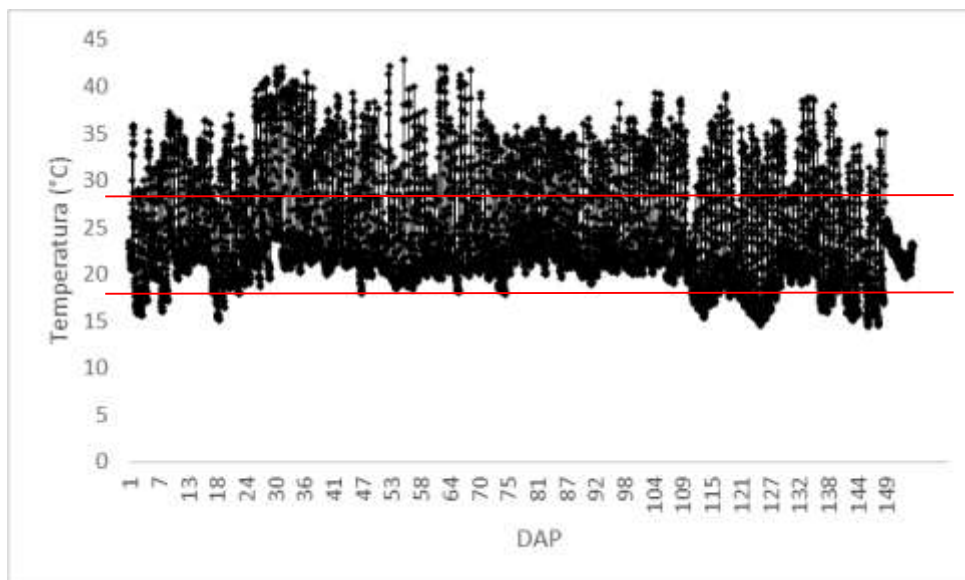
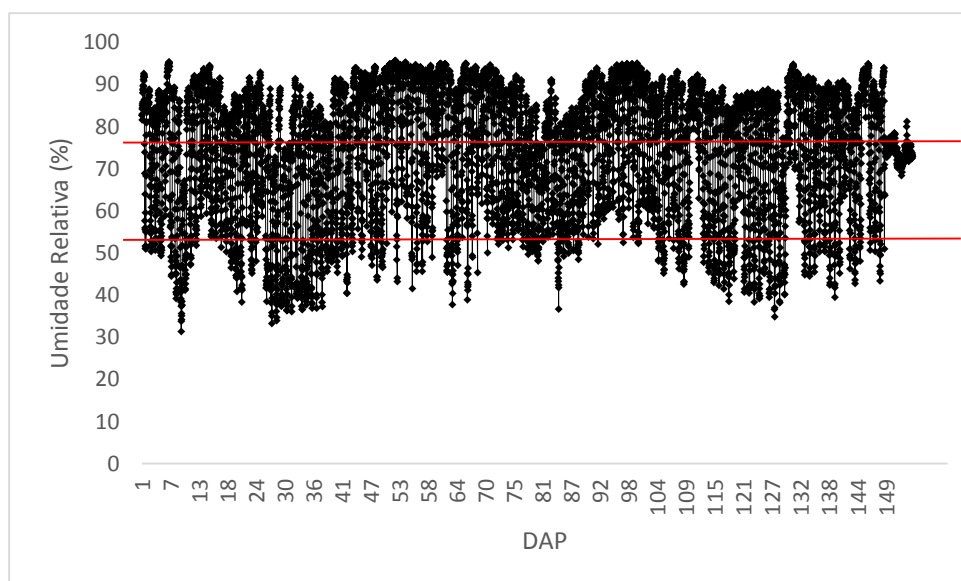
3.1 Localização e caracterização da área experimental

A pesquisa foi conduzida com início do plantio em vaso no dia 15 de dezembro de 2016, em estufa agrícola (7 m de largura por 24 m de comprimento, coberta por filme plástico de 150 micras, com janelas superiores e cortinas laterais, laterais da estufa revestida de tela antiafídica, tela de *aluminet* com roldanas na parte superior, sistema de nebulização por *foggers* para aumento da umidade relativa, localizada no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Botucatu (São Paulo – Brasil), sob coordenadas geográficas 22°50'51.6" de latitude sul e 48°26'06.0" de longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 830m.

3.2 Clima

A classificação climática segundo Köppen, é temperado quente (mesotérmico) úmido, do tipo Cwa, com chuvas no verão e seca no inverno, possui precipitação média anual de 1358,6 mm e temperatura média anual de 20,7°C (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura - CEPAGRI, 2016).

A fim de caracterizar o ambiente protegido, os dados de temperatura (Figura 1) e de umidade relativa (Figura 2) do ar foram obtidos a partir de leituras realizadas por um termohigrômetro modelo HT-500, localizado à posição central ao experimento, sendo manejado conforme o crescimento das plantas.

Figura 1. Valores da temperatura durante o ciclo. Botucatu, SP. 2016.**Figura 2.** Umidade Relativa do ar (%). Botucatu, SP. 2016.

O nebulizador “*Fogger Low Flow*” (nebulizador de baixa vazão) com 4 saídas foi utilizado nos horários entre as 10 as 16 horas, acionados por 10 segundos e em intervalos de 30 a 60 minutos novamente, para controle da humidade. Devido ao fluxo de vórtice único, o *Fogger* pulveriza gotículas mais finas que 70 microns e promove uma grande economia de água. Quando o sistema de irrigação estiver desligado, não haverá mais fluxo através do nebulizador devido a válvula anti-gota. Além disso, as janelas superiores da estufa foram necessárias para melhorar a circulação de ar e

diminuição da temperatura nos horários em que a temperatura interna aumentava drasticamente devido a temperatura externa.

3.3 Solo

O solo utilizado para o ensaio foi proveniente da Fazenda Experimental São Manuel, classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura média (EMBRAPA, 2013). Para a análise de caracterização química inicial do solo, foram coletadas amostras compostas na camada de 0 – 0,20 m de profundidade (Tabela 1). Em seguida, as amostras de solo foram analisadas no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP – Botucatu, SP. Com base no resultado e na necessidade da cultura do tomate, foi realizada adubação de base para o experimento, na qual foi inserido em vasos de 35 litros de solo: 7,8 gramas de nitrato de cálcio, 10,2 gramas de super fosfato triplo, 7,1 gramas de cloreto de potássio e 24,6 gramas de termofosfato.

Tabela 1. Caracterização química do solo no início do ensaio, após calagem e adubação.

Camada	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P _{resina} mg/dm ³	H+Al -----	K mmolc/dm ³	Ca	Mg	SB	CTC	V %	B -----	Cu mg/dm ³	Fe	Mn	Zn
(0 - 20)	5,5	7	8	1	0,7	16	8	24	42	67	0,12	2,3	12	9,6	0,2

Para a realização da caracterização química durante o pico de produção, foram coletadas amostras compostas na camada de 0 – 0,20 m de profundidade. E em seguida, as amostras foram analisadas no Laboratório do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP – Botucatu, SP.

3.4 Curva de retenção de água no solo

Para a determinação da curva de retenção de água, coletou-se duas amostras de solo na profundidade de 0,20 m, as mesmas foram analisadas no Departamento de Engenharia Rural da FCA/UNESP.

Foi utilizando o método da câmara de pressão de Richards, sendo determinados o conteúdo de água no solo para as tensões 10, 30, 50, 100, 300, 500 e 1500 kPa.

Os pontos, foram modelados no software SWRC versão 3.0 de Dourado Neto et al. (1995) para gerar os parâmetros de α , n , m , θ_r e θ_s (Tabela 3).

Tabela 2. Parâmetros do modelo de Van Genuchten para camada 0 a 0,20 m de solo

Camada (m)	θ_r (cm ³ cm ⁻³)	θ_s (cm ³ cm ⁻³)	α (cm ⁻¹)	m	n	ρ (g cm ⁻³)
0 – 20	0,085	0,202	0,307	0,095	4,314	1,82

Para o ajuste da curva de retenção, aplicou-se o modelo proposto por Van Genuchten (1980), equação (1).

$$\theta = \theta_r \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha[\psi m])^n]^m} \quad (1)$$

Onde:

θ - Teor de água atual à base de volume (cm³ cm⁻³);

θ_r - Teor de água residual (cm³ cm⁻³);

θ_s - Teor de água de saturação (cm³ cm⁻³);

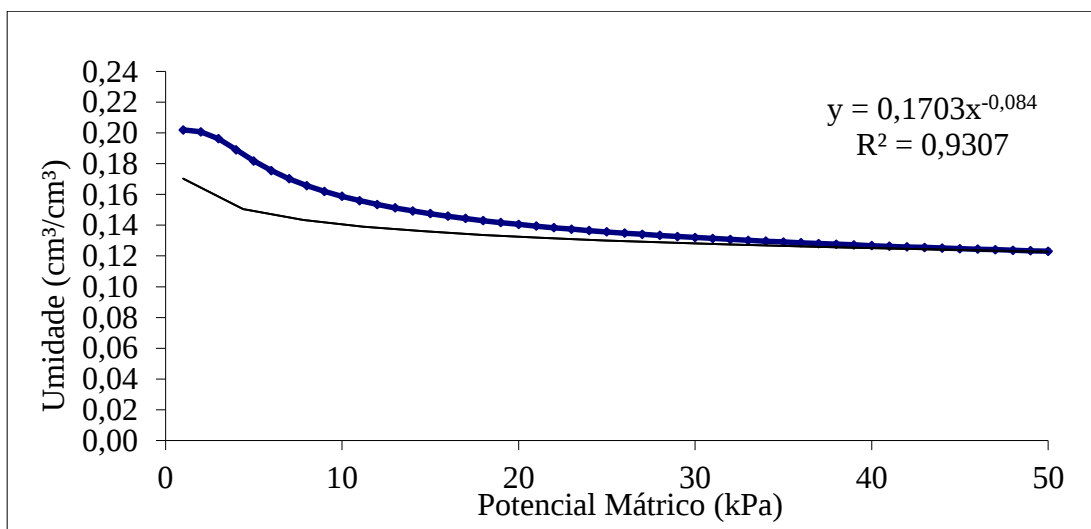
Ψ_m - Potencial de água no solo (kPa);

α - Parâmetro de ajuste (cm⁻¹);

m e n - Parâmetros empíricos do modelo matemático;

ρ – Densidade do solo.

Figura 3. Curva de retenção de água no solo utilizada para o experimento. Botucatu, SP. 2016.



Depois de obter a curva de retenção de água do solo, estabeleceu-se o ponto de capacidade de campo. Então, o solo foi saturado e esperou-se o excedente parar de drenar. Após 48 h, coletou-se três amostras e determinou o conteúdo de água no solo presente para a situação. Logo em seguida, correlacionou com a curva de retenção.

3.5 Material Vegetal

Foram utilizadas mudas de Tomate Híbrido HS 1188, uma cultivar muito produtiva com hábito de crescimento indeterminado, porte alto e médio enfolhamento, indicado para cultivo em campo aberto e estufa. Frutos do tipo italiano, de formato alongado, firmes, de coloração vermelho intenso e excelente sabor. Resistente a Murcha de Fusarium raças-1,2,3, ToMV, Murcha-Verticilar do Tomate e Nematoides. Tolerante a TYLCV e TSWV. Ciclo variando de 100 a 120 dias (HORTICERES, 2016).

3.6 Irrigação

3.6.1 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação foi por gotejamento. Utilizou-se um reservatório de água de 500 L, o bombeamento da água foi realizado por uma bomba periférica IDB-35, ¼ cv. Já a linha principal foi constituída de tubulação PVC de 32 mm, registro esfera em cada derivação, linha lateral de tubo PVC de 25 mm, manômetro para monitoramento da pressão do sistema (15 PSI) e filtro de disco de 120 mesh para filtragem de água (Figura 4).

Figura 4. Reservatório de água e visão geral do sistema de fertirrigação por gotejo.



Fonte: Victor Rocha Araújo, 2017

Nas linhas secundárias (Figura 5), foram utilizadas mangueiras cegas de polietileno com diâmetro de 16 mm. Em cada linha haviam 10 gotejadores PCJ com vazão 4 L h^{-1} autocompensante com um conector *mmoutlet* de 4 saídas, sendo que cada saída era constituída de microtubo de 3 mm interligado a um gotejador do tipo flecha (para melhor distribuição da água e adubo para próximo da raiz) de 1 L h^{-1} , espaçados a 0,07 m do centro do vaso, sendo colocada duas flechas por vaso, totalizando 2 L h^{-1} por vaso.

Figura 5. Linhas secundárias com gotejadores do tipo flecha.



Fonte: Victor Rocha Araújo, 2017

3.6.2 Teste de uniformidade do sistema

Depois da instalação do sistema de irrigação, foi realizado o teste de coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) para verificar a uniformidade da distribuição de água no sistema a uma pressão de serviço de 15 mca. Após o teste, o CUC (equação 2) foi calculado e constatou um coeficiente de distribuição de 92%. A classificação da uniformidade de distribuição de água segundo Mantovani (2001), é excelente.

$$CUC = \left[\frac{\sum_{i=1}^N X_i - \bar{X}}{N * \bar{X}} \right] \quad (2)$$

Onde:

N: número de coletores;

X_i : lâmina de água aplicada no i-ésimo ponto sobre a superfície do solo;

$\bar{X}$: lâmina média aplicada.

3.6.3 Manejo de irrigação e monitoramento do teor de água no solo

O manejo da irrigação visou manter o teor de umidade do solo em níveis iguais para todo experimento, levando em consideração a necessidade de água da cultura. Para a estimativa da lâmina de irrigação, utilizou-se o conceito da capacidade de água disponível (CAD), apresentado pela equação (3).

$$CAD = (CC - PM) * Z * d \quad (3)$$

Em que:

CAD - Capacidade de água disponível (mm);

CC - Teor de água volumétrico na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);

PM - Teor de água volumétrico atual no momento da leitura ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);

Z - Profundidade efetiva do sistema radicular (mm);

d - Densidade do solo.

Dessa forma, a lâmina de irrigação a ser aplicada (mm), foi determinada de acordo com equação (4). E para estimar o tempo de irrigação de cada tratamento, em minutos, utilizou-se a equação (5).

$$Li = CAD / Ef \quad (4)$$

Em que:

Li - Lâmina de irrigação aplicada (mm);

CAD - Capacidade de água disponível (mm);

Ef - Eficiência do sistema de irrigação (0,92).

$$T_i = (L_i * A / n * q) * 60 \quad (5)$$

Em que:

T_i - Tempo de irrigação (minuto);

L_i – Lâmina de irrigação aplicada (mm);

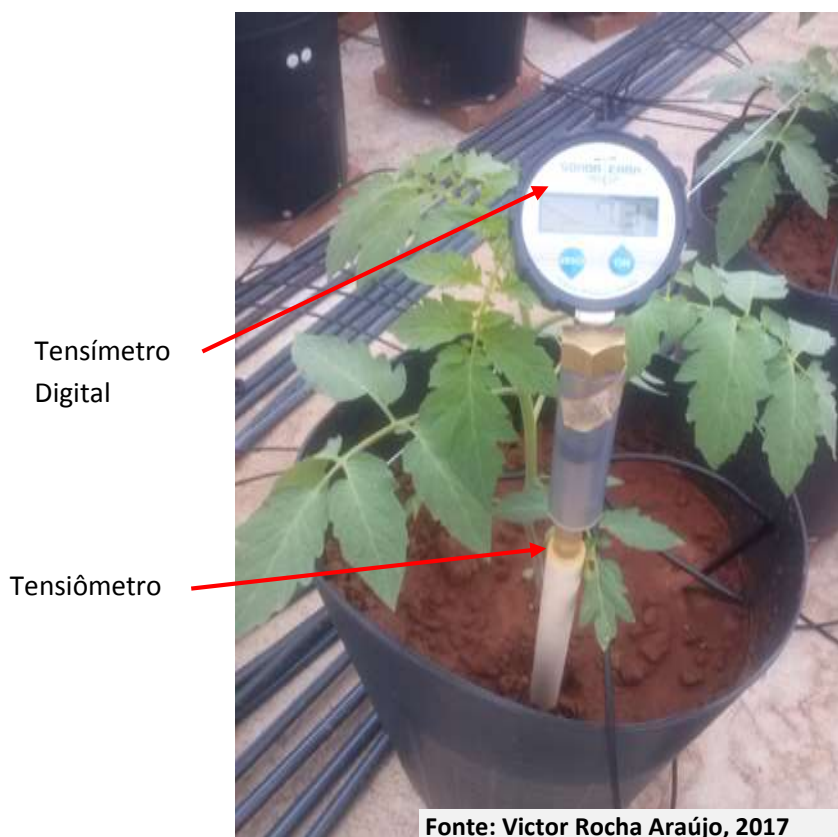
A - Área ocupada por planta (0,34 m²);

n - Número de emissores por planta (2);

q - Vazão do gotejador (4,0 L h⁻¹).

Para o acompanhamento do teor de água no solo, foi utilizada a tensiometria (Figura 6). Onde foram instalados 4 tensiômetros por tratamento, distribuídos em cada parcela do bloco equidistantes do centro do vaso, com profundidade de 0,15 m.

Figura 6. Acompanhamento de água no solo por tensiometria.



Fonte: Victor Rocha Araújo, 2017

As leituras eram realizadas diariamente no período da manhã (entre 9 e 11 h), antes da aplicação da lâmina de água. A partir da leitura obtinha a média da tensão e a lâmina a ser aplicada para todo o experimento. As tensões foram mantidas para o controle entre 4 –12 KPa.

3.7 Fatores ambientais na estufa

Os valores internos de umidade relativa do ar e das temperaturas máximas e mínimas da estufa agrícola, foram armazenados diariamente através de um termohigrômetro digital, localizado no centro da estufa a uma altura de 1,5 m do solo, programado para realizar leituras a cada 30 minutos.

3.8 Aplicação dos nutrientes

A adubação foi realizada nos vasos baseando-se na curva de absorção de nutrientes (Tabela 3) utilizada para a cultura do tomateiro em estufa, recomendada de acordo com boletim do IAC – Calagem e adubação do tomate de mesa.

Tabela 3. Fertirrigação⁽¹⁾ em quantidades de nutrientes para tomateiro sob cultivo protegido⁽²⁾ (estufa agrícola), nos diferentes períodos de desenvolvimento da cultura

Período DAT ⁽³⁾	Quantidade de nutrientes, em gramas por período, para 1.000 plantas de tomate												
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Ni
10 a 35 dias	1800	2571	3568	428	204	353	6	6	23	6	1	2	1
36 a 60 dias	3478	3086	5238	1850	640	895	7	7	26	7	1	3	1
61 a 90 dias	4065	2237	8427	2238	1299	2311	9	9	36	9	2	4	2
91 a 150 dias	10398	4551	22332	6068	2162	5007	18	18	73	18	4	7	4
Total	19741	12445	39565	10584	4305	8566	40	40	158	40	8	16	8

(1) Realizar a fertirrigação três vezes por semana, observando a compatibilidade entre os fertilizantes utilizados.

(2) Considerando 20000 plantas de tomate em um hectare de cultivo protegido (2 plantas por m²) o total acima corresponde às seguintes quantidades de nutrientes, fornecidas no período de 150 dias: macronutrientes (em kg ha⁻¹): N=395; P₂O₅=249; K₂O=791; Ca=212; Mg=86; S=171; micronutrientes (em g ha⁻¹) B=800; Cu=800; Fe=3160; Mn=800; Mo=160; Zn=320; Ni=160.

(3) DAT = dias após transplante das mudas na estufa agrícola.

Os adubos aplicados via fertirrigação foram pesados e colocados nos recipientes para serem diluídos e injetados no sistema durante um intervalo de 14 dias, sendo alternado com a irrigação em conformidade com os valores de umidade do solo obtidos pela tensiometria. Foi realizado teste de compatibilidade dos adubos e não houve incompatibilidade, pois, os mesmos não provocaram precipitado no recipiente, mesmo no tratamento com maior quantidade de MAP.

Em intervalos de 14 dias, foram realizadas pulverizações de sulfato de magnésio a 1% e Trazex Multi (6% de ferro, 6% de magnésio, 6% de zinco, 2% de boro, 3% de cobre, 3% de L-aminoácidos e 2% de extrato de origem orgânica) para suprir as necessidades de micronutrientes via foliar.

3.9 Delineamento experimental e tratamentos

O ensaio foi organizado em delineamento em blocos casualizados (DBC), constituídos por 10 tratamentos com 4 blocos e 2 plantas por parcela, totalizando 80 plantas. As plantas foram espaçadas 0,50 m entre plantas e 1,20 m entre blocos, obtendo densidade de 20000 plantas por hectare, onde cada linha foi composta por 10 vasos de 35 L, sendo dividida em 5 vasos com o fosforo já incorporado e 5 vasos com a metade do fosforo a ser injetado via fertirrigação com MAP.

3.9.1 Tratamentos

Os tratamentos propostos foram: dois modos de aplicação do fósforo (Incorporado ao vaso completamente com Super Fosfato Simples mais Super Triplo ou Metade da necessidade de P_2O_5 com SFS mais ST e a outra metade com MAP via Fertirrigação). Nos modos de aplicação, foram atribuídas 5 doses de fósforo em cada modo: 310, 330, 350, 370 e 390 kg ha⁻¹.

3.10 Análises estatísticas

Os resultados obtidos das análises tanto de campo como de laboratório, foram submetidos à análise de variância e quando houve significância, foi utilizado o teste *F*. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, usando o programa estatístico *AGROSTAT*.

3.11 Períodos de avaliações

O transplântio das mudas para os vasos foi realizado dia 15/12/2016, sendo que a primeira avaliação e o início da diferenciação dos tratamentos foram dia 30/12/2016.

O período do transplântio até a primeira avaliação foi de adaptação das mudas nos vasos, onde as mudas foram fertirrigadas igualmente sem adubação fosfatada.

3.12 Características avaliadas

Para as análises foram utilizadas as plantas que estavam com extratores de solução instaladas em cada tratamento, totalizando 40 plantas por avaliação.

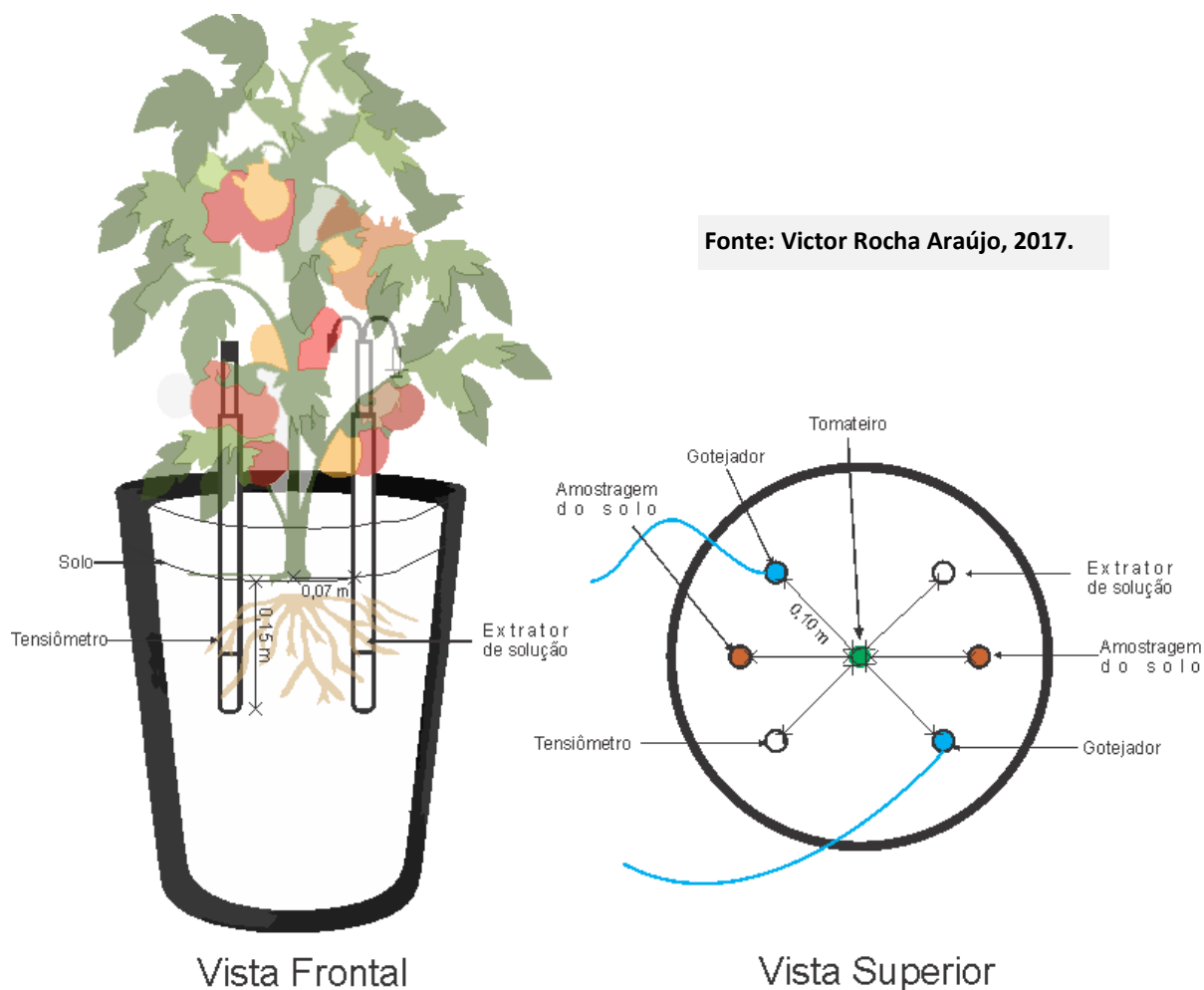
3.12.1 Características do solo

Para a determinação desse parâmetro, as amostras de solos foram coletadas uma única vez, no mesmo período da análise foliar 75 DAT. Foram coletadas amostras em dois pontos de cada vaso (Figura 7), na interseção entre os quadrantes das flechas de gotejo, simulando a mesma posição da planta e extrator de solução em relação as demais flechas, em profundidade de 0-20 cm. Após secas e peneiradas, as amostras seguiram para a avaliação em laboratório.

Além disso, foi coletado semanalmente através dos extratores a solução do solo para verificar quão estava oscilando os teores após as fertirrigações. Nos extratores

foram inseridas seringas de 60 mL e realizado vacuômetro com as mesmas 3 horas antes da última irrigação do dia e em seguida uma seringa de 10 mL para retirada da solução do solo na manhã do dia seguinte.

Figura 7. Vista frontal e superior do vaso e demais componentes.



3.12.2 Intensidade de cor verde (ICV)

A intensidade de cor verde foi realizada através de um clorofilômetro (SPAD – 502; Minolta, Osaka, Japão) em folhas completamente expandidas e adjacentes aos cachos florais de todas as plantas de cada tratamento.

Nos dois ciclos de cultivo, as medições foram realizadas aos 46, 61, 76 e 90 DAT, no período da manhã, entre às 7:00 e às 9:00 h, em cinco folíolos de cada folha, sendo dois em cada lado da folha e o folíolo terminal. A leitura SPAD foi a média das cinco leituras das oito plantas de cada tratamento.

3.12.3 Teor de nutriente nas folhas

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

3.12.4 Análise da seiva

Foi realizada a análise da seiva através de leitura em equipamento por absorção atômica, obtendo-se valores dos nutrientes totais. Para essa avaliação os pecíolos das folhas diagnose foram cortados em pedaços menores, macerados e depois colocados em *eppendorfs*, sendo a solução obtida analisada por equipamento no laboratório de absorção atômica, obtendo assim, a leitura em mg L⁻¹. A solução extraída do pecíolo foi denominada de seiva neste trabalho.

3.12.5 Produção

A produção do tomate foi avaliada durante todas as colheitas, que iniciou no dia 23 de fevereiro de 2017. O parâmetro utilizado foi baseado no boletim CEAGESP para tomate de mesa. A partir do peso, obteve-se a classificação e a produção média por planta no fim do ciclo.

Além dos tomates comerciais, separou-se por classe tomates que continham defeitos (mau polinizado, rachaduras, podridão apical) e o tornaram um produto não-comercial.

3.12.5.1 *Peso comercial*

O peso comercial foi obtido através do peso individual de cada tomate que esteja enquadrado com características de um fruto comercial e dentro do padrão de

comercialização do CAGESP. Utilizou-se balança de precisão de carga máxima de 2200 kg, com duas casas decimais a direita da vírgula.

3.12.5.2 Unidade de tomate

Determinou-se a quantidade de tomates comerciais produzido por planta de acordo com o tratamento.

3.12.5.3 Produção por classificação

A produção por classificação consistiu em subdividir os produtos comerciais em classes de acordo com sua massa em gramas (Figura 8), baseando-se no folheto do CEAGESP.

Figura 8. Classificação do tomate italiano de mesa segundo CEAGESP, 2015.

Tomate Italiano				
				
Classificação	Extra AA	Extra A	Extra	Extrinha
Massa- gramas	Maior que 142	120 a 142	88 a 119	Menor que 88
Índice de Valoração	2,16	2,00	1,83	1,00

Fonte: CEAGESP, 2015

3.12.4.4 pH, sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), acidez titulável

No experimento foi amostrado 4 frutos por tratamento, do terceiro e quarto cachos, para a determinação da acidez titulável (%), sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) e pH.

A acidez titulável foi expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g de polpa processada com mixer (Figura 9B), obtida por meio da titulação (Figura 9C) de 5 g de polpa homogeneizada e diluída para 100 mL de água destilada, com solução padrão de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo como indicador a fenolftaleína, que muda coloração quando o potenciômetro atinge 8,1, conforme recomendação do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

A avaliação para sólidos solúveis foi determinada por um refratômetro digital tipo Palette PR – 32, marca ATAGO (Figura 9A), com compensação de temperatura automática, segundo a AOAC (1992).

Figura 9. Refratômetro (A); Mixer para obtenção da polpa de tomate (B); Titulador (C); pHmetro (D).



Os resultados obtidos pelo refratômetro foram expressos em grau brix, além disso ,foi determinada também a relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (TRESSLER; JOSLYN, 1961).

O pH foi obtido por leitura direta em soluções de polpa homogeneizada utilizando-se um pHmetro de bancada (Figura 8D), segundo a técnica da AOAC (1992).

3.13 Tratos culturais

As plantas por terem o habito de crescimento indeterminado foram conduzidas com a haste principal, fazendo a eliminação das ramificações que apareciam entre a ramificação lateral e a folha. As hastes principais foram alceadas por meio de condução conhecido como carretel, feito de fitilho (Figura 10). Com a remoção das ramificações logo em seguida era pulverizado Cuprogarb 500, um fungicida a base de oxicloreto de cobre, para evitar contaminações até a restituição da parede celular danificada com a remoção.

Além do Cuprogarb, foram pulverizados defensivos preventivos, escalonados de acordo com período de carência, para oídios e oidiopsis (Cabrio Top, Score, Cernonil, Forum), para ácaros e tripés (Abamectin, Evidence e Oberon) e mosca-branca (Decis). O uso das armadilhas foi para acompanhamento da população de insetos dentro da casa de vegetação.

Figura 10. Plantas alceadas com carretel e fitilho.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por se tratar de um experimento fatorial, quando houver interação entre os fatores, estes serão reunidos, apresentados e discriminados em uma tabela. Caso contrário, serão apresentados como fatores independentes.

4.1 Características do solo

Na Tabela 4 estão apresentados os teores de características químicas do solo e os macronutrientes. Os resultados de pH indicam haver variação significativa em relação ao modo de aplicação. Esse resultado sugere que a fonte de fosforo utilizada na fertirrigação (MAP) tem um caráter mais ácido do que as fontes de SFS e ST aplicados na base. De fato, além do MAP ser formulado a partir de ácido fosfórico, o nitrogênio amoniacal presente nesse adubo gera acidez no solo, nesse caso diminuindo em 0,2 unidades de pH na determinação realizada aos 75 DAT., mesmo assim os valores são considerados ideais por Raij et al. (2001). Possivelmente, se essa análise tivesse ocorrido ao final do ciclo este efeito de diminuição de pH seria mais intenso para aplicação fertirrigada. Os teores de matéria orgânica (M.O.), enxofre, V% estão na faixa considerada ideal por Raij et al. (2001).

Tabela 4. Média das análises de solo na cultura do tomateiro (75 DAT). Botucatu, SP. 2017

Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹)	pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P_{resina} mg dm ⁻³	H+Al -----	K -----	Ca mmolc dm ⁻³	Mg -----	SB -----	CTC -----	V% -----	S mg dm ⁻³
444	5,2	10	76 C	17 B	6,5 B	14 B	0,9	21 B	38 B	55	6 B
571	5,1	10	126 BC	19 B	7,9 AB	21 B	1,4	30 B	49 B	60	7,5 AB
800	5,0	9	127 BC	19 B	6,8 B	15 B	0,8	23 B	42 B	54	7,5 AB
1333	5,1	10	177 AB	22 B	7,3 B	21 B	1,1	29 B	51 B	56	7,5 AB
4000	5,0	10	199 A	27 A	8,8 A	32 A	1,0	41 A	69 A	59	8 A
Modo											
Inc	5,2 a	10	148	20	7,1 b	23 a	1,1	31	51	60 a	7 a
Fer	5,0 b	9	133	22	7,8 a	18 b	0,9	27	49	54 b	8 a
Doses	ns	ns	*	*	*	*	ns	*	*	ns	*
Modo	*	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	*	*
DxM	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3,9	6,8	27,9	17,7	12,9	32,6	51,15	26,2	18,9	11,4	21,6

CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *: significativo a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 4, não se observa diferença significativa entre doses de fosforo e modo de aplicação para o teor de matéria orgânica (MO) e magnésio (Mg).

No efeito doses de fosforo, houve diferença significativa para os níveis de fosforo, acidez potencial, potássio, cálcio, saturação de bases, CTC e enxofre.

O nível de fosforo teve diferenciação devido as doses terem uma variação de 5% a 45% da adubação recomendada de fosforo para o ciclo da cultura, ocorrendo aumento do teor de fosforo, no entanto não foi observado diferença significativa com relação ao modo de aplicação, mesmo considerando que no tratamento incorporado todo o fosforo já havia sido aplicado. Consequentemente com o aumento de íons do incremento dos adubos fosfatados, houve aumento da acidez potencial, esta aumentou com as doses de fosforo aplicada, sendo esse resultado justificado pela mudança de pH já discutida anteriormente.

Com relação ao potássio, apesar das diferenças estatísticas para doses e modo de aplicação essa variação para doses não tem um comportamento uniforme, mesmo em relação ao modo de aplicação, para ambos os tratamentos o potássio foi aplicado via gotejamento, portanto as diferenças observadas podem estar ligadas a amostragem do solo e caminhamento preferencial desse nutriente no solo gerando resultados de concentração distintos.

O teor de cálcio foi crescente em função das doses aplicadas, o que pode ser justificado pela maior quantidade de Ca proveniente das fontes SFS e ST, onde quanto maior a dose de fosforo aplicado, maior a quantidade de cálcio. A diferença observada para modo de aplicação pode ser explicada do mesmo modo considerando que na fertirrigação metade do fosforo foi aplicado via MAP, um fertilizante que não contém cálcio.

Para Saturação de Bases (SB) e enxofre o comportamento dos resultados de soma de base refletem a variação ocorrida no teor de Ca.

Quanto a interação dose x modo, não houve diferença significativa em todas as características avaliadas na Tabela 4.

Em relação aos teores de micronutrientes obtidos através da amostragem de solo (Tabela 5), estão na faixa considerada ideal por Raij et al. (2001), exceto zinco que está pouco abaixo do ideal.

De acordo com Machado (2000) quando o fosforo e o zinco estão presentes na planta em teores máximos, o fósforo adicionado dilui a quantidade de zinco induzindo deficiência deste elemento.

Tabela 5. Média dos micronutrientes da análise de solo na cultura do tomateiro (75 DAT)

Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg dm ⁻³ -----				
444	0,20	0,9	11 C	10,4	0,3 AB
571	0,24	0,9	11 BC	10,8	0,4 AB
800	0,20	0,9	12 BC	9,7	0,3 B
1333	0,20	0,9	13 B	11,2	0,5 AB
4000	0,23	0,9	18 A	10,9	0,7 A
Modo					
Incorporado	0,21	0,8	13	10,6	0,4
Fertirrigado	0,21	0,9	13	10,7	0,5
Doses	ns	ns	*	ns	ns
Modo	ns	ns	ns	ns	ns
DosesxModo	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	16,5	19,7	12,6	10,1	58

CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *: significativo a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa entre os micronutrientes na amostragem de solo, exceto o ferro que houve ligeiro aumento com o aumento das doses de fosforo, resultado de prováveis impurezas provenientes do processo de fabricação do adubo, através da desmagnetização.

Os resultados de estudos com extratores de Fe ainda não são consistentes. Os valores de correlação entre os teores no solo e na planta variam desde baixos e não significativos até altos e significativos para diversas culturas (Camargo et al., 1982; Amaral Sobrinho et al., 1993; Rodrigues et al., 2001; Abreu et al., 2004; Moreira et al., 2009).

4.2 Características da planta

4.2.1 Teor de nutriente nas folhas

Para teor de nutrientes nas folhas (Tabela 6) não apresentaram diferença estatística ($p \leq 0,05$), exceto no efeito doses para fosforo e magnésio e para o efeito modo de aplicação e a interação dos efeitos doses x modo para cálcio.

Observa-se que os maiores teores foram alcançados com os valores maiores de doses de fosforo, e que as doses mais baixas ficaram fora do intervalo considerados para Malavolta (2006).

Já o magnésio para Gomes et al. (2008) concentrações elevadas de magnésio disponível podem levar a uma deficiência induzida de potássio. Os autores afirmam, todavia, que concentrações muito baixas de Mg disponível podem sofrer inibição pelo potássio, o que evidencia a existência de uma forte competição iônica entre os dois elementos. Com a análise de solo o teor de magnésio foi crescente com a dose de fosforo, ocorrendo o contrário na parte foliar, afirmando que doses altas de potássio no solo podem ter provocado menor teor de magnésio na folha por competição.

Tabela 6. Média dos macronutrientes da análise foliar na cultura do tomateiro (75 DAT)

Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Teores ótimos (Malavolta, 2006)	27 - 30	3,5 - 5	29 - 40	10 - 30	4,0 - 6,0	4,0 - 12
444	34	2,0 D	34	36	4,1 AB	2,2
571	31	2,5 CD	35	38	4,2 A	2,5
800	33	2,9 C	34	38	3,7 AB	2,6
1333	33	3,7 B	34	36	3,1 AB	2,5
4000	33	4,4 A	34	40	2,9 B	2,9
Modo						
Incorporado	33	3,1	34	39 a	3,4 a	2,5
Fertirrigado	33	3,1	34	36 b	3,8 a	2,5
Doses	ns	*	ns	ns	*	ns
Modo	ns	ns	ns	*	ns	ns
DosesxModo	ns	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	9,1	12,6	15,7	9,4	26,2	28,4

CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *: significativo a 5% de probabilidade.

Com relação ao cálcio, houve diferença significativa ($p > 0,05$) quanto ao modo de aplicação. Devido a adubação o fosforo de modo incorporado, o Super Fosfato Simples contém teores de cálcio (18% de Ca) e o Super Fosfato Triplo (8% de Ca) provocaram teores maiores de cálcio quando comparados com o Modo de aplicação fertirrigado. Consequentemente, a interação com o aumento das doses de adubo incorporado e o modo de aplicação teve aumento no teor de cálcio (Tabela 6).

Para os teores de micronutrientes foliares, não houve diferença significativa entre os tratamentos, exceto no manganês (Tabela 7).

Tabela 7. Média dos micronutrientes da análise foliar na cultura do tomateiro (75 DAT)

Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg kg ⁻¹ -----				
444	31	93	205	368 AB	124
571	32	106	191	275 B	112
800	27	88	199	329 AB	103
1333	31	75	200	282 AB	102
4000	27	102	198	389 A	114
Modo					
Incorporado	30	106	199	304 b	103
Fertirrigado	29	98	198	353 a	113
Doses	ns	ns	ns	ns	ns
Modo	ns	ns	ns	ns	ns
DosesxModo	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	21,0	25,3	18,9	22,7	26,3

CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *: significativo a 5% de probabilidade.

Os teores de manganês oscilam bastante em plantas de crescimento indeterminado e que emitem bastante brotações, pois o mesmo é que garante o crescimento da parte aérea. Além disso o suprimento do mesmo é feito via foliar, o que torna bastante desuniforme um teor equilibrado até mesmo em plantas do mesmo tratamento.

4.2.2 Análise da Seiva

Para a análise da seiva (Tabela 8), houve diferença significativa apenas no efeito dose de fósforo para o magnésio, fósforo e enxofre. Semelhante a análise foliar, aumento das doses de adubação fosfatada, assim como ocorrido no solo, provocou maior taxa de absorção de P₂O₅ na planta e consequentemente o fluxo na seiva.

Quanto ao fósforo, aos 75 DAT com quantidades menores de fósforo aplicado via fertirrigação, os valores dos teores foram maiores, sendo que para as maiores doses de fósforo a seiva alcançou valores de 8,6 mg L⁻¹ indicando uma melhor eficiência do aproveitamento do fósforo no sistema fertirrigado em relação ao teor de aplicado de uma maneira só.

Já ao maior teor de fósforo no modo de aplicação via fertirrigado pode ser causa do gotejo estar disponibilizando mais facilmente o fósforo para planta, ao contrário do

incorporado que necessita a expansão total do sistema radicular no vaso para maior aproveitamento do fosforo disponível.

Com relação ao magnésio, teores menores de fosforo no solo proporcionaram maior taxa de absorção do magnésio na planta, provocando decréscimo de acordo com aumento das Doses de fosforo.

Resultados semelhantes foram observados para enxofre, onde as maiores concentrações da seiva foram observadas nos tratamentos com maiores doses de fosforo onde maior quantidade de SFS foi aplicado.

Tabela 8. Média dos macronutrientes da seiva na cultura do tomateiro (75 DAT)

Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹)	K	Ca	Mg	P	S	Na
	----- mg L ⁻¹ -----					
444	102	138	13,4 A	2,0 C	11,5 B	0,7
571	125	147	14,4 A	2,4 C	16,4 B	0,9
800	121	158	11,0 AB	3,1 BC	18,1 B	1,0
1333	101	147	8,5 AB	4,5 B	24,1 AB	0,9
4000	98	133	5,0 B	8,6 A	34,2 A	0,8
Modo						
Incorporado	117	150	9,5	3,5 b	22,0	0,9
Fertirrigado	103	140	11,2	4,7 a	19,7	0,9
Doses	ns	ns	*	*	*	ns
Modo	ns	ns	ns	*	ns	ns
DosesxModo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	19,5	30,3	47,3	33,9	42,8	37,7

CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *: significativo a 5% de probabilidade.

Na análise da seiva para micronutrientes (Tabela 9), não houve diferença significativa entre tratamentos, indicando que a seiva na concentração de micronutrientes se comporta de maneira equilibrada quanto a diferenciação de doses de fosforo e modo de aplicação.

Tabela 9. Média dos micronutrientes da seiva na cultura do tomateiro (75 DAT)

Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg L ⁻¹ -----				
444	0,006	0,05	0,09	0,74	0,54
571	0,007	0,78	0,08	0,84	0,43
800	0,007	0,05	0,09	0,89	0,63
1333	0,008	0,05	0,10	0,64	0,45
4000	0,010	0,06	0,06	0,61	0,36
Modo					
Incorporado	0,008	0,06	0,09	0,66	0,52
Fertirrigado	0,007	0,06	0,09	0,83	0,44
Doses	ns	ns	ns	ns	ns
Modo	ns	ns	ns	ns	ns
DosesxModo	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	23,0	29,6	25,3	22,4	24,7

CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *: significativo a 5% de probabilidade.

4.2.3 Intensidade de cor verde (ICV)

Na Tabela 10 são mostrados os valores médios da intensidade de cor verde. Observa-se através da análise de variância que não houve efeito significativo de interação entre as doses e modo de aplicação.

Tabela 10. Valores médios para a intensidade de cor verde (ICV)

Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹)	DAT			
	46	61	76	90
444	60,8	62,5	61,1	58,2
571	60,2	62,4	62,5	60,8
800	59,0	60,9	60,4	61,6
1333	61,8	62,2	62,4	62,2
4000	60,1	62,0	60,1	60,1
Modo				
Incorporado	60,4	61,9	60,4	59,9
Fertirrigado	60,3	62,2	62,2	61,3
Doses	ns	ns	ns	ns
Modo	ns	ns	ns	ns
DosesxModo	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4,72	4,40	5,21	5,33

CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *: significativo a 5% de probabilidade

Como a Intensidade de cor verde (ICV) está diretamente relacionada ao teor de clorofila com o estado de nitrogênio da planta e as mesmas foram analisadas na mesma fase fenológica, existe uma alta correlação entre a intensidade do verde e o teor de clorofila com a concentração de nitrogênio na folha (MARENCO & LOPES, 2007). Essa relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70 % do nitrogênio total foliar ser constituinte de enzimas (CHAPMAN & BARRETO, 1997) que estão unidas aos cloroplastos (WOOD et al.,1993), com os dados, observou-se que os teores de clorofila não foram diferentes significativamente quanto as diferentes doses e ao modo de aplicação.

4.3 Qualidade do tomate

4.3.1 Produção comercial

Com as análises estatísticas a 5% de significância, quanto o peso do tomate comercializável (Tabela 11) de acordo com boletim do CEAGESP, não houve diferença significativa na produção total por tratamento, independente das doses ou modo de aplicação da adubação fosfatada.

Tabela 11. Média da produção comercial por planta

Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹)	Dias após Transplântio (DAT)										Total
	88	94	99	107	113	118	123	129	136	142	
	grama por planta										
444	78	316	796	186 B	465	189 B	508	339	290	100	3270
571	57	223	692	408 A	517	292 AB	488	310	384	136	3512
800	66	303	692	357 AB	444	353 A	461	368	345	138	3531
1333	64	354	658	254 AB	413	339 AB	548	345	291	118	3388
4000	70	304	796	389 A	327	297 AB	443	276	225	205	3053
Modo											
Incor	60	272	702	315	440	292	499	266 b	301	122	3272
Fertir	74	327	640	323	427	296	481	389 a	313	157	3430
Doses	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Modo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
DxM	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	46,5	64,1	30,1	38,38	38,4	36,4	36,8	39,8	35,5	36,3	11,9

CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *: significativo a 5% de probabilidade

Na tabela 11, observasse que 107 DAT há uma diferença significativa em relação a produção com base nas doses, indicando que teores mais elevados de fosforo podem antecipar a produção em relação a doses mais baixas (444 kg ha^{-1}). Esse comportamento se repetiu aos 118 DAT novamente, gerando maior produção comercial a partir da dose 571 kg ha^{-1} .

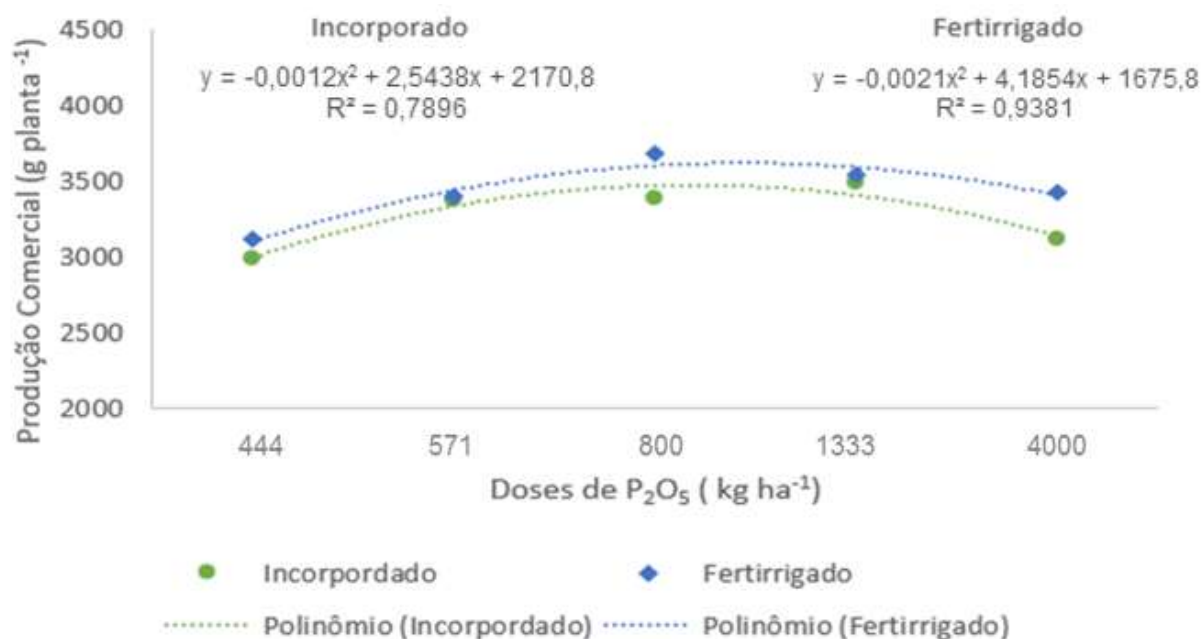
Não foi observado diferença significativa entre as doses de fosforo e a produção comercial de tomate. O maior valor de produção foi alcançado com a dose de 350 kg ha . Quando essa dosagem de fosforo alcançou o valor de 4000 kg ha^{-1} houve uma diminuição de 14% na produtividade, diferença essa não significativa, apesar do valor do coeficiente de variação de 11,9%.

Quanto ao modo de aplicação, não houve efeito significativo, indicando que ambos os métodos geraram resultados semelhantes.

Em algumas colheitas houve diferenciação quanto a dose de fosforo ou modo de aplicação, porem isso ocorreu devido a diferente maturação dos frutos à colher, provocando colheita antecipada em algumas plantas ou acúmulo de frutos em outras de mesmo tratamento, mas que com somatório acabam produzindo de forma semelhante. Apesar de não ter diferença significativa nos tratamentos, em média os valores da produção do Modo fertirrigado foram maiores do que o Modo de aplicação incorporado, como consta a Figura 11.

Em pesquisa realiza por Machado (2002) a produção de frutos por planta, nos híbridos Heinz 9780 e Kátia (tomates italianos) ficou entre 3,0 a $3,34 \text{ kg por planta}$ com o espaçamento de 0,50 m, confrontando dados semelhantes de produtividade.

Quanto aos modos de aplicação, alcançou-se em produção de tomate comercial $3,48 \text{ kg por planta}$ com 1333 kg ha^{-1} de P_2O_5 incorporado $3,67 \text{ kg por planta}$ com 800 kg ha^{-1} de P_2O_5 fertirrigado.

Figura 11. Gráfico de produção de frutos comerciais.

4.3.2 Número de frutos

Para número de frutos não foram observadas diferenças significativas entre as doses e também em relação ao modo de aplicação. O maior número de frutos foram aos 107 e 118 DAT, houve diferença significativa onde os tratamentos com 800 kg ha⁻¹ apresentaram maiores resultados.

Tabela 12. Média da quantidade de tomate comercial por planta

Doses de P ₂ O ₅	Dias após Transplântio (DAT)										Total
	88	94	99	107	113	118	123	129	136	142	
(kg ha ⁻¹)	grama por planta										
444	1 A	3	8	1 B	4	2 B	5	4	4	1	18
571	1 A	2	6	4 A	5	3 AB	5	3	5	2	17
800	1 A	3	8	3 AB	4	4 A	5	4	5	2	25
1333	1 A	3	7	3 AB	4	4 A	6	4	4	2	21
4000	1 A	3	6	4 A	3	3 AB	5	3	3	3	22
Modo											
Incor	0,6	3	7	3	4	3	5	3 b	4	2	20
Fertir	0,7	3	7	3	4	3	5	5 a	4	2	20
Doses	ns	ns	ns	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Modo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
DxM	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15,14	31,8	28,2	36,2	39,2	35,2	34,0	37,2	40,5	22,8	35,0

CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *: significativo a 5% de probabilidade

4.3.3 Produção por classe

Quanto a análise estatística da produção por classe (Tabela 13), não houve diferença significativa entre tratamentos. Nas classes de tomate comercial os tomates não modificaram a classificação entre si, independente do tratamento.

Quanto a podridão apical, não houve diferença significativa, o mesmo se deu em baixa frequência, pois em geral não houve déficit de cálcio para cultura, porem devido a estresses hídricos isolados, alguns frutos apresentaram a podridão.

Houve um incremento nos tomates não-comerciais devido à má polinização de alguns frutos e também pelo aspecto de frutos classificados como Extrinha de baixíssimo peso serem comuns com tomates não polinizados.

Tabela 13. Média da produção por classificação de tomate comercial por planta

CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem

Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹)	Extra AA	Extra A	Extra	Extrinha	Podridão Apical	Não comercial
	----- grama por planta -----					
444	344	670	1188	1068	42	968
571	336	794	1378	1004	36	1060
800	378	728	1310	1116	38	1078
1333	352	710	1266	1060	30	830
4000	328	570	1172	982	44	952
Modo						
Incorporado	344	691	1261	1040	38	975
Fertirrigado	346	696	1268	1051	36	972
Doses	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Modo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DxM	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	35,6	43,0	20,0	14,7	26,0	30,7

entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *: significativo a 5% de probabilidade

4.3.4 pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável

Na Tabela 14 estão apresentados os valores médios das variáveis pH, teor de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável. Através da análise de variância pode se observar que não houve efeito significativo entre tratamentos.

Tabela 14. Acidez Titulável, ° Brix e pH do tomate

CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *: significativo a 5% de probabilidade

4.4 Considerações finais

Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹)	Acidez Titulável	° Brix	pH do fruto
444	0,80	4,41	4,55
571	0,85	4,66	4,53
800	0,85	4,56	4,56
1333	0,85	4,65	4,51
4000	0,87	4,75	4,50
Modo			
Incorporado	0,85	4,67	4,54
Fertirrigado	0,85	4,54	4,51
Doses	ns	ns	ns
Modo	ns	ns	ns
DosesxModo	ns	ns	ns
CV (%)	13,2	7,3	1,6

O estudo realizado com as doses apresentou dados nos quais serão possíveis economia em até 45% de fosforo, pois em geral produtores incrementam a mesma de 25% a mais acima da recomendação.

Apesar de não haver diferença significativa em muitas análises quando comparando modos de aplicação, a fertirrigação apresentou produção em média 158 gramas a mais do que o adubo incorporado.

Há possibilidade dependendo da época do ano, custos do tomate, ganhos de 7% em produção.

Quanto aos modos de aplicação, alcançou-se em produção de tomate comercial 3,48 kg por planta com 1333 kg ha⁻¹ de P₂O₅ incorporado 3,67kg por planta com 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅ fertirrigado.

5 CONCLUSÕES

A aplicação de 800 kg ha⁻¹ de adubação P₂O₅ para condições de solo arenoso em estufa agrícola alcançou valores ótimos para produção comercial de tomate italiano em ambiente protegido em ambos os modos de aplicação.

REFERÊNCIAS

ABCSEM, **Tomate lidera crescimento e lucratividade no setor de hortaliças.**

Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/noticia.php?cod=284>> Acesso em 19 out. 2017.

ABREU, C.A.; RAIJ, B. VAN; ABREU, M.F. & PAZ GONZALES, A. **Avaliação da disponibilidade de manganês e ferro em solos pelo uso do método modificado da resina de troca iônica.** R. Bras. Ci. Solo, 28:579-584, 2004.

ALVARENGA, M. A. R.; MELO, P. C. T.; SHIRAHIGE, F. H. Cultivares. In:

ALVARENGA, M. A. R. **Produção em campo, casa de vegetação e hidropônia. 2ª Ed. Lavras.** Editora Universitária de Lavras, p. 49- 59, 2013.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e em hidropônia.** Lavras, Editora UFLA, 400p, 2004.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidropônia.** Lavras: Editora UFLA, 2013, 455 p.

AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; COSTA, L.M.; DIAS, L.E. & BARROS, N.F.

Aplicação de resíduo siderúrgico em um Latossolo: efeitos na correção do solo e na disponibilidade de nutrientes e metais pesados. R. Bras. Ci. Solo, 17:299-304, 1993.

AMAYRED, J.; AL-ABEL, N. **Developing crop coefficients for fieldgrown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under drip irrigation with black plastic mulch.** Agricultural Water Management, n.73, p.247-254, 2005.

AOAC - Association Of Official Analytical Chemistral. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11. ed. Washington: AOAC, 1992. 1115 p.

BECK, M.A.; SANCHES, P.A. **Soil phosphorus fraction dynamics during 18 years of cultivation on a Typic Paleudult**. Soil Science, v.34, p.1424-1431, 1994.

BRITO, L. T. de L.; SOARES, J. M.; DE FARIA, C. M. B.; et al. **Fontes de fósforo aplicadas na cultura do melão via água de irrigação**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, n. 1, p. 19–22, 2000.

CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S. & DECHEN, A.R. **Efeito do pH e da incubação na extração do manganês, zinco, cobre e ferro no solo**. R. Bras. Ci. Solo, 6:83-88, 1982.

CENTRO DE PESQUISA METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS DE CAMPINAS – CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. **Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth**. Agronomy Journal, v. 89, p. 557-562, 1997.

DALVI, V. B., TIWARI, K. N., PAWADE, M. N., PHIRKE, P. S. **Response surface analysis of tomato production under microirrigation**. Agricultural Water Managemen, v. 12 n.41, p.11-19, 1998.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D.R.; HOPANS, J.W.; PARLANGE, M.B.

Programa SWRC (Version 1.00): Soil-Water Retention Curve (Software).

Piracicaba: ESALQ; Davis: University of Califórnia, 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 2013. 353p.

FARIAS, M. B.; PEREIRA, J. R. **Movimento de fósforo no solo e seu modo de aplicação no tomateiro rasteiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 28. N.12, p.1363-1370, dez. 1993.

FIGUERÊDO, S.F. **Estabelecimento do momento de irrigação com base na tensão de água no solo para a cultura do feijoeiro**. 1998. 94 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A. **Aplicação de fertilizantes via água de irrigação**. In: VITTI, G. C; BOARETTO, A. E. Fertilizantes fluidos, Piracicaba: POTAFOS, p. 227-260, 1994.

GATIBONI, L. C.; RHEINHEIMER, D. S.; FLORES, A. F. C.; ANGHINONI, I.; KAMINSKI, J.; LIMA, M.A.S. **Phosphorus forms and availability assessed by ³¹P-NMR in successively cropped soil**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.36, p.2625-2640, 2005.

GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. de; BOEIRA, R. C.; TOLEDO, L. G. de. **Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos biogeoquímicos, fertilizantes e corretivos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 62 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 66).

HARMANTO, V. M., SALOKHE, BABEL, M. S., TANTAU, H. J. **Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment.**

Agricultural Water Managemen. n. 71, p.225-242, 2005.

HERNANDEZ, F. B.T. **Potencialidade da fertirrigação.** In: VITTI, G. C; BOARETTO, A. E. Fertilizantes fluidos, Piracicaba: POTAFOS, p.215-225, 1994.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. A. **Fertirrigação em viveiros de mudas de Eucalyptus e Pinus.** In: BOARETTO, A. E.; VILLAS BOAS, R. L.; SOUZA, W. F. PARRA, L. R. V. (Eds.) 1ed. Fertirrigação: teoria e prática. Piracicaba, v. 1, p. 677-725, 2004. 1 CD-ROM.

HORTICERES. Horticeres Sementes. **Tomate Híbrido Tipo Saladete HS 1188.** Disponível em <<http://www.horticeres.com.br/produtos/solanaceas/tomate/tomate-hs1188>> Acesso em: 20 ago. 2016.

IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, **Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, Ano Agrícola 2016/17**, Fevereiro de 2017, v. 12, n. 4, abril 2017. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=14284>> Acesso em 19 out. 2017.

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

JOHNSTON, A. E. **The efficient use of plant nutrients in agriculture.** IFA, Paris, 14p, 2000.

LOPES, P. R. A. **Influência da cobertura do solo e sistema de condução das plantas, na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado em casa-de-vegetação e no campo.** Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – SP. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal). 125 p, 1997.

MACÊDO, L. S.; ALVARENGA, M. A. R. **Efeito de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade de frutos de tomateiro em ambiente protegido.** Ciência e Agrotecnologia, v. 29, n. 1, p. 296-304, 2005.

MACHADO, A. Q. **Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura.** Universidade Federal de Lavras, 90p, 2002. (Dissertação de Mestrado).

MACHADO, C.T.T. **Caracterização de genótipos de milho quanto a parâmetros morfológicos fisiológicos e microbiológicos associados á eficiência de absorção e uso de fósforo.** Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 365p 2000. (Tese de Doutorado).

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

MANTOVANI, E. C. AVALIA: **Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada.** Viçosa, MG: UFV, 2001.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral.** 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 469 p., 2007.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Frequência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial.**

Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, n.7, p.661-666, 2005.

MOREIRA, A.; TEIXEIRA, W.G. & MARTINS, G.C. **Extratores e disponibilidade de micronutrientes em Terra Preta de Índio da Amazônia Central.** Cienc. Suelo, 27:127-134, 2009.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.**

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 399p. ,1999.

OLIVEIRA, S. L. de; COELHO, E. F.; BORGES, A. L. **Irrigação e fertirrigação.**

Frutas do Brasil- Banana Produção, v.1, 2007.

POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; ROMANIELLO, M. M.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. **Suprimento de fósforo na produção de mudas de cafeeiro em tubetes.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 26, n. 5, p. 970-976, 2002.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação.** Campinas: Instituto Agronômico, 343p., 1991.

RHEINHEIMER, D.S.; ANGHINONI, I. **Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, p.151-160, 2001.

RHEINHEIMER, D.S. **Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto.** Ciência Rural, Santa Maria, v.38, p.576-586, 2008.

RODRIGUES, M.R.L; MALAVOLTA, E. & MOREIRA, A. **Comparação de soluções extratoras de ferro e manganês em solos da Amazônia.** Pesq. Agropec. Bras., 36:143-149, 2001.

SÁ, N. S. A. de, PEREIRA, G. M., ALVARENGA, M. A. R. et al. **Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes tensões de água no solo em ambiente protegido.** Brasileira de engenharia agrícola e ambiental. Jul/set., vol.9 n.3., 2005.

SILVA, J.A.; DUTRA, A.F.; CAVALCANTI, N. M..S.; MELO, A.S.; SILVA, F.G.; SULVA, J.M. **Aspectos agronômicos do tomateiro “Caline Ipa 6” cultivado sob regimes hídricos em área do semiárido.** Revista Agroambiente On-line, v. 8, n. 3, p. 336-344, 2014.

SILVEIRA, J. M. C., VIEIRA R. C. S., DANIEL L. A. **Eficiência do uso da água no cultivo do tomate de mesa, sob irrigação por sulcos, em uma propriedade agrícola do município de estiva gerbi/SP.** Workshop tomate na unicamp: perspequitivas e pesquisas. Campinas, 28 de maio de 2003.

SILVEIRA, F.J.; NETO, R.T.; BANCI, C.A.; DE OLIVEIR, A.J. **Estudo da viabilidade técnica do cultivo de tomate de mesa em substrato de fibra de coco sob estufa.** UPIS – Faculdades Integradas Departamento de Agronomia. Planaltina – DF, Boletim, p.1 -50, dezembro 2008.

TIESSEN, H.; STEWART, J.W.B.; COLE, C.V. **Pathways of phosphorus transformations in soils of differing pedogenesis.** Soil Science Society of American Journal, v.48, p.853-858, 1984.

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

VAN GENUCHTEN, M.T. **A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils.** Soil Sci. Soc. Am. J., 44:892-898, 1980.

VICHIATO, M. **Influência da fertilização do porta-enxerto tangerineira (*Citrus resnyi* Hort. Ex Tan. cv. Cleópatra) em tubetes, até a repicagem.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 82p., 1996.

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

WOOD, C. W.; REEVES, D. W.; HIMELRICK, D. J. 1993. **Relationships between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status, and crop yield: a review.** Proceedings Agronomy Society of New Zealand, v. 23, p. 1-9.. 1993.