

JUVENAL LOPES LOURES

**ESTABELECIMENTO E AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE TOMATE
DENOMINADO FITO, EM ESTUFA E CAMPO.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de "*Doctor Scientiae*".

VIÇOSA

MINAS GERAIS - BRASIL
2001
**ESTABELECIMENTO E AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE TOMATE
DENOMINADO FITO, EM ESTUFA E CAMPO.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doctor *Scientiae*".

APROVADA: 12 de junho de 2001

Prof. Antônio Américo Cardoso
(Conselheiro)

Prof. João Carlos Cardoso Galvão
(Conselheiro)

Dra. Maria Aparecida N. Sedyama Prof. Derly José Henriques da Silva

Prof. Paulo Cezar Rezende Fontes
(Orientador)

A Deus, autor do universo e de minha vida, ao qual devo tudo que tenho e que sou,

À minha esposa Alessandra, companheira escolhida por Deus e por mim, a qual
muito amo,

Aos meus filhos Jonas, Emanuel e Ana Clara, presentes de Jesus para minha vida,

Aos meus pais José Walter e Maria de Lourdes, co-autores de minha vida, que
sempre me apoiaram e incentivaram.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa e ao seu Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À minha esposa Alessandra, pelo amor, pelo carinho e pela compreensão.

Aos meus pais, irmãos e demais parentes, pela amizade, pelo apoio e pelo incentivo.

Ao Professor Paulo Cezar Rezende Fontes, pela orientação, pela amizade, disponibilidade e apoio necessário.

À Dra Maria Aparecida Nogueira Sedyama e aos Professores Antônio Américo Cardoso, João Carlos Cardoso Galvão, Derly José Henriques da Silva e Everardo Chartunini Mantovani pela atenção e pelas sugestões.

Ao Professor Tocio Sedyama, pela amizade e pela disponibilidade para resolver os problemas acadêmicos.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação da Fitotecnia Mara e Vicente Madaleno e a Domingos Sávio e Assis, do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, pela amizade, pela atenção e pelo trabalho.

A Feliciano, Wilson e demais funcionários da Horta Velha do Fundão, pela atenção e pelo apoio técnico.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, participaram de minha formação acadêmica e contribuíram para a execução deste trabalho.

BIOGRAFIA

JUVENAL LOPES LOURES, filho de José Walter Vale Loures e Maria de Lourdes Lopes Loures, nasceu em Juiz de Fora, MG, em 03 de outubro de 1963.

Em 1971, iniciou o curso primário no Colégio Santa Catarina, em Juiz de Fora, MG, cidade onde também concluiu, em 1981, o segundo grau, na Fundação Educacional Machado Sobrinho.

Em março de 1982, ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, graduando-se em dezembro de 1986.

Em julho de 1988, foi admitido na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EMATER) do Estado do Paraná.

Em agosto de 1994, iniciou, nessa mesma Universidade, o Curso de Mestrado em Fitotecnia, concentrando seus estudos na área de Nutrição Mineral e Adubação de Plantas.

Em março de 1997, iniciou, nessa mesma Universidade, o Curso de Doutorado em Fitotecnia, concentrando seus estudos na área de Nutrição Mineral e Adubação de Plantas.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O tomateiro na estufa	3
2.2. Cultivo sem solo.....	5
2.3. Substrato para cultivo sem solo.....	6
2.4. Compostos como substrato.....	8
2.5. Quantidades de nutrientes no sistema sem solo.....	9
2.6. Volume do substrato.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Localização dos experimentos.....	16
3.2 Implantação e condução dos experimentos.....	16
3.2.1. Experimento A.....	16
3.2.2. Experimento B.....	21
3.2.3. Experimento C.....	22

3.3. Características avaliadas.....	29
3.3.1. Crescimento das plantas.....	29
3.3.2. Teores de nutrientes na folha.....	29
3.3.3. Produção de frutos.....	30
3.3.4. Vitamina C, pH, sólidos solúveis totais (SST) e ácidos tituláveis nos frutos.....	31
3.4. Análise estatística.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1. Experimento A	34
4.1.1. Altura de planta	34
4.1.2. Peso da matéria seca das folhas	36
4.1.3. Teores de nutrientes nas folhas	37
4.1.4. Peso e número de frutos grande, médio e pequeno.....	40
4.1.5. Peso de frutos comerciais.....	42
4.1.6. Peso de frutos não comerciais.....	48
4.1.7. Peso total de frutos.....	49
4.2. Experimento B	50
4.2.1. Altura de planta	50
4.2.2. Peso da matéria seca das folhas	51
4.2.3. Teores de nutrientes na folha	52
4.2.4. Peso e número de frutos grande, médio e pequeno.....	56
4.2.5. Peso e número de frutos comerciais.....	56
4.2.6. Peso e número de frutos não comerciais.....	60
4.2.7. Peso e número total de frutos.....	61
4.3. Experimento C	62
4.3.1. Altura de planta	62
4.3.2. Altura de inserção dos cachos.....	64
4.3.3. Peso da matéria seca das folhas e caule.....	65
4.3.4. Teores de nutrientes na folha.....	66
4.3.5. Produção de frutos.....	68
4.3.5.1. Produção de frutos grande, médio e pequeno.....	68

4.3.5.2. Produção de frutos comerciais.....	69
4.3.5.3. Produção de frutos não comerciais.....	73
4.3.5.4. Produção total de frutos.....	74
4.3.5.5. Produção ponderada de frutos.....	76
4.3.5.6. Produção por dia de permanência da cultura no campo...	77
4.3.6. Qualidade dos frutos.....	79
5. RESUMO E CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
APÊNDICE	97

RESUMO

LOURES, Juvenal Lopes, D.S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2001.

Estabelecimento e avaliação do sistema de produção de tomate denominado FITO, em estufa e campo. Professor Orientador: Paulo Cezar Rezende Fontes. Professores Conselheiros: Antônio Américo Cardoso, João Carlos Cardoso Galvão e Everardo Chartunini Mantovani.

Foram conduzidos três experimentos com os objetivos de adequar quantidades de areia e de composto orgânico na composição do substrato; determinar o menor volume do substrato possível de ser usado por planta; definir a dose adequada de P a ser aplicada, via gotejamento, neste substrato; estabelecer o sistema de produção de tomate denominado FITO e comparar a produtividade, a qualidade de frutos e o estado nutricional do tomateiro no sistema FITO com outros sistemas de produção. No experimento A, os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro volumes de substrato (3, 6, 9 e 12 dm³) e quatro proporções de composto : areia (25:75, 50:50, 75:25 e 100:0 %, v/v) colocados em sacos plásticos. No experimento B foram utilizados sacos plásticos contendo 9 dm³ de substrato formado pela mistura contendo 25 % de composto e 75 % de areia e os

tratamentos foram cinco doses de fósforo, 0, 75, 150, 300 e 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅, aplicadas semanalmente, via água de irrigação, juntamente com os demais nutrientes. No experimento C, os tratamentos constaram de sete sistemas de produção: 1 – sistema FITO, conduzido na estufa, em saco plástico perfurado, com 9 dm³ de substrato por planta, contendo 25% de composto e 75% de areia, todos os nutrientes colocados via água de irrigação (TNVAI); 2 – sistema A, conduzido na estufa, em saco plástico com 9 dm³ de areia, TNVAI; 3 – sistema FITO 1, conduzido na estufa, em saco plástico com 9 dm³ de composto + areia, N e K via água de irrigação e demais nutrientes no plantio (DNP); 4 – estufa, no solo, no modo tradicional, N e K via água de irrigação e DNP; 5 – campo, em saco plástico com 9 dm³ de composto + areia, com TNVAI, chamado de FITO C; 6 – campo, no solo, N e K via água de irrigação e DNP; 7 – campo, no solo, no modo tradicional, N e K aplicados ao lado da planta, manualmente e DNP. No experimento A, as maiores produções comercial e total de frutos, 5466 e 5863 g planta⁻¹, respectivamente, foram obtidas com o volume de substrato de 12 dm³, não sendo influenciadas pela proporção composto : areia e interação entre eles. O volume de 9 dm³ proporcionou 96 % da maior produção comercial de frutos e foi considerado o menor volume para a produção de tomate. No experimento B, as máximas produções comercial e total de frutos, 6163 e 6180 g planta⁻¹, respectivamente, foram obtidas com as doses de 161,56 e 160,57 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo que 69 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionou 98 % da produção máxima, podendo ser usada. No experimento C, não houve efeito significativo dos sistemas de produção sobre a maioria das características analisadas. Os sistemas FITO e FITO 1 propiciaram as maiores produtividades comerciais, 104,79 e 103,76 t ha⁻¹, respectivamente, podendo ser utilizados na produção de tomate, em estufa.

ABSTRACT

LOURES, Juvenal Lopes, D.S., Universidade Federal de Viçosa, April of 2001.

Establishment and evaluation of tomato production system, denominated FITO, in greenhouse and field. Adviser: Paulo Cezar Rezende Fontes.

Committee members: Antônio Américo Cardoso, João Carlos Cardoso Galvão and Everardo Chartunini Mantovani.

Three experiments were accomplished with the objectives of finding out adequate quantities of sand and organic compost to substratum composition; to determine the least possible volume of substratum to be used per plant; to define the adequate P rate to be applied in that substratum via drip system; to establish the tomato production system, denominated FITO, comparing its productivity, fruit quality and the crop nutritional state with others production systems. In the experiment A, the treatments were constituted by the combination of four substratum volumes (3, 6, 9 and 12 dm³) and four compost proportions: sand (25:75, 50:50, 75:25 and 100:0 %, v/v) placed in plastic bags. In the experiment B, were used plastic bags containing 9 dm³ of substratum which was formed by the mixture with 25% of compost and 75 % of sand and five phosphorus rates, 0, 75, 150, 300 and 600 Kg ha⁻¹ of P₂O₅, weekly applied, via irrigation water with others nutrients. In the experiment C, the treatments consisted of seven production systems: 1) FITO system, conducted in greenhouse, in perforated plastic bag with 9 dm³ of substratum per plant, containing 25% of compost

and 75% of sand, all nutrients applied via irrigation water (TNVAI); 2) system A, conducted in greenhouse, in plastic bag with 9 dm³ of sand, TNVAI; 3) FITO 1 system, conducted in greenhouse, in plastic bag with 9 dm³ of compost + sand, N and K via irrigation water and others nutrients in the planting (DNP); 4) greenhouse, in soil, traditional way, N and K via irrigation water and DNP; 5) field, in plastic bag with 9 dm³ of compost + sand, with TNVAI, denominated FITO C; 6) field, in soil, N and K via irrigation water and DNP; 7) field, in soil, traditional way, N and K applied beside the plant, manually, and DNP. In the experiment A, the largest commercial and total fruit yields, 5466 and 5863 g plant⁻¹, respectively, were obtained with the substratum volume of 12 dm³, not being influenced by the compost : sand proportion and interaction between them. The volume of 9 dm³ provided 96% of the largest commercial fruit yield and was considered the smallest volume appropriate to the tomato production. In the experiment B, the maximum commercial and total fruit yields, 6163 and 6180 g plant⁻¹, respectively, were obtained with 161,56 and 160,57 kg ha⁻¹ of P₂O₅; 69 kg ha⁻¹ of P₂O₅ provided 98% of the maximum yield and can be utilized. In the experiment C, there was no significant effect of the production systems on most of the analyzed characteristics. The FITO and FITO 1 systems propitiated the largest commercial yields, 104,79 and 103,76 t ha⁻¹, respectively, and could be used in the tomato production, in greenhouse.

1 - INTRODUÇÃO

A produção mundial de hortaliças, no ano de 1998, foi de 900 milhões de toneladas, destacando-se a cultura do tomateiro, com 3,1 milhões de hectares cultivados e produção de 89,8 milhões de toneladas. Neste ano, a produção brasileira de tomate representou, aproximadamente, 3,0 % da produção mundial, em área de 61.000 ha (FAO, 1998), quase sempre em solos não cultivados em anos anteriores com solanáceas.

Normalmente, a cultura tradicional do tomateiro é realizada em áreas novas ou em rotação com outras, o que não é oportuno na cultura do tomateiro sob estufa que tem apresentado grande impulso nos últimos anos. A estrutura fixa normalmente existente dificulta o manejo das áreas. Devido a isto, a salinização e os patógenos do solo passam a ser importantes, necessitando de procedimentos não convencionais na cultura para adequação do solo. O solo das estufas poderia ser “melhorado” pela substituição da camada arável, solarização, inundação ou pela desinfecção, normalmente, com brometo de metila ou, alternativamente com vapor.

Entretanto, tais técnicas nem sempre são totalmente eficazes, são dispendiosas e difíceis para serem praticadas pelos agricultores. Além disto, o uso repetido do brometo provoca problemas de sanidade, poluição das águas e de resíduos em frutos.

Em outros países, uma alternativa à produção tradicional de plantas no solo, em ambientes protegidos, tem sido o cultivo sem solo ou em substrato. Essa técnica necessita de adequado aporte de água e de nutrientes, variável de acordo com o substrato. A técnica de cultivo em substrato tem se difundido pois, dentre outras vantagens, pode permitir maior rendimento por área, melhor qualidade do produto e melhor aproveitamento dos nutrientes. Diversos substratos têm sido utilizados tais como lã de vidro, polietileno, serragem, areia, cascas de arroz e de coco, turfa ou outro material orgânico. Em condições brasileiras, o cultivo em substrato mostrou ser viável para a produção de tomate, tendo sido alcançada a produtividade comercial de

165 t ha⁻¹ de frutos (LOURES et al., 1998), utilizando-se o esterco de suíno misturado a um substrato comercial. Apesar de ser possível o uso do esterco de suíno como substrato, o mesmo deve ser utilizado em mistura com outro material, devido a sua elevada salinidade quando utilizado em altas proporções. Além disto, a sua obtenção, em regiões onde a suinocultura não é tradicional, é dificultada além de seu manejo ser mais difícil.

Alternativas aos materiais sintéticos e aos orgânicos difíceis de serem obtidos e manejados tem sido tentadas. A mistura do composto orgânico, obtido pela fermentação de resíduos vegetais, com areia pode constituir-se em substrato viável para utilização na cultura do tomateiro em condições protegidas, desde que adequadamente suprida as necessidades com nutrientes. Além disto, é necessário estabelecer o menor volume da mistura composto e areia possível de ser utilizado no cultivo do tomateiro em sacos plásticos. Assim, em condição pré-definida de manejo da fertilização mineral, buscando adequada produtividade de frutos de tomate, o presente trabalho teve os seguintes objetivos:

- adequar quantidades de areia e de composto orgânico na composição do substrato e determinar o menor volume da mistura a ser usada por planta;
- estabelecer a dose ótima de P a ser aplicada, via gotejamento, neste substrato;

- estabelecer o sistema de produção de tomate denominado FITO;
- comparar a produtividade, a qualidade de frutos e o estado nutricional do tomateiro no sistema FITO com outros sistemas de produção, em estufa e em campo.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O TOMATEIRO NA ESTUFA

O tomateiro é uma dicotiledônea, ordem Tubiflorae, pertencente a família Solanaceae, gênero *Lycopersicon*. O tomate cultivado, *Lycopersicon esculentum*, pertence ao sub-gênero *Eulycopersicum*, cujos frutos são vermelhos. É hortaliça muito popular e consumida ao natural, com muita frequência, sendo boa fonte de vitaminas e minerais, principalmente beta-caroteno (pró-vit. A) e ácido ascórbico (vit. C).

A produtividade brasileira, de 44 t ha⁻¹, é superior a produtividade mundial, que atinge 28 t ha⁻¹ (FAO, 1998). Dos estados brasileiros, São Paulo destaca-se em área plantada e produção, apesar da maior produtividade, 63 t ha⁻¹, pertencer ao Distrito Federal (IBGE, 1998). Porém, países como Holanda, Bélgica e Dinamarca

ultrapassam a produtividade de 300 t ha^{-1} , em cultivo anual, utilizando métodos culturais diferentes, em estufa.

O cultivo do tomateiro em estufa exige procedimentos e técnicas que maximizem a produtividade de frutos de qualidade desejada pelo mercado, destacando-se mão-de-obra especializada, irrigação por gotejamento, manejo adequado dos nutrientes, das doenças foliares e dos insetos, ausências de efeitos salino e de doenças no solo, condução apropriada da planta, estruturas bem dimensionadas das estufas e cultivares adaptadas. Com este propósito, novos híbridos de tomate para mesa estão sendo lançados no mercado brasileiro para cultivo em estufa, tendo como vantagens melhores sabor e conservação pós-colheita, alta produtividade, melhor uniformidade, cor vermelho intenso, plantas vigorosas e resistência às principais doenças da cultura. Em ambiente protegido, normalmente, as ocorrências de pragas e doenças da parte aérea do tomateiro são diminuídas em comparação com a cultura no campo, podendo ser feitas aplicações preventivas com defensivos em dosagens reduzidas e intervalos maiores (TAKAZAKI, 1989).

A colheita de tomate em ambiente protegido inicia-se, aproximadamente, 80 a 100 dias após o transplante, atingindo a produtividade em torno de 100 t ha^{-1} ou $800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de permanência da cultura no campo (FAYAD, 1998), podendo chegar até 300 t ha^{-1} , dependendo do período de tempo que a cultura é explorada (FONTES, 1997). Comparando a produtividade da cultivar Carmen, LOPES (1997) verificou as produtividades de 135 e 99 t ha^{-1} , na estufa e campo, respectivamente. CAMARGOS (1998) e FAYAD (1998), trabalhando em estufa, com as cultivares Carmen e EF 50, respectivamente, obtiveram as produtividades comerciais de 136 e 108 t ha^{-1} , correspondentes a 1025 e $807 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente.

Na Holanda, apesar da produtividade do tomateiro cultivado em casa de vegetação ser alta, maior do que a dos demais países europeus, cerca de 200 t ha^{-1} (VOOREN et al., 1986), a produtividade diária está em torno de 700 - $800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de permanência da cultura no campo. Em condições experimentais européias, produtividade de 46 kg m^{-2} , correspondendo a $1620 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ tem sido observada (COCKSHULL e HO, 1995).

De acordo com FONTES (1997), expressar a produção de frutos de tomate por área e por tempo de permanência da cultura no campo é mais conveniente, principalmente ao se trabalhar em estufas, onde é possível conduzir o tomateiro em ciclo de produção mais longo quando comparado ao ciclo que se obtém a céu aberto.

Em estufa, o custo de produção do tomate é, normalmente, maior do que nos sistemas tradicionais. A análise econômica do cultivo de tomate aqui, em ambiente protegido, indicou que o custo de produção foi 130 % superior ao custo em campo aberto (TAKAZAKI, 1989). Porém, devido a maior produtividade, a renda líquida da produção em estufa foi 129 % a mais da obtida em campo. Obviamente, o resultado econômico, em ambas as situações, dependerá de diversos fatores dentre os quais as produtividades e os preços alcançados pelos frutos.

2.2. CULTIVO SEM SOLO

O cultivo sem solo, provavelmente, surgiu na tentativa de maximizar o uso das áreas sob estufas. A técnica consiste no cultivo das plantas em água, acondicionada em vasos, tubos e canais ou no cultivo em substratos constituídos de materiais inorgânicos naturais (areia, quartzo moído, cascalho, vermiculita), manufaturados (lãs minerais, espumas sintéticas, argila expandida) e materiais orgânicos (turfa, cascas de plantas, serragem) dispostos de forma adequada em recipientes (sacos plásticos, vasos).

A técnica apresenta como vantagens maior rendimento por área (CALABRETTA, 1994), melhor qualidade do produto, menor incidência de doenças, melhor programação da produção, melhor aproveitamento dos nutrientes (PEIL et al., 1994) e maior facilidade de execução de tratamentos culturais e, principalmente, proteção da cultura ao ataque de patógenos do solo difíceis de serem controlados. O custo e o alto nível tecnológico exigidos são os principais fatores limitantes quando comparados com a cultivo tradicional, no campo sem proteção.

Ademais, com a utilização do cultivo sem solo, há possibilidade de ocorrência de deficiência de oxigênio no sistema radicular, devendo ser utilizado substrato com satisfatório nível de porosidade, alta capacidade de drenagem e

possível de ser utilizado por vários ciclos de cultivo para amortizar os custos de instalações e para evitar problemas associados com a eliminação destes no fim do ciclo. CALABRETTA (1994) cita que o uso do mesmo substrato por alguns ciclos consecutivos do tomateiro, normalmente, não tem conseqüências negativas na produção. Porém, dependendo do tipo de substrato, a sua reutilização pode notadamente reduzir a produtividade das culturas devido a mudanças nas suas propriedades físicas e químicas, como obstrução de poros causado pelo crescimento radicular, redução da capacidade de retenção de água, e elevações do pH e salinidade.

Antes que sistemas de cultivo sem solo possam ser adotados, substratos adequados e econômicos devem estar disponíveis. Apesar do custo de produção das culturas em cultivo sem solo ser maior em relação aos cultivos no solo em estufa e no campo, a maior produtividade, geralmente, obtida com esta técnica tem atraído produtores em vários países. CALABRETTA et al. (1994), comparando o cultivo de tomate, em estufa, no substrato argila expandida com o cultivo em solo, verificaram um custo de produção 50 % maior com o uso do substrato. Porém, este maior custo foi compensado pelo incremento de 21,5 % na produtividade comercial, considerando apenas os 4 primeiros cachos. Já DUPLANIC e RODRIGUES (1996), ao avaliarem a rentabilidade econômica da cultura de tomate em casa de vegetação, no solo e em substrato de turfa + perlita, verificaram que para as mesmas produtividades (4 kg planta⁻¹, cada planta em 0,30 m² e o mesmo preço do tomate, U\$ 0,75/kg) a cultura no solo foi mais rentável, pois os custos com o substrato, recipientes plásticos e mulching foram 36 % do custo variável, enquanto no solo, o brometo de metila significou apenas 10 %, evidenciando a necessidade de produtividade mais alta para que a técnica seja compensatória economicamente.

Na Nova Zelândia, nos últimos 15 a 20 anos, mais da metade dos produtores de hortaliças em estufa têm trocado o cultivo no solo pela técnica de cultivo sem solo (WHITE, 1992). Essa alteração resultou em 20 a 25 % de aumento na produtividade da cultura de tomate. De acordo com o autor, neste país, os agricultores cultivam o tomateiro em sacos plásticos, preenchidos com substrato apropriado, sem fertilização básica, sendo que todos os requerimentos de nutrientes da cultura são fornecidos por fertilização líquida.

No Brasil, LOURES et al. (1998) conduziram a cultura do tomateiro em substrato, em estufa, por meio da técnica de cultivo em sacos plásticos. Os autores utilizaram como substrato a mistura de esterco de suínos e de substrato comercial. Neste trabalho, obteve-se a produtividade comercial de 162 t ha^{-1} , que é bem superior a média nacional de 44 t ha^{-1} , obtida no campo. Essa produção comercial, no período de 165 dias, equivaleria a $987 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de permanência da cultura no campo.

2.3. SUBSTRATO PARA CULTIVO SEM SOLO

O substrato, além do fator econômico, ou seja, preferencialmente de baixo custo, deve ser disponível e não poluente do ambiente, ter adequadas aeração, capacidade de retenção de água e de nutrientes e apropriada drenagem, uma vez que o sistema radicular é confinado a volume restrito (VERDONCK et al., 1981). Além de assegurar adequado desenvolvimento vegetativo e produtivo às plantas, é importante que o substrato de crescimento não introduza materiais indesejáveis, como metais pesados que podem ir para a cadeia alimentar, bem como patógenos de plantas.

Nos últimos anos, na Europa, a demanda por meio de crescimento para plantas tem sido crescente devido a rápida expansão da técnica de cultivo sem solo para espécies de hortaliças e flores (PINAMONTI et al., 1997). Na América do Norte e Europa é comum o uso de serragem como substrato para produção de plantas ornamentais e hortaliças em estufas (CHENG, 1987; EHRET et al., 1998).

Entre os substratos, a turfa tem se destacado, devido as suas qualidades físicas e as altas produtividades obtidas com diversas culturas, inclusive o tomate (KURKI, 1983; BAEVRE e GUTTORMSEN, 1984). A turfa assegura alto tamponamento dos sais adicionados como adubo e boa aeração das raízes (DEROUIN et al., 1988), sendo alternativa para a cultura do tomateiro em substituição ao solo, ao NFT - Nutrient Film Technique - e a lã de rocha (NORRIE et al., 1995). A produtividade de tomate em turfa é semelhante às obtidas naqueles sistemas (QUIMET et al., 1990). É comum utilizar-se saco plástico com o volume de 24 L de substrato contendo turfa, onde são transplantados três tomateiros, na

densidade de 3,2 plantas m⁻² (NORRIE et al., 1994). Porém, a utilização da turfa é ecologicamente questionável e estão sendo buscadas alternativas para substituí-la. Assim, tem sido proposta a utilização de diversos componentes orgânicos, entre os quais caule de *Hibiscus cannabinus*, fragmentados em partículas menores de 4 mm de diâmetro e enriquecido com nitrogênio (PILL et al., 1995a; PILL et al. 1995b) para substituição parcial da turfa no cultivo do tomateiro.

Pesquisas com vários materiais (palha de arroz, bagaço de uva, lã-de-vidro, perlita, argila expandida, granizos vulcânicos, granito ou cascalho) como substitutos à turfa têm mostrado problemas técnicos e, em alguns casos, excessivos custos, limitando seus usos (LEONI, 1992). Assim, a busca de substitutos de baixo custo que podem ser reciclados, utilizados em vários ciclos de crescimento e facilmente dispostos sem perigo ao ambiente é fundamental para expansão da técnica de cultivo sem solo.

Na região da Sardenha, tem sido utilizados restos de videira moída, pedrapomes, cascalho, perlita e argila expandida, com resultados satisfatórios técnica e economicamente, com baixo custo unitário comparado ao substrato formado pela mistura de lã de vidro e turfa, usados no Norte da Europa (CALABRETTA et al., 1994). Nesta região, a produtividade de tomate obtida pelo método de cultivo sem solo é, em média, 50 % superior aos métodos de cultivos tradicionais, no campo

No leste e sul da Espanha, areia é um substrato difundido para a produção de tomate. Entretanto, devido às normalizações de leis locais, a disponibilidade deste substrato está decrescendo. Em consequência disto, substratos de baixo custo e com boa performance em condições de alta demanda evaporativa do ambiente têm sido buscados pelos produtores daquela região (MARTINEZ e ABAD, 1992).

No Brasil, ANDRIOLO et al. (1997) propõem o substrato formado pela mistura de partes iguais de turfa, vermiculita e perlita para crescimento do tomateiro.

2.4. COMPOSTOS COMO SUBSTRATO

Compostos de resíduos orgânicos vêm sendo testados como substituto à turfa em substratos. Materiais orgânicos adequadamente compostados, aumentam a

aeração do solo, a capacidade de retenção e infiltração de água, reduzem a densidade do solo (MANNING e TRIPEPI, 1995), além de eliminarem vários patógenos causadores de doenças de plantas (HOITINK e GREBUS, 1994). Além disto, são biodegradáveis, podendo dessa forma, após alguns ciclos de utilização como substrato, serem incorporados ao solo. Apesar dessas características desejáveis, talvez não seja possível produzir um substrato hortícola baseado somente no composto (JESPERSEN e WILLUMSEN, 1993) devido, em parte, a salinidade que poderia ser bastante alta, neste caso, somente parte da turfa poderia ser substituída pelo composto.

Estudos conduzidos em floricultura e em viveiro com composto proveniente de resíduos orgânicos têm mostrado que esse material é adequado para substituir a turfa em quantidades de 25 - 50 % com base no volume (KOSTOV et al., 1996) sendo que pH, condutividade elétrica e propriedades físicas desse tipo de composto, geralmente, se assemelham com aquelas da turfa branca (BUGBEE, 1994). Materiais compostados de vários tipos têm sido incorporados ao substrato para cultivo sem solo como substituto para a turfa e têm aumentado o crescimento das plantas (CHEN et al., 1988). JESPERSEN e WILLUMSEN (1993) mostraram ser possível, a partir de resíduos agrícolas, produzir composto uniforme e de qualidade (propriedades químicas e físicas) para substituir parte da turfa e a maioria dos fertilizantes em substratos para cultivos de hortaliças. Foi verificado também satisfatória eliminação de sementes de plantas daninhas e patógenos de plantas além da estabilidade do composto, que é fator importante para a qualidade do mesmo.

O crescimento e produção de tomate e outras hortaliças foram comparados em quatro substratos (lã de rocha, turfa branca, a mistura de 40 % de turfa branca + 35 % de resíduos arroz + 25 % de composto de lodo de esgoto (v/v) e a mistura de 50 % turfa branca + 50 % de composto de lodo de esgoto (v/v) por PINAMONTI et al. (1997). Os substratos com composto ofereceram vantagens para todas as espécies testadas. Melhoraram a nutrição da planta, o crescimento vegetativo e incrementaram as características qualitativas e quantitativas de produção. Observou-se também que o uso do composto não levou a incrementos significativos no conteúdo de metais pesados nos frutos das espécies testadas.

Outra possibilidade seria a mistura de composto com areia, que é material inerte, fácil de desinfetar, com boa durabilidade, aeração e infiltração de água, e de baixo custo. Dependendo da proporção entre as partes, a mistura poderia apresentar características desejáveis, sem atingir níveis elevados de salinidade. Areia com tamanho de partículas de médio a grosso (0,6-2,0 mm) é preferida para utilização como substrato (RESH, 1992). Em mistura com turfa, recomenda-se a utilização do tamanho das partículas de areia de forma que 100 % passe pela peneira de 0,40 mm ou 40 mesh e, 40 %, pela de 0,26 mm ou 60 mesh (BUNT, 1988).

2.5. QUANTIDADES DE NUTRIENTES NO SISTEMA SEM SOLO

No cultivo sem solo, à exemplo do cultivo com solo em estufa, os fertilizantes e a água são, normalmente, fornecidos por sistema de gotejamento. O suprimento adequado de água e nutrientes às culturas irrigadas por gotejamento têm recebido considerável atenção (BURGER e PAUL, 1987; LIETH e BURGER, 1989; PAPADOPOULOS e LIBURDI, 1989; WHITE, 1992; XU et al., 1995) sendo aplicáveis também às culturas de tomate em substrato (PAPADOPOULOS e LIBURDI, 1989; NORRIE et al., 1994, LOURES et al., 1998). Sistemas automatizados podem ser usados para modificar a frequência de irrigação bem como a condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva e controlar o “status” de água do substrato de acordo com o potencial de evapotranspiração (PET). Desta forma, os sistemas de irrigação, dependentes do PET, supririam as plantas mais freqüentemente com solução nutritiva menos concentrada durante o período de alta transpiração das plantas e menos freqüentemente com solução mais concentrada quando a transpiração estivesse mais baixa. Tal sistema de programação da irrigação aperfeiçoa o suprimento de nutrientes e reduz o “stress” hídrico no período mais quente do dia (NORRIE et al., 1994).

Alternativamente, podem ser utilizados tensiômetros de cerâmica equipados com sensores de pressão, conectados a um sistema automatizado, os quais registram o potencial mátrico do substrato (XU et al., 1995). Quando o potencial atingia - 5,0 KPa, a irrigação era iniciada e, ao alcançar -1 KPa , a irrigação era

paralisada. No substrato lã de rocha, a irrigação foi controlada por lisímetro. As plantas eram irrigadas 5 vezes ao dia, às 08:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 hs. A duração da irrigação era baseada no tamanho da planta, isto é, no consumo de água. Também, a água e os nutrientes podem ser aplicados diariamente ou a cada dois dias à cultura do tomate conforme feito por CAMARGOS (1998); FAYAD (1998) e GUIMARÃES (1998) utilizando o PET como referência para a quantidade de água a aplicar.

Na água de irrigação, a dose adequada dos nutrientes é fator decisivo em sistemas de produção sem solo. Soluções adequadamente balanceadas podem melhorar a nutrição e a produção da cultura, reduzir custos e descarga de nutrientes para o ambiente (WHITE, 1992). Geralmente, os fertilizantes são aplicados em solução de condutividade em torno de $1,8 \text{ mS cm}^{-1}$ no verão e até $6,0 \text{ mS cm}^{-1}$ durante o inverno. Em seguida, após a fertilização, aplica-se excesso de água de tal modo que 10 a 30 % do volume aplicado drene através do fundo dos sacos (WHITE, 1992). Frequentes amostragens do meio e medidas da condutividade da solução drenada, dão indicações de suficiência ou excesso de nutrientes. Análises da solução para pH, condutividade elétrica, nitrato, amônio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e sódio são utilizadas como base para assegurar que não haverá desbalanço dos nutrientes aplicados. Em países de tecnologia desenvolvida, tal monitoramento e ajustes são feitos com auxílio de sistema computadorizado.

As exigências nutricionais do tomateiro variam com diversos fatores, sendo os mais importantes a produtividade de frutos e a capacidade do substrato de suprir nutrientes às plantas. Recomendações de 100-400, 300-1200 e 200-800 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O são comuns para o cultivo do tomateiro no solo, à campo (FILGUEIRA et al., 1999). FONTES e GUIMARÃES (1999), para o tomateiro conduzido com sete cachos, em solo, na estufa, recomendam 180-240 de N e 230 kg ha^{-1} de K_2O , além de sulfato de magnésio e micronutrientes. Para o tomateiro cultivado no solo, recebendo fertirrigação, são recomendadas 180 kg ha^{-1} de N e de K_2O (HARTZ e HOCHMUTH, 1996).

Para a fertirrigação, no cultivo sem solo, existem variações quanto às concentrações dos nutrientes na solução nutritiva dependendo, principalmente, do substrato utilizado. ZEKKI et al. (1996), para o substrato de turfa, utilizaram as

seguintes concentrações (mg L^{-1}) dos elementos em solução nutritiva: 148 de N, 36 de P, 168 de K, 120 de Ca, 28 de Mg, 0,75 de Fe, 0,64 de Mn, 0,22 de Zn, 0,03 de Cu, 0,2 de B e 0,07 de Mo, com a média de 2 L de solução planta⁻¹ dia⁻¹. Durante o ciclo da cultura, as quantidades aplicadas por planta foram: N (19,9 g), P (4,8 g), K (22,6 g), Ca (16,2 g), Mg (3,7 g), Fe (101,2 mg), Mn (86,4 mg), Zn (29,7 mg), Cu (4,0 mg), B (27,0 mg) e Mo (9,45 mg). Com o substrato de lã de rocha, XU et al. (1995) trabalharam com as concentrações de 245 mg L^{-1} de N, 90 de P, 481 de K, 244 de Ca, 78 de Mg, 7,1 de Fe, 1,76 de Mn, 0,87 de Zn, 0,17 de Cu, 0,49 de B e 0,10 de Mo, sendo que as quantidades aplicadas por planta, durante o ciclo, foram: N (33,0 g), P (12,1 g), K (64,7 g), Ca (32,9 g), Mg (10,3 g), Fe (954,0 mg), Mn (237,6 mg), Zn (116,7 mg), Cu (18,5 mg), B (60,7 mg) e Mo (12,8 mg). ADAMS (1994) cultivou tomate em lã de rocha, com fertirrigação, com os elementos nas seguintes concentrações na solução (mg L^{-1}): 175-200 de N, 30-40 de P, 350-400 de K, 175-200 de Ca, 70-80 de Mg, 1,0-1,2 de Fe, 0,7-1,0 de Mn, 0,4-0,5 de B, 0,4-1,0 de Zn, 0,2-0,3 de Cu e 0,05-0,1 de Mo, sendo que as quantidades aplicadas por planta, durante o ciclo, foram: N (25,2 g), P (4,7 g), K (50,6 g), Ca (25,2 g), Mg (10,1 g), Fe (148,5 mg), Mn (108,0 mg), Zn (94,5 mg), Cu (33,7 mg), B (60,7 mg) e Mo (10,2 mg).

Alguns autores variam a concentração dos nutrientes na solução em função do estágio de desenvolvimento do tomateiro. Assim, MARTINEZ e ABAD (1992), nas primeiras 5 semanas após o transplante, utilizaram em cultivo do tomateiro em substrato, a solução contendo, em mg L^{-1} : 112 de N (na forma de NO_3), 33 de P, 343 de S, 283 de K, 174 de Ca e 165 de Mg. A partir da 5ª semana, a concentração da solução foi 117 de N (na forma de NO_3), 33 de P, 358 de S, 320 de K, 174 de Ca e 165 de Mg. Após o desenvolvimento dos frutos, os autores utilizaram 194 de N (na forma de NO_3), 35 de N (na forma de NH_4), 33 de P, 367 de S, 342 de K, 174 de Ca e 165 de Mg. A média de solução aplicada por planta foi de 2 L dia⁻¹.

Independentemente do substrato, SNYDER (1992) recomenda para a produção comercial de tomate em estufa, com o ciclo de aproximadamente 210 dias, a solução contendo: 171 de N, 48 de P, 304 de K, 180 de Ca, 48 de Mg, 3 de Fe, 2 de Mn, 1 de B, 0,4 de Zn, 0,2 de Cu e 0,1 de Mo, expressos em

mg L⁻¹. A solução seria usada nas seguintes concentrações: 50 % no período entre o transplante e o florescimento do quarto cacho (\pm 40 dias); 100 % nos próximos 100 dias; 75 % nos próximos 30 dias e 60 % nos restantes 30 - 40 dias.

No cultivo de tomate em substrato, LOURES (1997) utilizou a solução nutritiva cuja concentração (mg L⁻¹) de nutrientes na solução, na 3^a, 4^a, 5^a, 6^a, 7^a, 8^a e 9^a semana após o transplante, foram: 63 de N, 152 de K, 90 de Ca, 24 de Mg, 32 de S, 0,50 de B, 0,50 de Mn, 0,20 de Zn, 0,10 de Cu, 0,05 de Mo e 1,5 de Fe. Na 10^a, 11^a, 12^a, 13^a, 14^a, 15^a e 16^a semana após o transplante as concentrações dos nutrientes na solução passaram para 107 de N, 258 de K, 153 de Ca, 40 de Mg, 54 de S, 0,85 de B, 0,85 de Mn, 0,34 de Zn, 0,17 de Cu, 0,08 de Mo e 2,5 de Fe. As quantidades de nutrientes aplicadas por planta, que ocupou a área de 0,225 m², durante o ciclo de 162 dias, foram N (8,8 g), P (12,6 g), K (21,3 g), Ca (12,6 g), Mg (4,6 g), S (6,2), Fe (289,4 mg), Mn (97,7 mg), Zn (39,1 mg), Cu (19,5 mg), B (97,7 mg) e Mo (9,3 mg).

Especificamente sobre o P, altas concentrações devem ser aplicadas via água de irrigação com a finalidade de vencer a alta capacidade fixadora dos substratos e obter distribuição adequada no bulbo de gotejo (LEÓN et al., 1987). A baixa solubilidade do fósforo e a grande fixação que sofrem os fertilizantes fosfóricos adicionados (GOLDBERG e SPOSITO, 1984) recomendam parcelar a adubação fosfórica em distintas doses ao longo do ciclo de cultivo (RHUE e EVERETT, 1987) com a finalidade de minimizar o processo de fixação e aumentar a eficiência dos fertilizantes adicionados. SARRO et al. (1989) e CADAHIA et al. (1986) verificaram que a aplicação de parte do fósforo no momento do transplantio combinada com o parcelamento do restante da dose, via água de irrigação, durante o cultivo do tomateiro, melhorou o rendimento, o estado nutricional da planta e o conteúdo de fósforo disponível no substrato. Portanto, as concentrações de nutrientes na solução nutritiva e a quantidade de solução recomendada ou utilizada para a fertirrigação dos substratos variam entre os autores, proporcionando o suprimento de diferentes quantidades de cada nutriente aplicado por planta.

2.6. VOLUME DE SUBSTRATO

Restrições físicas ou biológicas ao sistema radicular afetam o crescimento, desenvolvimento e produtividade da planta. Exemplos de fatores físicos são densidade, tamanho de agregados e poros do solo (DAWKINS et al., 1983), presença de camadas compactadas no solo (KRIZEK e DUBIK, 1987), volume, tamanho e forma do recipiente ou vaso utilizado no cultivo (PETERSON et al. (1991).

Vários autores têm mostrado a influência do volume de substrato no qual o sistema radicular é crescido no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das culturas (CARMI e HEUER, 1981; HAMEED et al.,1987; OIMET et al., 1990; BARTAL e PRESSMAN, 1996; BOLAND et al., 2000). Para HAMEED et al. (1987), os efeitos são claramente visíveis quando a disponibilidade de água, nutrientes inorgânicos e aeração no meio radicular não são limitantes. HAMEED et al. (1987) e RUFF et al. (1987) verificaram que restrição ao crescimento radicular causa reduções da área foliar, transpiração, peso, altura, número de nós na parte aérea e crescimento reprodutivo do tomateiro.

Outras investigações sugerem que restrições ao sistema radicular reduzem o suprimento de substâncias de crescimento das raízes para a parte aérea, provocando desbalanço hormonal (RICHARDS e ROWE, 1977; CARMI e HEUER, 1981; CARMI e SHALHEVET, 1983; CARMI, 1986). Redução no transporte de giberelinas e citoquininas a partir das raízes poderia ser, parcialmente, responsável pelo retardamento no crescimento da parte aérea observado em plantas com restrições ao crescimento do sistema radicular, pois aplicações exógenas dessas substâncias de crescimento promoveram o crescimento da parte aérea (CARMI e HEUER, 1981). Em adição ao efeito hormonal, PETERSON et al. (1991) acreditam que a densidade de raízes no solo, a difusão de gases e a atividade metabólica das raízes são os principais fatores que contribuem para o estresse das raízes submetidas a volume restrito.

Vários estudos citam a importância da nutrição mineral e da disponibilidade de água na resposta ao estresse causado pela restrição ao crescimento radicular (RICHARDS e ROWE, 1977; CARMI e HEUER,1981) mas, menos atenção tem sido dada ao papel da aeração e da capacidade de respiração das raízes. DOYLE e

MACLEAN (1988) demonstraram que crescimento do tomateiro pode ser correlacionado com o tamanho dos agregados do solo e com o nível de difusão do oxigênio através do perfil do solo. Para PETERSON et al. (1991), as raízes confinadas em pequenos recipientes restringem o suprimento de oxigênio, já que são altamente ramificadas, em comparação com as raízes crescidas sem restrições.

Em relação ao efeito da restrição radicular no desenvolvimento reprodutivo e na produção, CARMI (1986) verificou que restrição ao crescimento radicular resultou em frutificação precoce do tomateiro e incremento da produção por unidade de área, enquanto a produção média por planta decresceu. CARMI e HEUER (1981) reportam que restrição radicular causa decréscimo na taxa de desenvolvimento de frutos, sendo atribuído ao decréscimo no suprimento de ctoquininas. Al-Sahaf (1984), citado por HAMEED et al. (1987) demonstrou que a produção de frutos de tomate por unidade de massa seca de planta pode ser significativamente aumentada controlando o tamanho do recipiente no qual o sistema radicular é confinado. Na cultura do pêssigo, BOLAND et al. (2000) verificaram que a restrição radicular causou redução de 30 % no tamanho dos frutos.

Restrição radicular pode afetar também a qualidade dos frutos de tomateiro. OIMET et al. (1990) verificaram aumento na incidência de fundo preto em frutos de tomate, com a diminuição do tamanho dos sacos plásticos, utilizados para crescimento da cultura. Segundo os autores, a redução no volume de substrato explorado pelas raízes, ao incrementar o estresse hídrico, aumentou a incidência de fundo preto. Já BAR-TAL et al. (1995) observaram que restrição radicular reduziu a incidência de fundo preto nos frutos de tomate, sendo que tal efeito coincidiu com a redução na concentração de K nas folhas e frutos. Altas taxas de K/Ca na fertilização de plantas de tomate, tem sido reportado incrementar a proporção de frutos com fundo preto (VAN DER BOON, 1973).

Em cultivos do tomateiro sem solo, normalmente, são utilizados de 8 a 25 litros de substrato por planta (MARTINEZ e ABAD, 1993; JESPERSEN e WILLUMSEN, 1993; NORRIE et al., 1994; PINAMONTI et al., 1997). Elevados volumes são justificados pela facilidade de se cultivar plantas em maior quantidade de substrato e pelo decréscimo nos efeitos adversos, citados anteriormente, da restrição radicular no desenvolvimento e na produtividade da cultura. Por outro lado,

produzir em menores volumes, além de facilitar o transporte e o preparo dos sacos plásticos, poderá significar, principalmente, menor custo de produção e facilidade operacional. Na produção do tomateiro, deve haver um volume adequado de cada substrato, possível de permitir alta produtividade e menor gasto, sendo necessário estabelecê-lo. Quase sempre, a combinação adequada de tipo e volume de substrato com quantidades de nutrientes é única, podendo ser considerada um sistema específico para a produção de tomate. No presente trabalho, tal combinação foi estabelecida e chamada de sistema FITO.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização dos experimentos

Foram conduzidos três experimentos em estufa e campo, na Horta de Pesquisa da UFV, em São José do Triunfo, situada em Viçosa - MG, cujas coordenadas geográficas são : latitude 20° 45 ' S, longitude 42° 51' W e altitude 651 m. A estufa utilizada foi do tipo túnel alto, coberta com plástico transparente de 0,1 mm de espessura, com laterais possíveis de serem abertas.

3.2. Implantação e condução dos experimentos

3.2.1. Experimento A

O experimento A foi conduzido em estufa, no período de 5 de abril a 03 de outubro de 1999, quando ocorreu a última colheita. As mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) híbrido Carmen, plurilocular (4 lóculos), tipo salada, de crescimento indeterminado, foram produzidas em bandejas de poliestireno, utilizando-se o substrato Plantmax.

O experimento constou de um fatorial 4 x 4, com os tratamentos dispostos em blocos ao acaso, em quatro repetições. Os 16 tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro volumes de substrato e quatro proporções de composto: areia, conforme Quadro 1. A parcela foi composta de

Quadro 1 - Especificação dos tratamentos utilizados no experimento A

Tratamentos	Volume do substrato	Proporção da mistura composto*: areia** (v/v)
-------------	---------------------	---

	-----dm ³ -----	-----%-----
1	3	25:75
2	3	50:50
3	3	75:25
4	3	100:0
5	6	25:75
6	6	50:50
7	6	75:25
8	6	100:0
9	9	25:75
10	9	50:50
11	9	75:25
12	9	100:0
13	12	25:75
14	12	50:50
15	12	75:25
16	12	100:0

* Passado em peneira de 4 mm

**Passado em peneira de 2 mm

cinco sacos plásticos, de 18, 22 e 30 cm de altura, largura e comprimento, respectivamente, sendo considerados como úteis os três centrais. Os sacos plásticos, preenchidos com os substratos, foram colocados no chão da estufa, em linha, no espaçamento de 1,0 m entre linha, conforme a técnica de "cultivo em saco plástico" (PAPADOPOULOS, 1991 e LOURES, 1997).

O composto orgânico foi produto da fermentação de restos da cultura de feijão, soja e milho, palha de café e esterco bovino. Para caracterizar os substratos, foram realizadas análises químicas e físicas, cujos resultados encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2 - Características químicas e físicas das misturas que constituíram os

tratamentos no experimento A

Características	Tratamentos = Proporção c omposto : areia			
	25:75	50:50	75:25	100:0
pH-H ₂ O 1: 2,5	7,57	7,58	7,42	7,06
N (dag kg ⁻¹) ^{1/}	0,308	0,472	0,729	1,753
P (dag kg ⁻¹) ^{2/}	0,030	0,086	0,278	0,770
K (dag kg ⁻¹) ^{2/}	0,052	0,079	0,253	0,521
Ca (dag kg ⁻¹) ^{2/}	0,177	0,334	0,891	2,297
Mg (dag kg ⁻¹) ^{2/}	0,157	0,202	0,432	0,882
S (mg dm ⁻³) ^{2/}	55	80	187	462
Cu (mg kg ⁻¹) ^{2/}	13	18	35	79
Fe (mg kg ⁻¹) ^{2/}	4.501	9.093	14.328	28.468
Zn (mg kg ⁻¹) ^{2/}	30	45	88	153
Mn (mg kg ⁻¹) ^{2/}	205	220	404	460
Condutividade elétrica	0,69	1,37	2,03	2,78
(dS/m) ^{3/}				
Equivalente umidade	0,067	0,149	0,328	0,723
(kg/kg) ^{3/}				
Densidade aparente	1,79	1,65	0,88	0,60
(g/cm ³) ^{3/}				

1/ N-NH₄ + NO₃⁻ (extração com ácido sulfúrico)

2/ Extração nitricoperclórica

3/ De acordo com o Laboratório de Física do Solo da UFV

O transplante das mudas para os recipientes, no local definitivo na estufa, ocorreu aos 24 dias após a semeadura, em 29 de abril, quando apresentavam de 4 a 6 folhas definitivas. A distância entre mudas na linha de plantio foi 30 cm. O tomateiro foi conduzido com uma haste e tutorado verticalmente, com bambu. O controle de pragas e doenças foi efetuado seguindo as recomendações para a

cultura, com pulverizações semanais de fungicidas e inseticidas, controle manual de plantas daninhas e desbrotas semanais. Nas desbrotas, as plantas tiveram todas as ramificações laterais eliminadas, permanecendo apenas o ramo principal. A poda apical foi efetuada acima da terceira folha surgida após o sétimo cacho.

A irrigação por gotejamento foi feita diariamente, utilizando-se tubo gotejador " Queen Gill" com perfurações a cada 30 cm. A necessidade de água da cultura foi determinada por lisímetro, com lençol freático de nível constante (FACCIOLI, 1998) para medida da evapotranspiração da cultura (Etc). A profundidade do lençol freático, medida a partir do nível do solo, foi 15 cm durante 30 dias após o transplântio, 20 cm nos 30 dias seguintes e 25 cm até o final do ciclo. Diariamente repunha-se a Etc das últimas 24 horas. No período de 29/04 a 3/10/1999, 23 semanas, período que a cultura permaneceu no campo, foram gastos 120,3 L de água por planta. O volume de água aplicado e as médias semanais das temperaturas máxima e mínima, durante o experimento, encontram-se no Quadro 3.

O lisímetro foi construído com caixa de amianto (500 L), enterrada, apresentando área exposta de 1 m². Ao lisímetro foi acoplado um latão de 200 L, usado como reservatório de reabastecimento, tendo sido calibrado por régua graduada, onde cada milímetro correspondia a 250 mL de água. Para manter o nível d'água constante, foi montado um sistema de bóia com regulagem de nível. A ligação entre o reservatório e a saída do lisímetro foi feita com tubo PVC de 1/2 ". Foi construído um sistema de drenagem constituído de três tubos de PVC de 1/2 ", perfurados e conectados por meio de curvas de 90⁰ a um tubo de PVC liso. Este tubo ligado ao flange, permitiu a saída da água de drenagem. Os tubos de drenagem foram envelopados com camada de brita de 15 cm de altura e 10 cm de areia. O sistema de drenagem foi mantido fechado, sendo aberto somente para Impeza e escoamento do excesso d'água. O lisímetro foi preenchido com a mistura de composto : areia, na proporção de 50 % (v/v).

Os nutrientes foram fornecidos à cultura por meio da água de irrigação, uma vez por semana, no total de 20 fertirrigações, feitas nos dias 5, 12, 19 e 26 de maio, 2, 9, 16, 23 e 30 de junho, 7, 14, 21e 28 de julho, 4, 11, 18 e 25 de agosto, 1, 8 e 15 de setembro. As fontes de nutrientes utilizadas foram: nitrocálcio, superfosfato simples, cloreto de potássio, sulfato de magnésio, ácido bórico, sulfato de cobre, sulfato de

manganês, molibdato de sódio e sulfato de zinco, sendo todos produtos comerciais. Apenas para o FeEDTA , utilizou-se produto P.A. Baseando-se na literatura e em experiências anteriores, as concentrações dos macronutrientes, expressas em mmol L⁻¹, utilizadas em cada fertirrigação, com 50 mL de solução planta⁻¹, foram as seguintes: N (1294,21), P (79,8), K (758,63), Ca (138,77), Mg (228,77), S

Quadro 3 - Médias semanais das temperaturas máxima e mínima e volume de água aplicado às plantas de tomate, experimento A.

Semana após o Transplântio	Temperaturas (°C)*		Aplicação de Água
	Máxima	Mínima	L planta ⁻¹ semana ^{-1**}
1 ^a (29/04 - 02/05)	33,1	13,8	0,475
2 ^a (03 - 09/05)	32,1	13,5	0,900
3 ^a (10 - 16/05)	32,8	11,8	0,800
4 ^a (17 - 23/05)	32,1	8,8	1,250
5 ^a (24 - 30/05)	31,5	10,7	4,540
6 ^a (31/05 - 06/06)	33,0	9,6	4,890
7 ^a (07 - 13/06)	29,4	13,5	4,330
8 ^a (14 - 20/06)	30,0	10,0	4,980
9 ^a (21 - 27/06)	32,0	9,9	6,220
10 ^a (28/06 - 04/07)	32,0	10,6	4,410
11 ^a (05 - 11/07)	26,7	12,2	5,090
12 ^a (12 - 18/07)	29,6	10,2	5,690
13 ^a (19 - 25/07)	30,8	12,0	6,230
14 ^a (26/07 - 01/08)	30,6	11,5	7,570
15 ^a (02 - 08/08)	27,7	7,0	5,650
16 ^a (09 - 15/08)	28,2	8,3	6,820
17 ^a (16 - 22/08)	26,5	8,6	5,320
18 ^a (23 - 29/08)	31,5	8,3	7,340
19 ^a (30 - 05/09)	30,5	8,7	8,750
20 ^a (06 - 12/09)	31,8	12,8	7,760
21 ^a (13 - 19/09)	30,5	15,2	7,740

22 ^a (20 - 26/09)	28,5	11,0	6,560
23 ^a (27/09 - 03/10)	31,6	14,0	7,030

* Medições efetuadas com termômetro a 1,60 m do solo, dentro da estufa

** Aplicações diárias

(327,65); as concentrações dos micro, em mmol L⁻¹, foram: B (3,39), Mn (1,36), Zn (0,44), Cu (0,07), Mo (0,03), Fe (0,07). Devido a grande quantidade de resíduo não solúvel do nitrocálcio e do superfosfatosimples, as soluções foram preparadas com antecedência de um dia, para que o resíduo decantasse, possibilitando a aplicação do sobrenadante. As quantidades dos nutrientes remanescentes no precipitado não foram determinadas.

3.2.2. Experimento B

O experimento foi conduzido em estufa, no período de 24 de janeiro de 2000 (data da sementeira) a 15 de junho do mesmo ano, quando foi feita a última colheita. As mudas de tomate, híbrido Carmen, produzidas em bandejas de poliestireno com substrato plantmax, foram transplantadas para o local definitivo aos 21 dias após a sementeira, em 14 de fevereiro, quando apresentavam de 4 a 6 folhas definitivas.

O experimento constou de cinco doses de fósforo, 0, 75, 150, 300 e 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅, correspondentes às quantidades de P por planta de 0, 1964, 3928, 7856 e 15712 mg, respectivamente, divididas em 15 fertirrigações. Foi utilizado o superfosfato simples, aplicado via água de irrigação junto com os demais nutrientes. As soluções foram preparadas com antecedência de um dia, para que os resíduos decantassem, possibilitando a aplicação do sobrenadante. Os

tratamentos foram dispostos em bloco ao acaso, em quatro repetições. A parcela foi composta de 16 plantas, sendo 4 úteis, no espaçamento de 1,0 x 0,6 m. Utilizou-se a técnica de "cultivo em saco plástico" (PAPADOPOULOS, 1991 e LOURES, 1997), com 9 dm³ de substrato formado pela mistura composta: areia, na proporção de 25:75 % (v/v), caracterizada no Quadro 2.

Os nutrientes foram fornecidos à cultura por meio da água de irrigação, uma vez por semana, no total de 15 fertirrigações, feitas nos dias 21 e 28 de fevereiro, 6, 13, 20 e 27 de março, 3, 10, 17 e 24 de abril, 1, 8, 15, 22 e 29 de maio. As fontes utilizadas foram: nitrocálcio, superfosfato simples, cloreto de potássio, sulfato de magnésio, ácido bórico, sulfato de cobre, sulfato de manganês, molibdato de sódio e sulfato de zinco, sendo todos produtos comerciais. Apenas para o FeEDTA, utilizou-se material P.A. As concentrações dos macronutrientes, expressas em mmol L⁻¹, utilizadas em cada fertirrigação, com 210 mL planta⁻¹, foram as seguintes: N (301,56), K (176,76), Ca (32,33), Mg (53,3), S (76,34); as concentrações dos micro, em mmol L⁻¹, foram: B (0,79), Mn (0,318), Zn (0,102), Cu (0,016), Mo (0,008), Fe (0,016).

O tomateiro foi conduzido com duas hastes. O controle de pragas e doenças foi efetuado de acordo com as recomendações para a cultura, com pulverizações semanais de fungicidas e inseticidas, controle manual de plantas daninhas e desbrotas semanais. A poda dos ápices foi efetuada quando o oitavo cacho havia sido formado na planta. Em todos os tratamentos, foi feito desbaste de frutos, deixando-se seis frutos por cacho.

A irrigação por gotejamento foi feita diariamente, utilizando-se tubo gotejador "Queen Gill" com perfurações a cada 30 cm. A necessidade de água da cultura foi determinada por lisímetro com lençol freático de nível constante para medida da evapotranspiração da cultura (Etc). A profundidade do lençol freático, medida a partir do nível do solo, foi 15 cm durante 30 dias após o transplântio, 20 cm nos 30 dias seguintes e 25 cm até o final do ciclo. Diariamente repunha-se a Etc das últimas 24 horas. O volume de água aplicado às plantas e as médias semanais das temperaturas máxima e mínima encontram-se no Quadro 4.

3.2.3. Experimento C

O experimento foi conduzido no período de 24 de janeiro (data da sementeira) a 15 de junho de 2000, quando foi feita a última colheita. O experimento foi instalado em solo, cujas principais características químicas e físicas encontram-se nos Quadros 5 e 6, dentro e fora da estufa e em substrato formado pela mistura de composto : areia. As mudas de tomate, híbrido Carmen, produzidas em bandejas de poliestireno, foram transplantadas para o local definitivo aos 21 dias após a sementeira, em 14 de fevereiro, quando apresentavam de 4 a 6 folhas definitivas.

O experimento constou de sete sistemas de produção (Quadro 7), os quais constituíram os tratamentos, dispostos em bloco ao acaso, em quatro

Quadro 4 - Médias semanais das temperaturas máxima e mínima e volume de água aplicado às plantas de tomate, experimentos B e C.

Semana após o Transplântio	Temperaturas (°C)*		Temperaturas (°C)**		Aplicação de Água L planta ⁻¹ semana ⁻¹ 1***
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	
1ª (14 - 20/02)	32,2	16,2	28,2	17,2	7,550
2ª (21 - 27/02)	33,7	17,9	29,5	17,9	9,500
3ª (28/02 - 05/03)	32,5	17,5	29,2	18,1	10,950
4ª (06 - 12/03)	28,5	17,8	25,1	18,4	11,245
5ª (13 - 19/03)	28,6	18,2	26,5	15,9	10,835
6ª (20 - 26/03)	28,8	18,0	28,4	18,3	11,460
7ª (27/03 - 02/04)	31,1	17,4	28,2	17,9	17,450
8ª (03 - 09/04)	27,1	15,4	26,3	16,4	16,475
9ª (10 - 16/04)	30,1	16,1	27,9	17,4	15,535
10ª (17 - 23/04)	29,3	15,9	26,5	16,1	15,150
11ª (24 - 30/04)	27,6	9,8	26,1	11,3	15,130
12ª (01 - 07/05)	31,0	15,0	27,0	16,0	13,435
13ª (08 - 14/05)	28,0	12,2	24,0	13,2	12,000
14ª (15 - 21/05)	26,2	11,1	24,8	11,5	11,825

15 ^a (22 - 28/05)	28,9	9,7	24,9	10,7	11,575
16 ^a (29/05 - 04/06)	28,4	13,2	24,4	14,2	11,765
17 ^a (05 - 11/06)	24,7	8,4	24,1	9,9	9,750
18 ^a (12 - 15/06)	25,8	9,1	25,4	6,1	6,410

* Medições efetuadas com termômetro a 1,60 m do solo dentro da estufa

** Medições efetuadas em abrigo meteorológico localizado fora da estufa

*** Aplicações diárias

Quadro 5 – Características químicas e físicas de amostra do solo dentro (SE) e fora da estufa (SC), e da areia (A) utilizadas no experimento C

Características	SE	SC	A
pH – H ₂ O 1 : 2,5	6,5	6,5	5,6
P (mg dm ⁻³) ^{1/}	65,4	198,5	8,2
K (mg dm ⁻³) ^{1/}	128	154	9
Ca (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	4,18	4,51	0,28
Mg (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	1,51	1,53	0,10
Al (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	0	0	0
H+Al (cmol _c dm ⁻³) ^{3/}	2,31	2,34	0,99
SB (cmol _c dm ⁻³)	6,02	6,43	0,40
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	6,02	6,43	0,40
CTC total (cmol _c dm ⁻³)	8,33	9,07	1,39

V (%)	72,3	70,9	28,8
Condutividade elétrica (kg kg ⁻¹) ^{4/}	1,83	0,73	0,06
Equivalente umidade (dS m ⁻¹) ^{4/}	0,3227	0,3150	0,0334
Densidade de partícula (g cm ⁻³) ^{4/}	2,46	2,56	2,67
Densidade aparente (g cm ⁻³) ^{4/}	1,20	1,13	1,99

^{1/} Extrator Mehlich – 1

^{2/} Extrator KCl 1 mol L⁻¹

^{3/} Extrator Ca(Oac)₂ 0,5 mol L⁻¹

^{4/} De acordo com o Laboratório de Física do Solo da UFV

repetições, com a parcela composta de 24 plantas, sendo quatro úteis.

O tratamento 1, sistema FITO, em linhas gerais, constou de cultivo em saco plástico (LOURES et al., 1998) de 18, 22 e 30 cm de altura, largura e comprimento, respectivamente, contendo 9 dm³ do substrato formado pela mistura composto orgânico : areia, na proporção de 25 : 75 % (v/v). Cada saco com o substrato ou “almofada” foi colocado no chão da estufa, em linhas contínuas, espaçadas 1,0 m entre si. No centro de cada “almofada” foi transplantada uma muda de tomate, ficando as mudas distanciadas 60 cm entre si. Assim, a área útil de cada planta foi 0,60 m². As plantas foram conduzidas com duas hastes e tutoradas verticalmente com bambu.

Quadro 6 – Características químicas e físicas de amostra do substrato formado pela mistura de composto : areia (SCA), na proporção 25 : 75 % (v/v), utilizado no experimento C

Características	SCA
pH – H ₂ O 1 : 2,5	7,57
P (mg dm ⁻³) ^{1/}	0,308

K (mg dm ⁻³) ^{1/}	0,030
Ca (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	0,052
Mg (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	0,177
Al (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	0,157
H+Al (cmol _c dm ⁻³) ^{3/}	55
SB (cmol _c dm ⁻³)	13
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	4.501
CTC total (cmol _c dm ⁻³)	30
V (%)	205
Condutividade elétrica (kg kg ⁻¹) ^{4/}	0,69
Equivalente umidade (dS m ⁻¹) ^{4/}	0,067
Densidade de partícula (g cm ⁻³) ^{4/}	1,79
Densidade aparente (g cm ⁻³) ^{4/}	7,57

^{1/} Extrator Mehlich – 1

^{2/} Extrator KCl 1 mol L⁻¹

^{3/} Extrator Ca(Oac)₂ 0,5 mol L⁻¹

^{4/} De acordo com o Laboratório de Física do Solo da UFV

Quadro 7 - Especificação dos Sistemas de Produção (SP) utilizados no experimento C

SP	Local	Condução da Cultura ^{8/}	Irrigação	Adubação (Plantio)	Adubação (Cobertura)
----	-------	-----------------------------------	-----------	--------------------	----------------------

1	Estufa (Saco plástico) ^{1/}	Vertical	Gotejamento	Não foi feita	N,P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Mo, Mn, Cu e Fe via fertirrigação
2	Estufa (Saco plástico) ^{2/}	Vertical	Gotejamento	Não foi feita	N,P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Mo, Mn, Cu e Fe via fertirrigação
3	Estufa (Saco plástico) ^{3/}	Vertical	Gotejamento	P, Ca, Mg, S, B, Zn, Mo, Mn, Cu, Fe	NeK via fertirrigação
4	Estufa (Solo) ^{4/}	Vertical	Gotejamento	N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Mo e M. Orgânica	NeK via fertirrigação ^{4/}
5	Campo (Saco plástico) ^{5/}	Cerca Cruzada	Gotejamento	Não foi feita	N,P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Mo, Mn, Cu e Fe via fertirrigação
6	Campo (Solo) ^{6/}	Cerca Cruzada	Gotejamento	N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Mo e M. Orgânica	NeK via fertirrigação
7	Campo (Solo) ^{7/}	Cerca Cruzada	Mangueira	N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Mo e M. Orgânica	NeK (manual) ^{5/}

^{1/} Condução do tomateiro em estufa, utilizando a técnica de cultivo em saco plástico, com 9 dm³ de substrato formado pela mistura composto: areia, na proporção de 25 % (v/v). Foi chamado de sistema FITO.

^{2/} Condução do tomateiro em estufa, utilizando a técnica de cultivo em saco plástico, com 9 dm³ de areia pura. Foi chamado de sistema A.

^{3/} Condução do tomateiro em estufa, utilizando a técnica de cultivo em saco plástico, com 9 dm³ de substrato formado pela mistura composto: areia, na proporção de 25 % (v/v). Foi chamado de sistema FITO 1.

^{4/} De acordo com CAMARGOS (1998). Padrão de cultivo de tomate no solo, em estufa, tendo sido chamado de testemunha na estufa.

^{5/} Condução do tomateiro fora da estufa, utilizando a técnica de cultivo em saco plástico, com 9 dm³ de substrato formado pela mistura composto: areia, na proporção de 25 % (v/v). Foi chamado de sistema C.

^{6/} Método de produção no campo, utilizando a irrigação por gotejamento.

^{7/} De acordo com GUIMARÃES (1998). Método tradicional de produção no campo, tendo sido chamado de testemunha no campo.

^{8/} Tutoramento utilizado

No sistema 1, o programa de fertilização da cultura, via irrigação por gotejamento, parte integrante do sistema FITO, foi definido com base,

principalmente, nos trabalhos de SAMPAIO (1996), ANDRIOLO et al. (1997), LOURES (1997), CAMARGOS (1998), GUIMARÃES (1998) e FAYAD (1998). Os fertilizantes aplicados foram nitrocálcio, superfosfato simples, cloreto de potássio, sulfato de magnésio, ácido bórico, sulfato de cobre, sulfato de manganês, molibdato de sódio e sulfato de zinco, sendo todos produtos comerciais. Apenas para o FeEDTA, utilizou-se material P.A. As concentrações dos macronutrientes na solução, expressas em mmol L^{-1} , utilizada em cada fertirrigação, com 210 mL planta⁻¹, foram as seguintes: N (301,56), P (18,59), K (176,76), Ca (32,33), Mg (53,3), S (76,34); as concentrações dos micro, expressas em mmol L^{-1} , foram: B (0,79), Mn (0,318), Zn (0,102), Cu (0,016), Mo (0,008), Fe (0,016). Foram realizadas 15 aplicações dos nutrientes, uma por semana, iniciando-se uma semana após o transplante, nas datas de 21 e 28 de fevereiro, 6, 13, 20 e 27 de março, 3, 10, 17 e 24 de abril, 1, 8, 15, 22 e 29 de maio.

O tratamento 2, chamado de sistema A, foi semelhante ao FITO, exceto que o substrato foi, unicamente, a areia.

O tratamento 3, chamado de FITO 1, foi semelhante ao FITO, com a exceção que todos os nutrientes, menos N e K, foram aplicados no substrato, um dia antes do transplante. O N e K foram fornecidos, semanalmente, via água de irrigação, em solução contendo 301,5 e 176,6 mmol L^{-1} , respectivamente, utilizando-se o nitrocálcio e o cloreto de potássio.

O tratamento 4 seguiu os procedimentos comuns para a produção de tomate em estufa, no solo, utilizados por CAMARGOS (1998), sendo chamado de testemunha na estufa.

O tratamento 5, chamado de sistema C, foi semelhante ao FITO, porém as plantas foram conduzidas no campo sem proteção de plástico.

O tratamento 6 seguiu os procedimentos utilizados por GUIMARÃES (1998) para produção de tomate no solo, em campo, sendo o N e K aplicados em cobertura, via água de irrigação.

O tratamento 7 seguiu os procedimentos comumente usados na produção de tomate no campo, utilizados por GUIMARÃES (1998), sendo chamado de testemunha no campo.

Para os tratamentos 4, 6 e 7, as parcelas foram calcareadas para elevar a saturação de bases para 70%, aos 20 dias antes do transplântio. Inicialmente, foi espalhado 50% do calcário, seguido de uma aração profunda. O restante do calcário foi espalhado e incorporado na superfície, por duas gradagens. Em seguida, foi realizada a adubação de plantio, no dia anterior ao transplântio das mudas, aplicando-se, no sulco, todo o superfosfato simples (2500 kg ha^{-1}), sulfato de magnésio (200 kg ha^{-1}) e os fertilizantes contendo os micronutrientes (10 de bórax, 10 de sulfato de zinco e 0,2 de molibdato de sódio). O nitrogênio e o potássio foram parcelados, aplicando-se 5% (tratamentos 4 e 6) e 16% (tratamento 7) da quantidade total no sulco de plantio. As quantidades restantes de N e K foram aplicadas em cobertura. Para os tratamentos 4 e 6, as adubações em cobertura com N e K foram realizadas juntas, via fertirrigação semanal, sendo iniciadas aos sete e terminadas aos 91 dias após o transplântio. Assim, as adubações em cobertura, nos tratamentos 4 e 6 foram feitas em 21 e 28 de fevereiro, 6, 13, 20 e 27 de março, 3, 10, 17 e 24 de abril, 1, 8, 15 e 22 de maio, com as seguintes porcentagens dos fertilizantes: 5% da quantidade total em cobertura nas quatro primeiras aplicações e 8% nas demais. Para o tratamento 7, as adubações em cobertura com N foram feitas manualmente, em 14 (transplântio) e 25 de fevereiro, 15 de março, 4 e 14 de abril, 2 e 11 de maio, com as seguintes porcentagens dos fertilizantes: 16% na primeira aplicação e 14% nas demais. Ainda no tratamento 7, as adubações em cobertura com K (manual) foram realizadas em 25 de fevereiro, 15 de março, 4 e 14 de abril, com 25% do fertilizante potássico em cada aplicação. A quantidade total de fertilizante, expressa em kg ha^{-1} , foi 250 de N (tratamentos 4 e 6), 500 de N (tratamento 7) e 500 de K_2O (tratamentos 4, 6 e 7), nas formas de nitrocálcio e cloreto de potássio.

Nos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, a irrigação por gotejamento foi feita diariamente, utilizando-se tubo gotejador "Queen Gill" com perfurações a cada 30 cm. A necessidade de água da cultura foi determinada por lisímetro, com lençol freático de nível constante para medida da evapotranspiração da cultura (Etc). A profundidade do lençol freático, medida a partir do nível do solo, foi 15 cm durante 30 dias após o transplântio, 20 cm nos 30 dias seguintes e 25 cm até o final do ciclo. Diariamente, repunha-se a Etc das últimas 24 horas. O volume de água aplicado às

plantas e as médias semanais das temperaturas máxima e mínima encontram-se no Quadro 4. As plantas do tratamento 7 foram irrigadas com mangueira, sendo a necessidade de água determinada, visualmente, como é feito na condução tradicional da cultura no campo.

Em todos os tratamentos, o tomateiro foi conduzido com duas hastes. O controle de pragas e doenças foi efetuado de acordo com as recomendações para a cultura, com pulverizações semanais de fungicidas e inseticidas, controle manual de plantas daninhas e desbrotas semanais. A poda dos ápices foi efetuada após a formação do oitavo cacho na planta. Em todos os tratamentos, foi feito desbaste de frutos, deixando-se seis frutos por cacho.

3.3 Características avaliadas

3.3.1. Crescimento das plantas

Após a última colheita dos frutos, aos 158 dias (Experimento A) e 122 dias após o transplante (Experimentos B e C), foram avaliadas as seguintes características relacionadas ao crescimento: altura da planta, altura de inserção de cada cacho na planta e pesos das matérias secas das folhas e do caule. A altura da planta foi medida do nível do solo até a extremidade final do caule mais longo. Para a determinação do peso da matéria seca, os diversos órgãos da planta foram separados, acondicionados em sacos de papel, secados em estufa de circulação forçada de ar a 70⁰ C, até atingirem pesos constantes e, posteriormente, pesados.

3.3.2. Teores de nutrientes na folha

No aparecimento dos frutos do terceiro cacho, em 23 de junho de 1999 (Experimento A) e 03 de abril de 2000 (Experimentos B e C), foi coletada a folha adjacente àquele cacho, em cada planta útil da parcela. Os materiais colhidos foram colocados em sacos de papel e secos em estufa com circulação forçada de ar a 70⁰ C até atingirem pesos constantes. Em seguida, foram pesados, moídos em moinho tipo Wiley, passados em peneira de malha de 20 mesh e acondicionados em sacos

de papel. Posteriormente, cada amostra foi novamente levada à estufa de circulação forçada de ar por 30 minutos, sendo uma sub-amostra submetida à digestão nitroperclórica (JOHNSON e ULRICH, 1959), para as análises de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn e outra sub-amostra à digestão sulfúrica (JACKSON, 1958), para a análise de N. O N foi determinado pelo método de Nessler (JACKSON, 1958); o teor de P pelo método modificado por BRAGA e DEFILIPO (1974); o teor de K por fotometria de chama; o S por turbidimetria do sulfato, conforme recomendações de JACKSON (1958); Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu foram dosados por espectrofotometria de absorção atômica, segundo indicações de A.O.A.C. (1975).

3.3.3. Produção de frutos

Os frutos foram colhidos, semanalmente, em 13 colheitas, no período de 10/08 a 07/10/1999 (Experimento A) e 11 colheitas no período de 20/04 a 15/06/2000 (Experimentos B e C), quando os seus ápices apresentavam coloração avermelhada, sendo separados em sem e com defeitos, cuja soma forneceu a produção total. Os frutos sem defeitos foram classificados em função de seu diâmetro transversal (Quadro 8). A produção comercial de frutos foi obtida pelo somatório das classes grande, médio e pequeno, pois não foi obtido nenhum fruto da classe gigante. Nos experimentos B e C, os frutos danificados pela broca pequena foram considerados comerciais, pois houve alta incidência da praga, de forma generalizada, em todos os tratamentos.

Quadro 8 - Classificação do tomate utilizada nos experimentos

Classes de Fruto ^{1/}	Maior diâmetro Transversal (mm)
Gigante	> de 100
Grande	> 80 até 100
Médio	> 65 até 80
Pequeno	> 50 até 65

1/ Portaria do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária nº 553, de 30.08.1995, publicada no diário Oficial da União de 19.09.1995.

Pelas divisões das produções total e comercial por 157 dias (experimento 1) e 123 dias (experimentos 2 e 3), período do transplântio até a última colheita, obtiveram-se os valores da produção de frutos por dia de permanência da cultura no campo. Calculou-se, também, a produção ponderada ou a produção baseada em frutos grandes, proposta por FONTES (1997). Para isso, foram utilizados os fatores de ponderação iguais a 1,0; 1,0; e 0,3 para transformar em classe de frutos grandes as classes grande, médio e pequeno (CAMARGOS, 1998).

Os frutos com defeitos ou não comerciais foram contados e pesados, segundo as seguintes características:

- * Frutos miúdos - aqueles com o maior diâmetro transversal menor que 50 mm.
- * Frutos com danos causados por traça (*Scrobipalpus absoluta* (Meyrick)) e broca grande (*Helicoverpa zea* (Bod.))
- * Frutos remanescentes - aqueles que não estavam maduros por ocasião da última colheita.
- * Frutos rachados - aqueles com rachaduras radiais e/ou concêntricas.
- * Frutos manchados - aqueles com manchas despigmentadas.

3.3.4. Vitamina C, pH, sólidos solúveis totais (SST) e ácidos tituláveis nos frutos

Nos experimentos 2 e 3, na sexta colheita, foram separados cinco frutos comercializáveis por tratamento, constituindo as amostras. Para a determinação de vitamina C e pH, em cerca de 10 g da amostra, adicionaram-se 100 mL de água destilada que foram homogeneizados em homogeneizador de tecidos Turrax, modelo NT 138. O homogeneizado foi levado a potenciômetro Digimed, modelo DM 21, para determinação do pH. Após, adicionaram-se ao homogeneizado 10 mL de ácido sulfúrico a 20%, 1 mL de iodeto de potássio a 10%, 1 mL de solução de amido a 1% e titulou-se com iodato de potássio 0,01N, de acordo com PREGOLATTO e PREGOLATTO (1985). O cálculo de vitamina C foi feito pela seguinte fórmula:

$$\text{mg de Vitamina C (\%)} = \frac{100 \times V \times F}{P}$$

em que

V = volume de iodato de potássio gasto na titulação (mL)

F = 0,8806 mg de vitamina C

P = peso da amostra (g)

Na análise de sólidos solúveis totais, cerca de 10 g da amostra, foram macerados em almofariz com auxílio de pistilo. Retirou-se 50 µL do macerado que foi levado a um refractômetro Abbe, modelo 3T, onde se mediu a porcentagem de sólidos solúveis.

Para quantificação de ácidos (PREGOLATTO e PREGOLATTO, 1985), foram homogeneizados cerca de 10 g da amostra em 100 mL de água destilada, em homogeneizador de tecidos Turrax, modelo NT 138. Ao homogeneizado foram acrescentadas três gotas de fenoftaleína a 1% e procedeu-se a titulação com 0,1N de NaOH. O cálculo para acidez total foi feito pela fórmula:

$$\% \text{ de ácido cítrico} = \frac{(V_b) \times (N) \times (64) \times (0,1)}{(V_a)}$$

em que

V_b = volume da base (mL);

N = normalidade da base (Eq. g. L⁻¹);

64 = equivalente grama de ácido cítrico (g);

0,1 = fator de conversão, correspondente a 1L x 1000 mL⁻¹ x 100;

V_a = volume da amostra (mL)

3.4. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o teste F a 5% de probabilidade. Os modelos de regressão foram ajustados relacionando-se as variáveis dependentes obtidas às proporções de composto : areia e volume de substrato utilizados (Experimento A) e às doses aplicadas de P (Experimento B). Os modelos de regressão foram escolhidos com base na

significância dos efeitos da regressão utilizando-se o teste F a 5 % de probabilidade, com significado biológico e maior soma de quadrados, ou seja, maior R^2 . No experimento C, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Newman Keuls a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento A

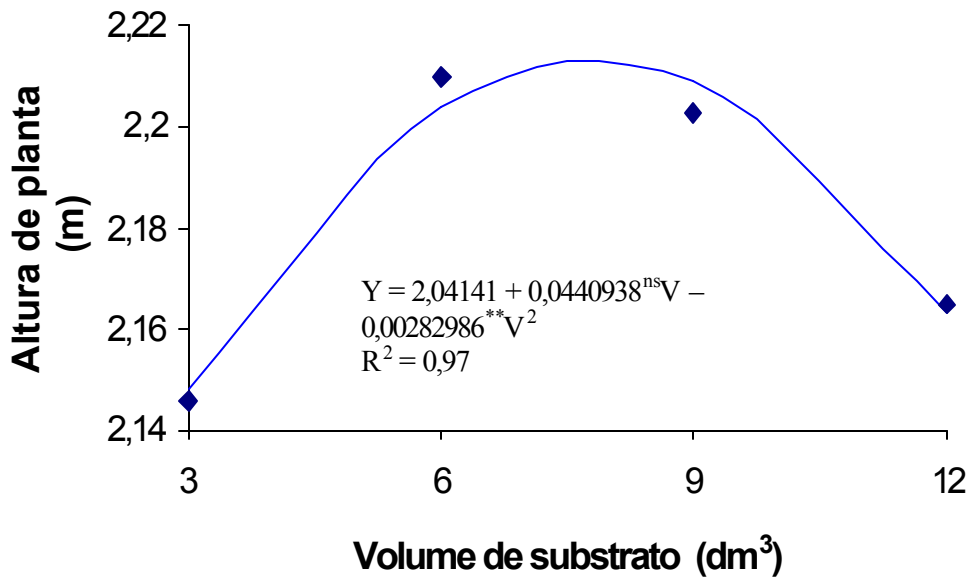
4.1.1. Altura de planta

Houve efeito quadrático significativo do volume de substrato sobre a altura das plantas, ocorrendo o oposto com a proporção composto : areia e com a interação entre eles. A altura das plantas elevou-se com o aumento no volume de substrato até $7,79 \text{ dm}^3$ (Figura 1). CARMI e HEUER (1981) mostraram que giberelinas e citoquininas produzidas nas raízes são importantes para o crescimento normal do feijoeiro. Altura inferior das plantas, nos menores volumes, pode ser atribuída ao decréscimo no suprimento de substâncias de crescimento a partir das raízes, fato que, normalmente, ocorre quando as raízes são confinadas em menor volume de substrato, como foi verificado por RUFF et al. (1987) e por PETERSON et al. (1991). Estes autores relataram que a altura do tomateiro crescido em recipientes

$$Y = 2,04141 + 0,0440938V - 0,00282986V^2$$

$$R^2 = 0,97$$

com 0,4 L de solo foi, aproximadamente, 60 % daquela verificada em tomateiro crescido em recipientes com 7 L, sendo atribuído a inibição do alongamento do caule devido ao desbalanço de hormônios na parte aérea das plantas que se desenvolveram em menor volume de solo. NISHIZAWA e SAITO (1998), trabalhando com plantas de tomate "Ougata Fukuju", em recipientes com volumes de substrato



^{ns} e ^{**} não significativo e significativo a 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste t

Figura 1 – Altura do tomateiro, em função do volume de substrato, experimento A.

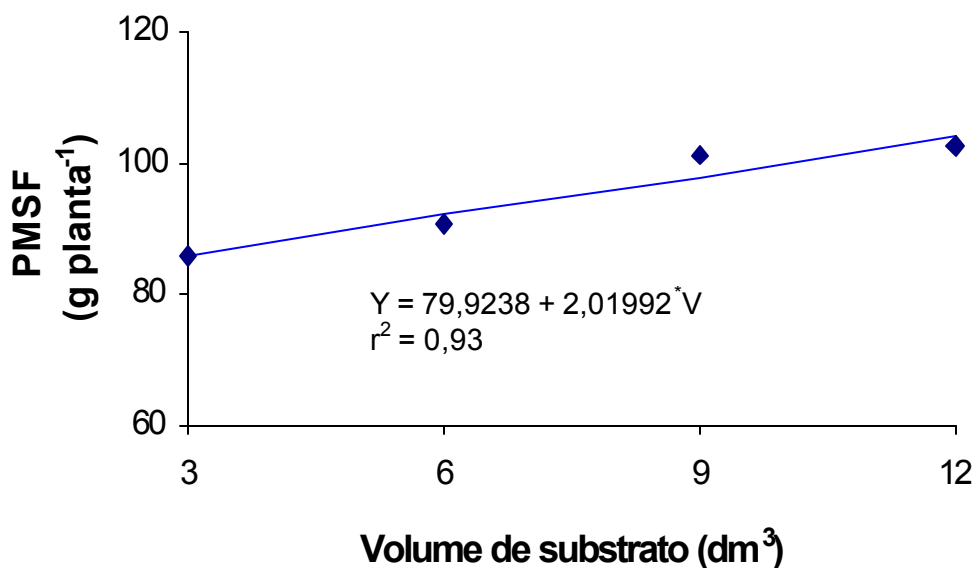
(solo : vermiculita) variando de 0,4 a 7 dm³, verificaram maior altura de planta no recipiente de maior volume. No presente experimento, inexplicavelmente, no maior volume de substrato as plantas apresentaram menor altura.

A proporção de composto : areia não influenciou a altura das plantas, talvez, por ter sido pequeno o incremento na condutividade elétrica do extrato de saturação

com aumento da proporção de composto na mistura (Quadro 2). Mas, tomateiro plantado em substrato com 50 % de composto de cogumelo + 50 % de vermiculita apresentou, significativamente, menor altura em relação aquele plantado em 25 % composto + 25 % turfa + 50 % vermiculita, sendo atribuído o decréscimo em altura aos mais altos níveis de sais solúveis no meio com 50 % de composto de cogumelo (LOHR et al., 1984). REIS et al. (1998) obtiveram efeito quadrático para a altura do tomateiro plantado em substrato formado por composto de resíduo orgânico + turfa, nas proporções de 0, 25, 50 e 75 % do composto (v/v), sendo o principal fator restritivo a altura das plantas, nas maiores proporções de composto, a alta salinidade.

4.1.2. Peso da matéria seca das folhas

Houve efeito linear significativo do volume de substrato sobre o peso da matéria seca das folhas, não existindo efeito da proporção composto : areia e da interação entre eles. O maior peso da matéria seca das folhas estimado (104,16 g planta⁻¹) foi obtido com o volume de 12 dm³ (Figura 2). RUFF et al.(1987) também observaram incremento no peso da matéria seca das folhas de tomate com aumento do volume de substrato. PETERSON et al. (1991) verificaram aumento no peso da matéria seca das folhas, em cultivo hidropônico, em tomateiro crescido em recipientes de 1500 cm³ em relação aos de 25 cm³. Tal fato foi atribuído à maior competição por oxigênio disponível ao sistema radicular no menor recipiente. BARTAL e PRESSMAN (1996)



* significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste t

Figura 2 – Peso da matéria seca das folhas do tomateiro (PMSF), em função do volume de substrato, experimento A.

explicam o menor peso da matéria seca da folha do tomateiro, submetido à restrição radicular, à alteração na síntese de hormônios e no metabolismo das raízes.

4.1.3. Teores de nutrientes nas folhas

Os teores de K, S, Fe, Mn, Zn e B na matéria seca da folha (MSF) não foram influenciados pelos volume de substrato e proporção composto : areia e nem pela interação entre eles, sendo que as médias foram 4,56 dag kg⁻¹, 0,45 dag kg⁻¹ e 242, 288, 37 e 131 mg kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente. Os teores médios daqueles nutrientes e do N, P, Ca, Mg e Cu encontram-se no Quadro 9.

Os teores de N e Ca na MSF não foram influenciados nem pelo volume de substrato e nem pela proporção composto : areia porém, houve efeito significativo da interação entre os tratamentos, representada pelas equações no Quadro 10. O teor estimado máximo de N (3, 78 dag kg⁻¹) e de Ca (1,48 dag kg⁻¹) foram obtidos com as

plantas crescendo em recipiente de 3 dm³ e com a proporção de composto no substrato de 75,59 e 57,21 % para o N e Ca, respectivamente. No caso do Ca, provavelmente, a restrição radicular ao aumentar a ramificação das raízes, pode ter aumentado a absorção deste elemento, já que o mesmo é absorvido principalmente pelas partes mais jovens das raízes (HANSON, 1982).

Os teores de P e Mg na MSF foram influenciados pelo volume de substrato e pela proporção composto : areia, não sendo influenciados pela interação entre eles. As equações representando a relação entre as variáveis dependentes e independentes estão no Quadro 10. Os maiores teores estimados de P (0,641 dag kg⁻¹) e Mg (0,613 dag kg⁻¹) foram obtidos nas plantas que estavam no recipiente de 12 dm³ e com a proporção de composto no substrato de 100 %.

O teor de Cu na MSF foi influenciado pelo volume de substrato e pela interação entre volume de substrato e proporção composto : areia, não sendo influenciado pela proporção composto : areia, sendo a equação representada no Quadro 10. O maior teor estimado de Cu (12,83 mg kg⁻¹) foi obtido com volume de 12 dm³ e proporção composto no substrato de 100 %.

Quadro 9 - Teores médios dos nutrientes na matéria seca da folha do tomateiro, localizada abaixo do terceiro cacho, coletada por ocasião de seu florescimento, nos tratamentos, experimento A.

Trat	Nutrientes										
	N ¹	P ¹	K ¹	Ca ¹	Mg ¹	S ¹	Cu ²	Fe ²	Mn ²	Zn ²	B ²
1	4,310	0,519	4,356	1,743	0,503	0,449	11,5	221	272	37,9	141
2	3,678	0,576	4,544	1,405	0,489	0,441	10,4	209	257	34,1	133
3	3,985	0,580	4,547	1,589	0,541	0,462	9,7	282	283	36,0	137
4	3,691	0,526	4,206	1,737	0,577	0,435	9,7	197	281	34,2	130
5	3,916	0,565	4,462	1,492	0,535	0,444	10,7	265	331	37,6	128
6	3,811	0,558	4,581	1,684	0,540	0,467	11,1	240	271	34,9	133
7	3,669	0,593	4,613	1,553	0,558	0,464	11,2	236	301	36,9	134
8	3,883	0,620	4,834	1,724	0,574	0,472	11,0	241	275	39,1	138
9	3,643	0,566	4,306	1,491	0,487	0,458	10,9	267	313	37,0	129
10	3,680	0,585	4,397	1,504	0,517	0,470	10,9	284	288	35,8	124
11	3,870	0,603	4,775	1,532	0,579	0,453	10,7	238	253	34,0	125
12	3,832	0,591	4,619	1,431	0,592	0,452	11,5	230	298	35,6	119
13	3,663	0,565	4,462	1,517	0,511	0,467	9,8	192	311	34,1	131
14	3,733	0,595	4,778	1,627	0,572	0,459	10,4	258	286	37,6	125
15	4,158	0,650	4,838	1,538	0,610	0,470	11,6	251	309	40,4	135

16	3,700	0,666	4,681	1,405	0,617	0,454	13,2	257	281	38,3	130
Méda	3,826	0,584	4,526	1,560	0,550	0,457	10,8	241	288	36,4	130

^{1/} Expresso em dag kg⁻¹ de matéria seca

^{2/} Expresso em mg kg⁻¹ de matéria seca

Quadro 10 - Equações de regressão relacionando os teores de nutrientes da folha do tomateiro, localizada abaixo do terceiro cacho, coletada por ocasião do seu florescimento, com o volume (V) e proporção do composto no substrato (P)

Nutrientes	Equações de Regressão	R ²
N ¹	Y=5,356-0,197668 ^{ns} V-0,0458522 ^{ns} P+0,000304819 ^{ns} P ² +0,00596086*VP-0,0000399491**VP ²	0,54
P ¹	Y=0,490293+0,00694011*V+0,000680313*P	0,88
Mg ¹	Y=0,443+0,00470313*V+0,00114063*P	0,92
Ca ¹	Y=2,244-0,0880537 ^{ns} V-0,02720 ^{ns} P+0,000238774 ^{ns} P ² +0,00346795 ^{ns} VP-0,000030397**VP ²	0,60
Qu ²	Y=13,018-0,35042*V -0,0453754 ^{ns} P+0,00713505*VP	0,82

^{1/} Expresso em dag kg⁻¹ de matéria seca

^{2/} Expresso em mg kg⁻¹ de matéria seca

ns, * e ** não significativo, significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste t.

Os maiores teores de N, P, Mg e Cu na MSF das plantas cultivadas em substratos com proporções mais elevadas de composto, podem ser explicados pela maior concentração destes elementos nos tratamentos com proporções composto no substrato de 75 e 100 % (Quadro 2). Também, houve maior disponibilidade de K, S, Fe, Mn, Zn e B nos tratamentos onde os substratos receberam as maiores proporções de composto : areia (Quadro 2). Neste caso, a ausência de efeito significativo dos tratamentos sobre as concentrações daqueles nutrientes na MSF do tomateiro, talvez tenha sido devido ao fornecimento dos mesmos, na fertirrigação, em quantidades que possibilitaram às plantas acumularem na matéria seca da folha quantidades destes nutrientes na mesma proporção que as plantas dos demais tratamentos.

Apesar da variação encontrada entre os tratamentos para os teores na MSF dos nutrientes N, P, Ca, Mg e Cu, os valores encontrados, bem como os de K, S, Fe, Mn, Zn e B, em todos os tratamentos, estão dentro da faixa considerada adequada em folhas de tomateiro (RAIJ et al., 1997), indicando que não havia, no momento da amostragem, deficiência daqueles nutrientes nas plantas.

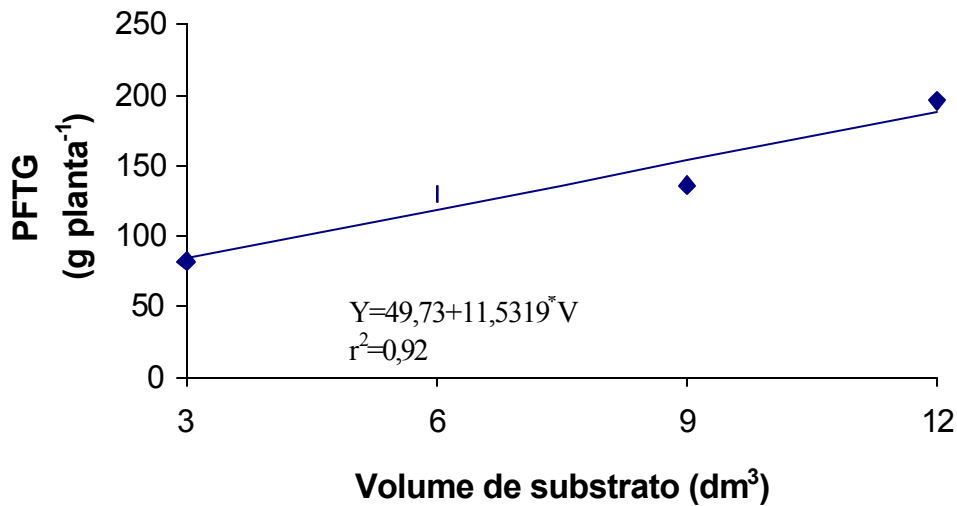
Considerando a combinação do volume de 12 dm³ com a proporção de composto : areia de 25 : 75 %, que proporcionou a maior produção comercial de frutos, os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B foram 3,51, 0,59, 4,56, 1,46, 0,58, 0,45 dag kg⁻¹ e 9,81, 242, 288, 37 e 131 mg kg⁻¹, respectivamente, podendo serem considerados como referenciais para este tipo de cultivo.

4.1.4. Peso e número de frutos grande, médio e pequeno

Os valores observados do peso e número de frutos por planta, das categorias grande, médio e pequeno encontram-se no Quadro 11.

Houve efeito linear e positivo do volume de substrato sobre o peso de frutos grandes, enquanto a proporção composto : areia e a interação dos tratamentos não

tiveram efeito significativo. O maior peso estimado de frutos grande (188,12 g planta⁻¹) foi obtido com o volume de 12 dm³ (Figura 3), podendo ser explicado, em parte, pelo maior peso da matéria seca da folha, implicando numa maior área foliar, o que pode ter levado a maior suprimento



* significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste t

Figura 3 – Peso de frutos de tomate grande (PFTG), em função do volume de substrato, experimento A

Quadro 11 – Valores observados do Número e Peso (g planta⁻¹) de frutos de tomateiro, nas classes grande, médio e pequeno, experimento A

Tratamento	Frutos / planta					
	Grande		Médio		Pequeno	
	Nº	Peso	Nº	Peso	Nº	Peso
1	0,33	81,0	16,0	2261	27,6	2673
2	0,33	91,0	12,1	1667	31,1	2872
3	0,33	82,0	15,5	2104	27,8	2640

4	0,33	73,4	16,0	2302	24,9	2524
5	0,75	177,7	14,9	2129	27,4	2712
6	0,50	122,2	14,0	1991	31,5	2783
7	0,33	71,6	16,0	2250	29,6	2847
8	0,66	152,2	13,2	1879	28,8	2965
9	0,41	86,2	19,9	2818	27,3	2531
10	0,50	142,8	21,5	3065	23,6	2227
11	0,91	232,9	17,1	2477	26,1	2409
12	0,41	85,0	15,4	2132	29,1	3006
13	0,75	174,7	17,2	2423	25,9	2861
14	1,00	239,2	19,0	2711	27,3	2521
15	0,83	195,0	17,5	2549	27,9	2603
16	0,75	172,0	18,6	2682	27,0	2643

de carboidratos para o desenvolvimento dos frutos. Segundo KINET e PEET (1997), o principal fator responsável pela taxa de expansão dos frutos é o suprimento de carboidratos durante seu desenvolvimento. PETERSON et al. (1991) verificaram menor área foliar em plantas de tomate, submetidas à restrição radicular em relação às plantas controle.

Houve efeito do volume de substrato e da interação entre volume de substrato e proporção composto : areia sobre o peso de frutos médios (Figura 4A),

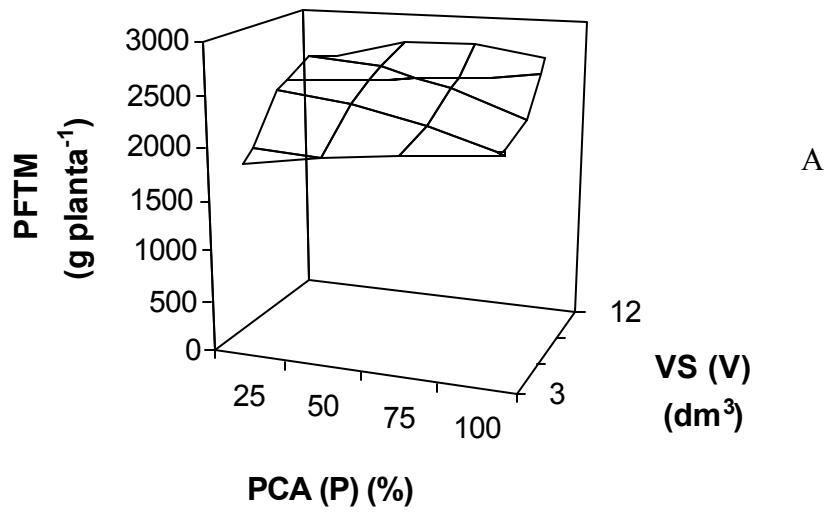
não existindo efeito deste fator isolado. O peso estimado máximo de frutos médio ($2739 \text{ g planta}^{-1}$) foi obtido com o volume de 12 dm^3 de substrato e proporção de composto no substrato de 67,75 %. Para o peso de frutos pequenos, houve efeito da interação entre volume de substrato e proporção composto : areia (Figura 4B), não existindo efeito dos fatores isolados. O peso estimado máximo de frutos pequeno ($2870 \text{ g planta}^{-1}$) foi obtido com o volume de $7,66 \text{ dm}^3$ e proporção de composto no substrato de 92,15 %. Os pesos médios dos frutos grandes, médios e pequenos foram 238, 142 e 95 g, respectivamente.

Houve efeito linear e positivo do volume de substrato sobre o número de frutos grandes (Figura 5A) e médios (Figura 5B) por planta, não havendo, entretanto, efeito da proporção composto : areia e da interação entre eles. Sobre o número de frutos pequenos, não houve efeito do volume de substrato, proporção composto : areia e da interação entre eles.

Em todos os tratamentos, o número observado de frutos por planta, foi maior na classe pequeno, devido à característica da cultivar, à densidade de plantio ($3,33 \text{ plantas m}^{-2}$) e, ou, pelo sistema de produção utilizado. Talvez, seja necessário haver desbaste de frutos nos cachos, aumento no espaçamento e adequação no sistema de produção para obtenção de maior proporção, em número, de frutos médios.

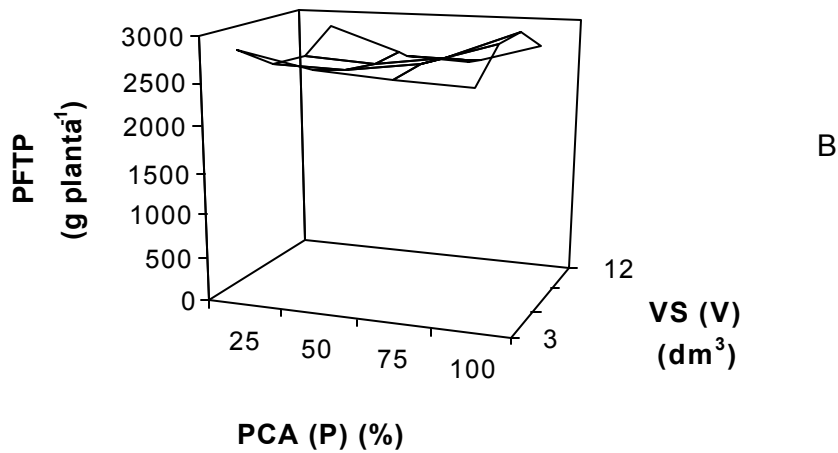
4.1.5. Peso de frutos comerciais

Os valores observados do peso de frutos comerciais encontram-se no Quadro 12. Houve efeito linear significativo do volume de substrato sobre o



$$Y = 457,134 + 511,105^*V - 30,2538^{ns}V^2 + 21,5811^{ns}P - 6,30589^{ns}VP - 0,00917972^{ns}VP^2 + 0,479286^{**}V^2P$$

$$R^2 = 0,6357$$

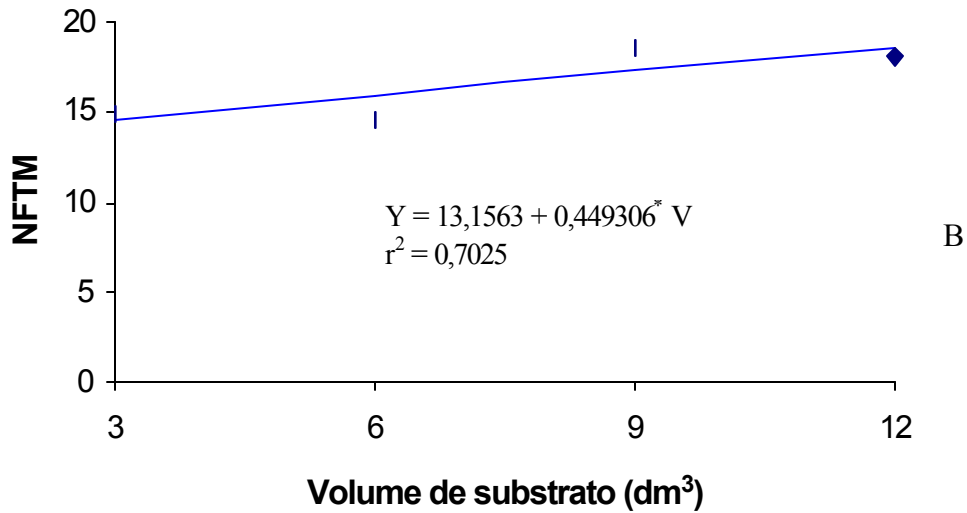
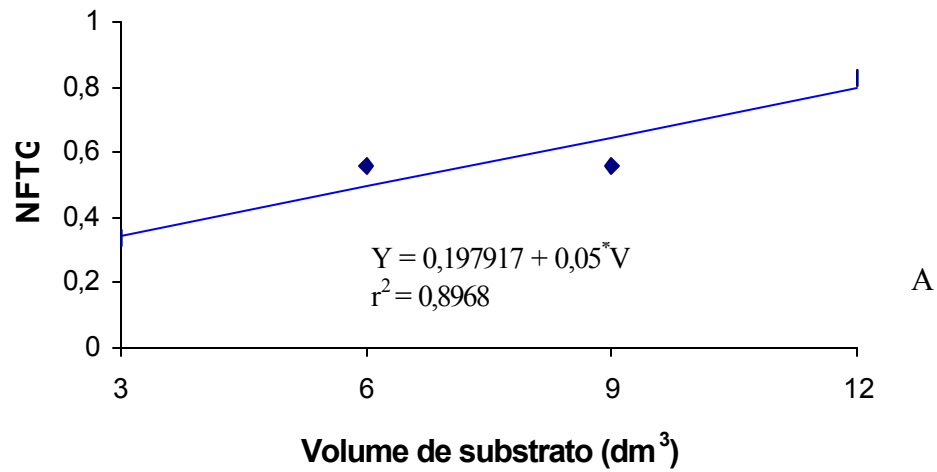


$$Y = 3863,33 - 333,289^{ns}V + 24,5465^{ns}V^2 - 18,3332^{ns}P + 4,05281^{ns}VP + 0,0178211^{ns}VP^2 - 0,408771^{**}V^2P$$

$$R^2 = 0,5313$$

ns, * e ** não significativo, significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste t.

Figura 4 – Peso de frutos de tomate médio (PFTM) e pequeno (PFTP), em função do volume de substrato (VS) e da proporção composto : areia (PCA), experimento A.

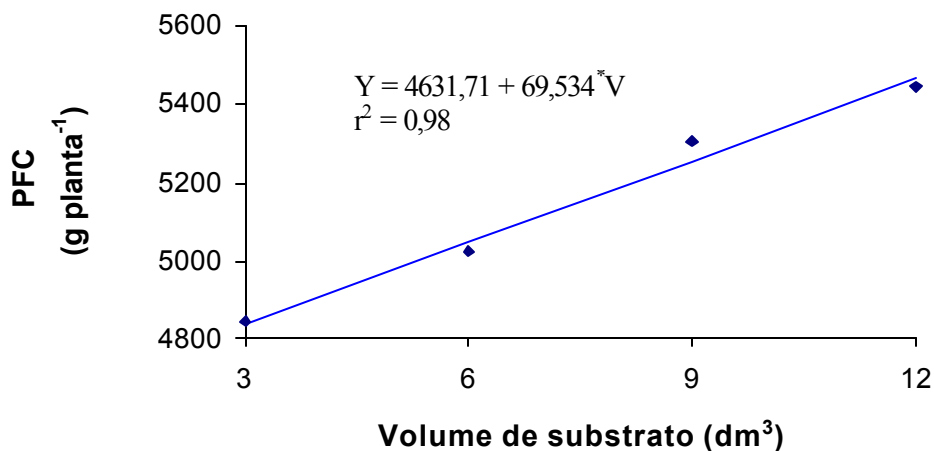


* significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste t

Figura 5 – Número de frutos de tomate grande (NFTG) e médio (NFTM), em função do volume de substrato, experimento A.

Quadro 12 – Valores observados dos pesos dos frutos comerciais, não comerciais e total do tomateiro, nos diversos tratamentos, experimento A

Tratamento	Peso (g planta ⁻¹)		
	Comercial	Não comercial	Total
1	5016,41	212,91	5229,33
2	4631,08	371,91	5003,00
3	4826,25	223,75	5050,00
4	4900,00	352,50	5252,50
5	5020,24	270,16	5290,41
6	4897,58	291,33	5188,91
7	5169,33	307,33	5476,66
8	4996,25	316,16	5312,42
9	5436,75	346,25	5783,00
10	5435,83	288,08	5723,91
11	5119,75	413,50	5533,25
12	5224,66	343,83	5568,50
13	5459,75	413,25	5873,00
14	5471,41	439,83	5911,25
15	5347,41	401,16	5746,58
16	5498,66	382,83	5881,50



* significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste t

Figura 6 – Peso de frutos comerciais do tomateiro (PFC), em função do volume de substrato, experimento A.

peso de frutos comerciais (Figura 6), não existindo efeito da proporção composto : areia e da interação entre eles. O maior peso estimado de frutos comerciais (5.466,12 g planta⁻¹) foi obtido com o volume de 12 dm³, valor que corresponde a 182,20 t ha⁻¹. Em 9 dm³, a produtividade seria 96 % daquela, implicando em menor gasto de substrato (25%) e facilidade de operacionalização.

O menor peso de frutos nas plantas cultivadas nos menores volumes de substrato pode ter sido devido à menor área foliar, já que nestes volumes as plantas apresentaram pesos de matéria seca de folhas inferiores. Menor área foliar pode implicar em menos fotossíntese e menor suprimento de carboidratos para o desenvolvimento dos frutos, conforme obtido também por RUFF et al. (1987) ao compararem a produção de frutos comerciais de tomateiro plantado em recipiente contendo volume menor do substrato, 0,45 dm³, com maior volume, 13,5 dm³. Al-Sahaf, 1984, citado por HAMEED et al. (1987) também verificou aumento na produção de frutos de tomateiro crescido em recipientes de maior tamanho em

relação aos recipientes de menor tamanho. O menor peso de frutos comerciais nas plantas crescidas nos menores volumes, pode ser explicado também, pela provável restrição no suprimento de oxigênio, já que de acordo com PETERSON et al. (1991), raízes de tomateiro confinadas em pequenos recipientes, restringem o suprimento de oxigênio, já que são altamente ramificadas, em comparação com as raízes crescidas sem restrições. Contrário ao obtido no presente experimento, LOURES et al. (1998) observaram redução na produção comercial de frutos de tomate nas proporções mais elevadas de esterco de suíno : substrato comercial na mistura estudada, sendo atribuído, em grande parte, aos altos valores da condutividade elétrica do extrato de saturação ($> 11 \text{ dS m}^{-1}$). De modo semelhante ao presente trabalho, JESPERSEN e WILLUMSEM (1993) também não obtiveram efeito significativo da proporção de composto : turfa na produção comercial de tomate.

As variações nas características químicas e físicas proporcionadas pelas diferentes proporções de composto : areia (Quadro 2) não tiveram efeito significativo sobre o peso de frutos comerciais. Houve pequena variação de pH e incremento de condutividade elétrica com aumento da proporção de composto na mistura (Quadro 2). Entretanto, o maior valor da condutividade elétrica, $2,78 \text{ dS m}^{-1}$, verificada na mistura com 100 % de composto, não é considerada restritiva para o crescimento do tomateiro, pois, de acordo com "U. S. Salinity Laboratory", citado por BERNARDO (1986), o tomateiro é planta tolerante à salinidade, podendo produzir, satisfatoriamente, em valores de condutividades elétricas de 4 a 10 dS m^{-1} .

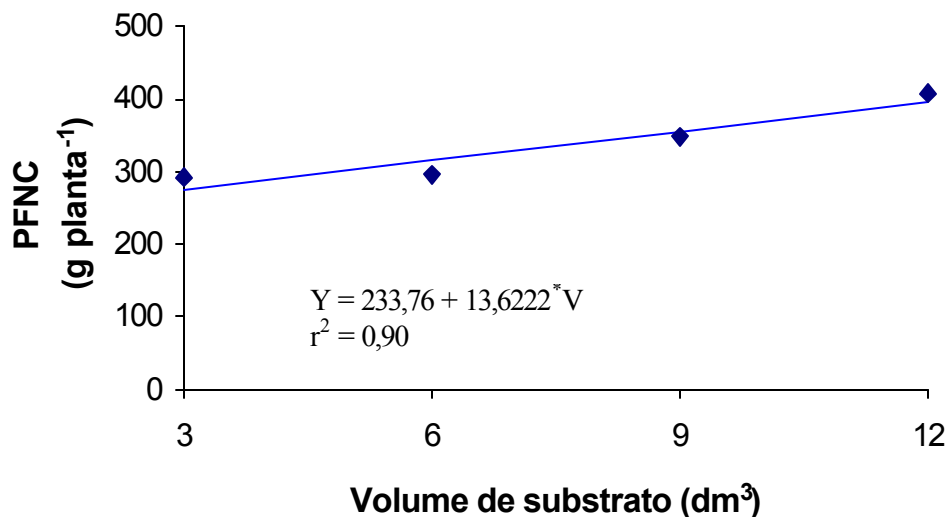
Nos volumes de 3, 6, 9 e 12 dm^3 foram obtidas as produções comerciais médias estimadas de 4840, 5049, 5258 e $5466 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente, ou seja, 1614, 842, 584 e 456 g de frutos comerciais por unidade de volume, respectivamente. Tais valores indicam a eficiência da produção comercial por unidade de volume.

Considerando-se o ciclo da cultura pós transplântio até a última colheita, 157 dias, o maior peso estimado de frutos comerciais por unidade de área pelo tempo, foi $1160 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de permanência da cultura no campo, valor acima do verificado por CAMARGOS (1998), $682 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com o mesmo híbrido Carmen, na estufa e próximo do obtido por FONTES et al. (1997), $1169 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, em cultivo protegido, no solo, com o cv. Sunny. A produtividade obtida no presente trabalho

está acima da produtividade média alcançada na Espanha (PRADOS, 1995), 643 kg ha⁻¹ dia⁻¹, em condições de estufas não climatizadas, no solo. Contudo, sistemas de produção de tomate fora do solo podem alcançar produtividades superiores, como verificado por ZEKKI et al. (1996), ao trabalharem em estufa com sistemas hidropônicos (lã de rocha, NFT e turfa) obtendo a produtividade de 1420 kg ha⁻¹ dia⁻¹, utilizando mudas de 48 dias, mais velhas do que as utilizadas no presente experimento, durante o período pós-transplante de 100 dias.

4.1.6. Peso de frutos não comerciais

Houve efeito significativo do volume de substrato sobre o peso de frutos não comerciais por planta (Figura 7), não existindo efeito da proporção composto : areia e da interação entre eles. Para o número de frutos não comerciais por planta, não houve efeito do volume de substrato, proporção composto : areia e interação entre eles. A principal causa da desclassificação dos frutos, em todos os tratamentos, foi a ocorrência de frutos com diâmetro

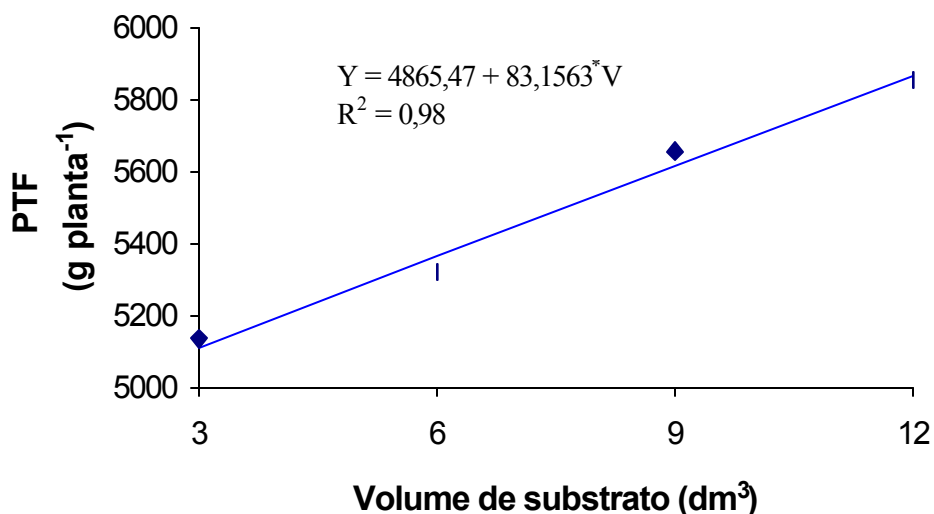


* significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste t

Figura 7 – Peso de frutos não comerciais do tomateiro (PFNC), em função do volume de substrato, experimento A. inferior a 50 mm e a ocorrência de traça (*Scrobipalpus absoluta* (Meyrick), principalmente no final do experimento, talvez devido a altura final das plantas (> 2,0 m), o que pode ter prejudicado o controle com inseticidas.

4.1.7. Peso total de frutos

Os valores observados do peso total de frutos, nos diversos tratamentos, encontram-se no Quadro 12. Houve efeito significativo do volume de substrato sobre o peso total de frutos (Figura 8) e não houve efeito da proporção composto : areia e da interação entre eles. O maior peso total estimado de frutos, 5.863,35 g planta⁻¹, correspondendo a 195,43 t ha⁻¹ ou 1245 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de permanência da cultura no campo, foi obtido com o volume de 12 dm³, valor que também proporcionou a maior produção comercial, conforme discutido no item 4.2.5.



* significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste t

Figura 8 – Peso total de frutos de tomateiro (TOTP), em função do volume de substrato, experimento A.

Considerando que os teores dos nutrientes na folha estavam na faixa considerada adequada, apesar dos teores de Mg e P terem aumentados com o aumento do volume do substrato e que os valores da condutividade elétrica da solução do solo estavam na faixa considerada não limitante para o tomateiro, os tratamentos correspondentes aos menores volumes de substrato, ao armazenarem menor quantidade de água, poderiam ter atingido potencial hídrico baixo, dificultando assim a absorção de água pela planta, afetando negativamente a produção de frutos. XU et al. (1995) verificaram maior produção de frutos de tomate, crescidos em saco plástico contendo turfa, quando a irrigação era iniciada ao atingir o potencial hídrico de -5 kPa em relação ao potencial hídrico de -9 kPa. Talvez, o crescimento do tomateiro em menor volume de substrato, necessite de manejo diferenciado no que diz respeito à frequência de irrigação, ou seja, a mesma demanda de água das plantas poderia ser suprida de forma mais parcelada, evitando-se assim que seja atingido potenciais hídricos baixos.

Apesar das maiores produções comercial e total estimadas, $5466,12$ e $5863,35$ g planta⁻¹, equivalentes a $182,20$ e $195,25$ t ha⁻¹, terem sido obtidas com o volume de substrato de 12 dm³, optou-se por trabalhar com o volume de 9 dm³ nos experimentos B e C, pois a produtividade obtida com tal volume foi equivalente a 96 % da produtividade obtida com o volume de 12 dm³. A redução do volume de substrato a ser utilizado, implica em manuseio de menor volume de substrato e maior facilidade para o transporte e o preparo dos sacos plásticos. Em relação a proporção de composto : areia, como a mesma não influenciou a produção comercial, optou-se pela proporção de $25 : 75$ % (V/V), já que esta apresenta menor gasto de composto, precisando ser testada proporções ainda menores.

4.2. Experimento B

4.2.1. Altura de planta

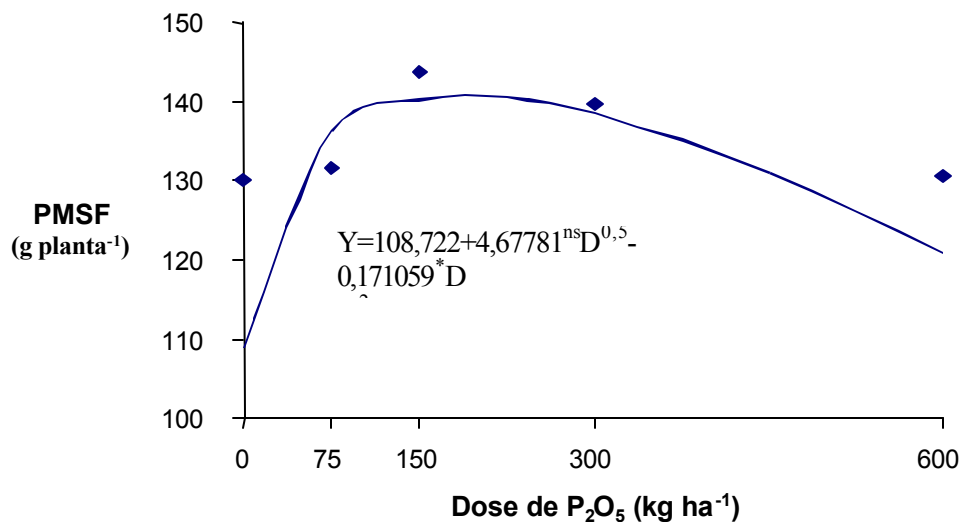
Não houve efeito significativo das doses de fósforo sobre a altura das plantas. A altura média das plantas variou de 170 (tratamento 1) a 175 cm (tratamento 2), sendo consideradas adequadas para o controle cultural e

fitossanitário. MASAGUER et al. (1991) também não verificaram diferença significativa na altura da planta de tomateiro cv. Carmelo, crescido em substrato, com duas concentrações de P: 1,5 e 3,0 mmol L⁻¹ de H₃PO₄, aplicadas via água de irrigação. Pelas informações fornecidas no referido trabalho não foi possível calcular a quantidade de fósforo fornecida por planta durante o ciclo do tomateiro.

4.2.2. Peso da matéria seca das folhas

Houve efeito da raiz quadrática das doses de fósforo sobre o peso da matéria seca das folhas, determinado aos 122 dias após o transplante, sendo o peso máximo estimado, 140,7 g planta⁻¹, obtido com a dose de 186,95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 9). FONTES (1987) também verificou efeito quadrático de doses de P adicionada ao solo de vasos sobre o peso da parte aérea seca do tomateiro. BAR-

YOSEF e IMAS (1995), trabalhando com quatro doses de P na água de irrigação (0, 10, 30 e 60 mg L⁻¹), verificaram acréscimo na taxa de



^{ns} e * não significativo e significativo a 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste t

Figura 9 - Peso da matéria seca das folhas de tomateiro (PMSF), determinado aos 122 dias após o transplante, em função da dose de fósforo, experimento B.

produção de matéria seca da parte aérea do tomateiro até a concentração de 30 mg L⁻¹ de P, que equivaleu à aplicação de 237 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e diminuição com a dose de 60 mg L⁻¹ de P.

O acréscimo na produção de matéria seca das folhas com o aumento da dose de P pode ser explicado, em parte, pelo importante papel do P nos processos de transferência de energia nas células, por ser constituinte molecular da adenosina trifosfato (ATP), afetando a produção de assimilados. Além disto, o fósforo é elemento importante para a expansão foliar (MARSCHNER, 1995).

4.2.3. Teores de nutrientes na folha

Os teores médios observados dos nutrientes na matéria seca da folha do tomateiro encontram-se no Quadro 13. Houve efeito raiz quadrática significativo das doses de fósforo sobre os teores de P, Mn (Figura 10) e Fe (Figura 11) na matéria seca da folha do tomateiro, não existindo efeito sobre os teores de N-org, N-NO₃, N-total, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu e Zn.

O teor estimado de P na matéria seca da folha elevou-se até a dose de 256,73 kg ha⁻¹ de P₂O₅ atingindo o valor de 0,48 dag kg⁻¹ (Figura 10 A). RHUE e EVERETT (1987), trabalhando com as doses de 0, 122, 245 e 367 kg ha⁻¹ de P, verificaram elevação nos teores de P na matéria seca das folhas de tomate com o aumento da dose aplicada, sendo o teor máximo verificado na dose de 245 kg ha⁻¹ de P. FONTES (1987) também verificou elevação nos teores de P na matéria seca de folhas de tomate, cv Kada, com o aumento da dose de P adicionado ao solo, sendo que as doses mais elevadas de P diminuíram os teores deste na matéria seca das folhas.

Em todos os tratamentos, com algumas exceções, os teores dos elementos analisados na matéria seca da folha do tomateiro encontravam-se dentro da faixa considerada adequada (RAIJ, 1997). A primeira exceção foi o teor de P, no tratamento 1, que correspondeu a dose de 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Nesse tratamento, o teor de P na folha encontrava-se abaixo da faixa, o que era previsto pois, o P disponível às raízes foi proveniente apenas do substrato. Outra exceção, foi o teor de Fe na folha de plantas do tratamento 5, a maior

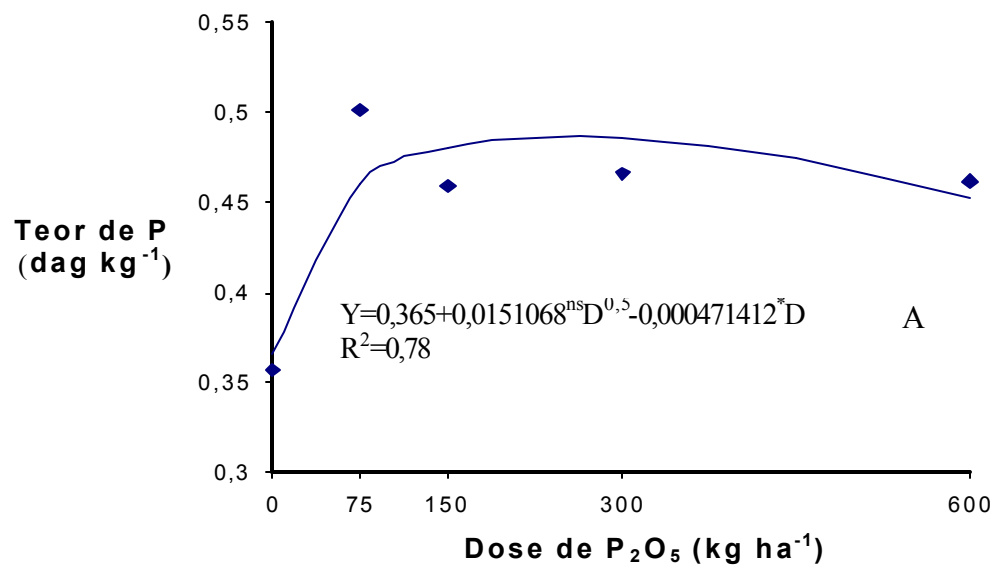
Quadro 13 – Teores médios observados dos nutrientes na matéria seca da folha do tomateiro, nos tratamentos contendo diferentes doses de fósforo, experimento B

Nutriente	-----Dose de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)-----					Média	CV
	0	75	150	300	600		
N-total ¹	5,31	5,12	5,49	5,39	5,64	5,39	5,78
N-org ¹	5,18	4,93	5,28	5,22	5,46	5,21	6,16
N-NO ₃ ¹	0,17	0,19	0,21	0,17	0,18	0,18	17,5
P ¹	0,35	0,50	0,46	0,46	0,46	0,44	11,6

K ¹	4,28	4,68	4,62	4,19	4,25	4,40	9,41
Ca ¹	3,12	2,66	2,81	2,65	2,87	2,82	15,2
Mg ¹	0,78	0,76	0,75	0,74	0,75	0,75	4,80
S ¹	1,04	1,11	0,99	1,02	1,02	1,03	8,54
Fe ²	119	104	104	99,1	94,5	104,1	14,4
Cu ²	610	572	564	548	479	554,6	18,8
Mn ²	212	188	189	166	179	186,8	11,7
Zn ²	22,9	24,6	23,1	23,6	22,7	23,3	8,14

^{1/} Expresso em dag kg⁻¹ de matéria seca

^{2/} Expresso em mg kg⁻¹ de matéria seca



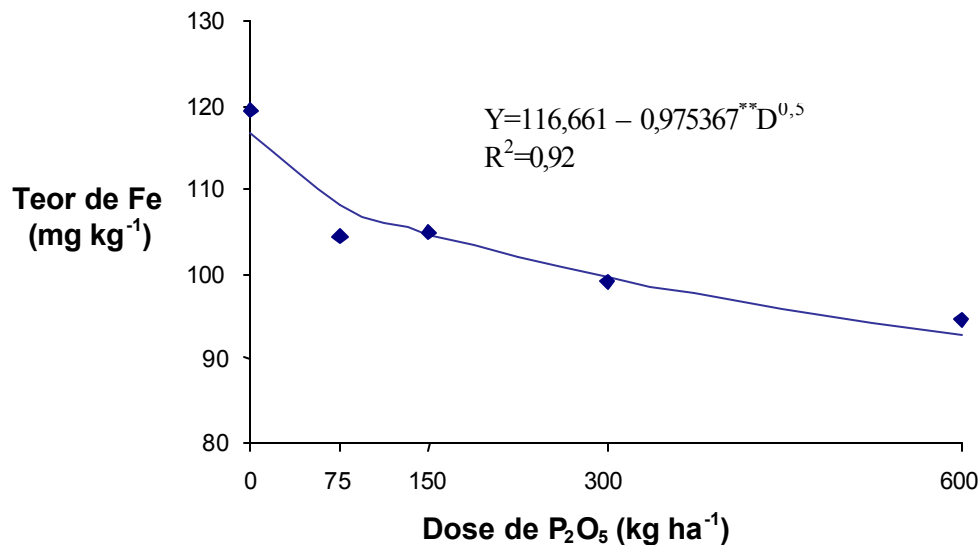
$$Y=206,932-1,59886^{**}D^{0,5}$$

$$R^2=0,74$$

B

ns, ** e * não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste t

Figura 10 – Teores de fósforo (A) e manganês (B) na matéria seca da folha de tomateiro, em função de dose de fósforo, experimento B.



** significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste t

Figura 11 - Teor de Fe na matéria seca da folha de tomateiro, em função de dose de fósforo, experimento B

dose de P, que estava abaixo da faixa, devido, provavelmente, a inibição da absorção do Fe pela alta concentração de P no meio, bem como precipitação do mesmo no xilema (MARSCHNER, 1995). O baixo teor de Fe na folha de plantas do tratamento 5 pode explicar, em parte, a menor produção de matéria seca das folhas nas maiores doses de P, já que o Fe é constituinte de várias proteínas do tipo “heme”, como no caso dos citocromos (carregadores de elétrons no processo fotossintético e respiratório), afetando, portanto, a produção de matéria seca (TAIZ e ZEIGER, 1991).

Outra exceção, o teor de Zn nas folhas das plantas de todos os tratamentos, que encontravam-se abaixo da faixa considerada adequada, 30 – 100 mg kg⁻¹, indicando, talvez, a necessidade de aumentar a concentração deste elemento na solução de fertirrigação. Finalmente, a concentração de Cu na folha das plantas de todos os tratamentos, que encontrava-se bem acima da faixa adequada, o que pode ser explicado pelas pulverizações com fungicidas à base de Cu.

4.2.4. Peso e número de frutos grandes, médios e pequenos

Os valores observados do peso e do número de frutos grande, médio e pequeno por planta, em função das doses de fósforo, encontram-se no Quadro 14. Houve efeito significativo da dose de fósforo sobre o peso de frutos médios por planta, sendo que a dose de 167,94 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionou o valor máximo do peso de frutos médios, 4719,6 g planta⁻¹, (Figura 12). Por outro lado, não houve efeito de doses de P sobre o peso de frutos pequenos e grandes e o número de frutos por planta das três classes. Em todos os tratamentos, em média, o peso e o número de frutos por planta das classes grande, médio e pequeno foram: 396,34, 4.239,46 e 1.168,1 g planta⁻¹ e 1,7, 32,7 e 12,9, respectivamente (Quadro 14). Os correspondentes pesos médios dos frutos, nas três classes foram: 227,5, 129,2 e 89,8 g, respectivamente (Quadro 15), os quais foram próximos dos verificados por CAMARGOS (1998), para o híbrido Carmen, com a mesma densidade de plantas.

Em todos os tratamentos, o número e o peso de frutos por planta foram aparentemente, maiores na classe médio (Quadro 14), devido provavelmente, à característica genética da cultivar associada à densidade de plantas (1,66 plantas m⁻²) e ao sistema de produção utilizado.

4.2.5. Peso e número de frutos comerciais

Houve efeito significativo da dose de fósforo sobre o peso de frutos comerciais, ocorrendo o oposto com o número de frutos comerciais por planta, que atingiu o valor médio de 47,4. O peso máximo estimado de frutos comerciais por planta (6163,21 g planta⁻¹) foi obtido com a dose de 161,56 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 13), sendo praticamente igual à dose que proporcionou a máxima produção estimada de frutos médios. O incremento no peso de frutos comerciais com o aumento da dose de P pode estar associado ao incremento da matéria seca de folhas, causado pelo aumento da dose de P, podendo estar relacionado a maior índice de área foliar. FONTES e FONTES (1992) verificaram aumento na área foliar de plantas de tomateiro com aumento da dose de fósforo no solo. BAR-YOSEF e IMAS (1995) verificaram correlação

Quadro 14 – Valores observados do peso e do número de frutos por tomateiro, nas classes grande, médio e pequeno, em função das doses de fósforo, experimento B.

Dose de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Peso (g planta ⁻¹)			Número		
	Grande	Médio	Pequeno	Grande	Médio	Pequeno
0	372,5	3536,5	1403,6	1,7	30,3	15,2
75	291,5	4630,5	1175,2	1,3	33,0	13,0
150	337,4	4582,4	1146,4	1,3	33,2	12,6
300	363,0	4700,0	1079,5	1,5	33,6	12,3
600	617,3	3747,9	1035,8	2,7	33,3	11,5
CV (%)	65,90	9,90	36,48	66,61	11,92	36,41

Quadro 15 – Peso médio dos frutos de tomateiro (g), das classes grande, médio e pequeno, em função da dose de fósforo, experimento B.

Dose de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Classe		
	Grande	Médio	Pequeno
0	208	118	92,2
75	222	139	90,8
150	256	137	90,4
300	223	139	87,2
600	226	113	88,1
CV	13,0	6,54	4,55

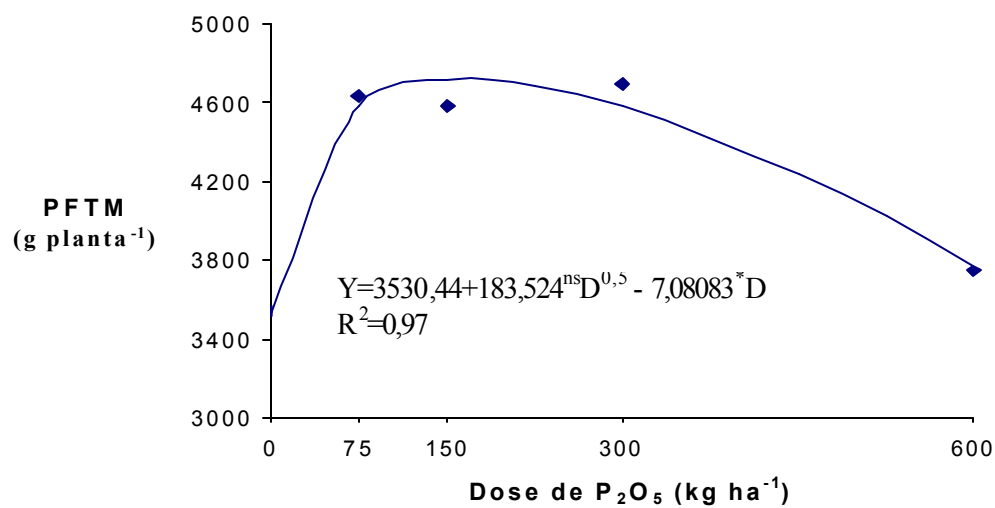
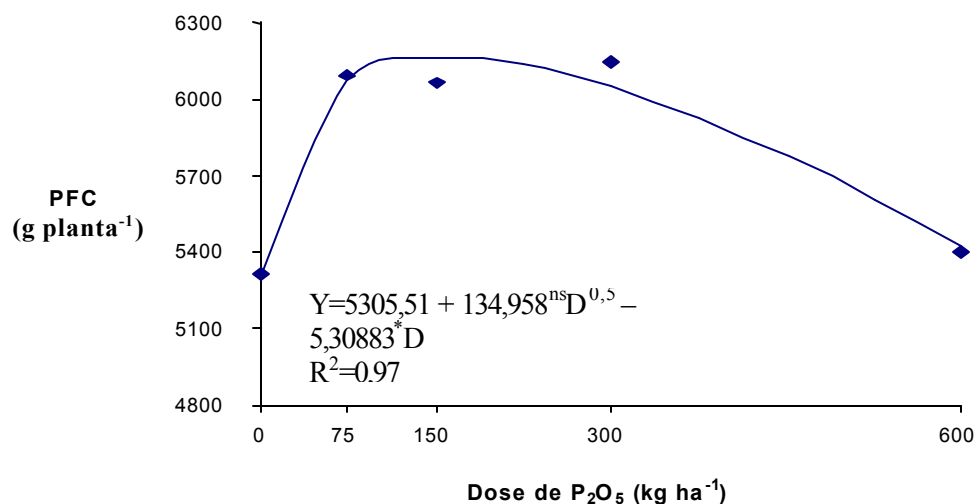


Figura 12 - Peso de frutos de tomate médio (PFTM), em função da dose de fósforo, experimento B.



^{ns} e * não significativo e significativo a 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste t

Figura 13 – Peso de frutos comerciais do tomateiro (PFC), em função da dose de fósforo, experimento B.

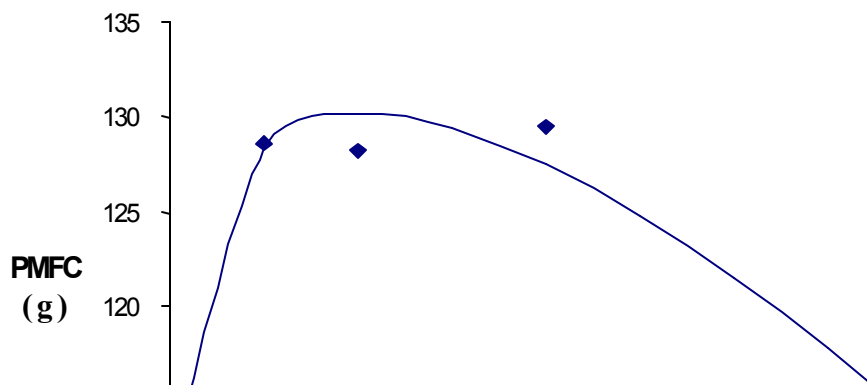
positiva entre a taxa de produção de matéria seca da parte aérea e produção de frutos comerciais, indicando que o P limitou a produção de frutos por afetar a acumulação de matéria seca na planta. O P também é importante para expansão das células e folhas e, em plantas deficientes em P, a eficiência fotossintética por unidade de área é menor MARSCHNER (1995). RHUE e EVERETT (1987) não encontraram efeito significativo das doses de P (0, 122, 245 e 367 kg ha⁻¹ de P)

sobre a produção comercial de frutos de tomateiro, talvez devido a existência de alto teor de P no solo. Já CERDA et al. (1979), trabalhando com tomate, em solução nutritiva, com três concentrações de P (0,5, 5,0 e 50 ppm), obtiveram incremento da produção de frutos comerciais com aumento da dose de fósforo.

O menor peso de frutos comerciais obtido no tratamento com a dose de 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ pode ser explicado pela insuficiência de P no substrato (25 : 75 %, composto : areia), refletindo no teor de P na folha, abaixo da faixa considerada adequada (RAIJ, 1997). O P é importante constituinte de estruturas orgânicas, fundamentais para o funcionamento da cadeia de transporte de elétrons no fotossistema II e I, da fotofosforilação, da síntese de amido e transporte de açúcares, os quais estão diretamente relacionados à eficiência fotossintética (MARSCHNER, 1995).

No tratamento 5, correspondente a maior dose de P, o decréscimo no peso de frutos comerciais pode ser explicado, em parte, pelos menores teores de P e Mn (Figura 10) e de Fe (Figura 11) na matéria seca da folha. O Mn é grupo prostético da manganoproteína, associada ao fotossistema II, além de ser essencial para a evolução do O₂, na fase fotoquímica da fotossíntese. O Fe, além de ser constituinte de estruturas orgânicas fundamentais para o funcionamento da cadeia de transporte de elétrons é ativador de enzimas importantes para a formação dos cloroplastos (TAIZ e ZEIGER, 1991). Há de ser considerado, que na data em que foi feita a avaliação dos nutrientes na folha (3 de abril), faltavam ainda 9 aplicações de fósforo. Provavelmente, os teores de Mn e Fe na matéria seca da folha, devem ter diminuído com as demais aplicações de P, podendo terem ficado abaixo da faixa adequada em folhas de tomateiro.

O peso médio de frutos comerciais foi influenciado por dose de fósforo (Figura 14), sendo o máximo estimado, 130, 14 g, obtido com a dose de



$$Y=111,961 + 2,88881^{ns}D^{0,5} - 0,114764^*D$$

$$R^2=0,97$$

^{ns} e * não significativo e significativo a 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste t

Figura 14 – Peso médio de frutos comerciais (PMFC), em função da dose de fósforo, experimento B.

158,4 kg ha⁻¹ de P₂O₅. CERDA et al. (1979) também observaram aumento no peso médio de frutos comerciais com o incremento da dose de P na solução nutritiva. As mesmas razões levantadas para o efeito de baixa e alta doses de P sobre o peso de frutos por planta podem ser consideradas no caso de peso médio dos frutos.

4.2.6. Peso e número de frutos não comerciais

Não houve efeito da dose de P sobre o peso e número de frutos não comerciais, que foram pequenos (Quadro 16), representando apenas 2,66 e 0,68 % do total, em número e peso, respectivamente, considerando-se a média de todos os tratamentos. CERDA et al. (1979) também não verificaram efeito da dose de P (0,5, 5,0 e 50 ppm), em solução nutritiva, sobre a produção de

Quadro 16 – Peso (g planta⁻¹) e número de frutos não-comerciais por planta do tomateiro, em função da dose de fósforo, experimento B

Dose de P ₂ O ₅	Peso	Número
---------------------------------------	------	--------

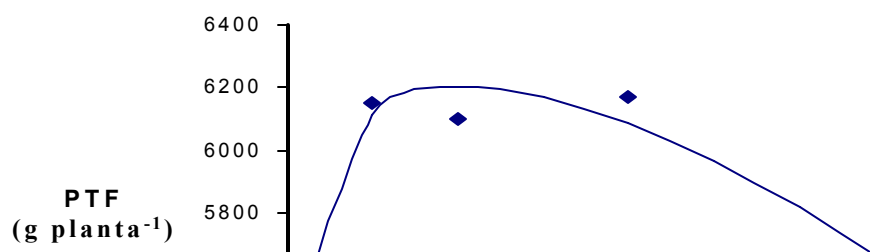
	(kg ha ⁻¹)	
	46,6	1,6
75	51,2	1,6
150	33,5	1,1
300	27,6	1,0
600	42,5	1,3
CV (%)	64,90	61,16

frutos não comerciais de tomate. A baixa produção de frutos não comerciais pode estar associada à característica genética da cultivar, à densidade de plantas (1,66 plantas m²), às práticas culturais efetuadas e ao desbaste de frutos, realizado em cada cacho.

4.2.7. Peso e número total de frutos

Não houve efeito da dose de P sobre o número total de frutos, que atingiu o valor médio de 48 frutos por planta. Tal fato poderia ser esperado, pois foi realizado desbaste, deixando-se seis frutos por cacho. Por outro lado, o peso total de frutos foi influenciado por doses de P. O máximo peso total estimado de frutos, 6180,27 g planta⁻¹, foi obtido com a dose de 160,57 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 15), valor próximo da dose que propiciou o máximo peso comercial estimado de frutos (161,56 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Este peso total estimado de frutos corresponde à produção de 103 t ha⁻¹ ou 837 kg ha⁻¹ dia⁻¹, valor próximo do obtido por CAMARGOS (1998), 99,14 t ha⁻¹, com o híbrido Carmen, cultivado no solo, em ambiente protegido, com a mesma densidade de plantas.

O máximo peso de frutos comerciais foi obtido com a dose de 161,56 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Entretanto, com a dose de 69 kg ha⁻¹ de P₂O₅ seria possível



$$Y=5335,46 + 133,34^{ns}D^{0,5} - 5,26136^*D$$

$$R^2=0,97$$

^{ns} e * não significativo e significativo a 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste

Figura 15 – Peso total de frutos do tomateiro (PTF), em função da dose de fósforo, experimento B

obter 98 % do peso total de frutos. Tal dose equivale ao fornecimento de 1,8 g planta⁻¹ de P, via água de irrigação, durante o ciclo do tomateiro. Tal quantidade foi utilizada no experimento C.

4.3. Experimento C

4.3.1. Altura de planta

Não houve efeito significativo dos sistemas de produção sobre a altura das plantas (Quadro 17). As alturas médias variaram entre 163 (tratamento 7) e 185 cm (tratamento 2). No tratamento 2 ou sistema A, tomateiro conduzido no substrato formado por areia, foi observado certo estiolamento das plantas, confirmado pela aparente maior altura da planta. Para evitar estiolamento da planta, em sistemas de produção em areia, provavelmente, a irrigação e a fertirrigação poderiam ser modificadas, devido a baixa capacidade de retenção de água e capacidade de troca catiônica deste substrato.

Quadro 17 - Altura do tomateiro nos sistemas de produção, experimento C

Sistemas de produção	Altura de planta (cm)
1 – FITO	179
2 – Sistema A	185
3 – FITO 1	177
4 – Testemunha / estufa	178
5 – Sistema C	168
6 – Campo / gotejo	165
7 – Testemunha / campo	163
C V (%)	5,71

A altura média das plantas (179,8 cm) nos tratamentos conduzidos na estufa foi aparentemente superior à altura média de plantas (165,3 cm) nos tratamentos conduzidos no campo. Estes resultados estão de acordo com LOPES (1997) que, trabalhando com o híbrido Carmen, no campo e na estufa, observou que a altura das plantas na estufa foi superior a das plantas no campo.

Altura de planta muito elevada pode dificultar os tratos culturais, como amarrios, desbrotas, colheitas e pulverizações, levando a menor eficiência no controle de pragas e doenças, além de aumentar o risco de intoxicação do trabalhador. Assim, CAMARGOS (1998), apesar de ter obtido maiores produtividades em tomateiro conduzido com uma haste e sete cachos, com altura média de plantas de 2,26 cm, acredita ser mais vantajosa a condução com 5 cachos e altura média de plantas de 1,73 cm. No presente ensaio, o sistema FITO (tratamento 1) mostrou-se adequado em termos de altura de planta (179 cm), pois ainda não prejudicaria os tratos culturais e fitossanitários. Outros fatores exercem influência na altura de plantas, como espaçamento, número de cachos deixados na planta (CAMARGOS, 1998), cultivar, época de plantio, número de ramos deixados por planta (OLIVERA, 1993) e material utilizado para cobrir a estufa

(PAPADOUPOULOS e HAO, 1997).

4.3.2. Altura de inserção dos cachos

As alturas de inserção no caule do 1^o e 2^o cacho não foram influenciadas pelos sistemas de produção, sendo que o oposto foi verificado para as alturas de inserção no caule do 3^o, 4^o, 5^o, 6^o, 7^o e 8^o cachos (Quadro 18). A altura de inserção dos cachos seguiu a mesma tendência observada para altura de plantas, apesar desta não ter sido influenciada pelos tratamentos; provavelmente, os fatores que influenciam a altura das plantas, também interferem na altura de inserção dos cachos.

Plantas nos tratamentos conduzidos dentro da estufa tiveram média de altura de inserção dos cachos superior aos tratamentos fora da estufa. Tal fato pode ser explicado, em parte, pela maior competição por luz que ocorre dentro da estufa, já que o material plástico utilizado na cobertura, o polietileno de baixa densidade (PEBD), retém, em média, 20 a 30 % da radiação solar (MARTIN e ROBLEDO, 1981). Competição por luz acarreta aumento da altura de planta, e conseqüentemente, a altura de inserção dos cachos, visto que cada cacho floral aparece normalmente, após o desenvolvimento de três folhas no caule (PAPADOPOULOS, 1991).

Quadro 18 – Altura (cm) de inserção no caule dos oito cachos do tomateiro, nos sistemas de produção (SP), experimento C

SP	Ordem dos cachos na planta							
	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	5 ^o	6 ^o	7 ^o	8 ^o
1	45	80	96 AB	114 A	125 AB	139 AB	153 A	170 AB
2	50	82	99 A	114 A	131 A	143 A	155 A	177 A
3	42	72	91 ABC	99 AB	122 AB	135 AB	148 AB	160 AB
4	43	79	95 AB	109 AB	123 AB	135 AB	150 AB	164 AB
5	41	70	86 ABC	96 AB	111 BC	123 AB	140 AB	159 AB
6	40	68	80 BC	92 B	104 C	123 AB	136 AB	147 B
7	37	64	77 C	92 B	103 C	117 B	130 B	146 B
CV (%)	11,24	12,10	8,22	9,03	5,95	7,53	5,87	6,32

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não expressam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman Keuls

O conhecimento da altura de inserção dos cachos na planta é importante para a definição da altura do tutor e na eficiência dos tratos fitossanitários, já que altura de inserção elevada implica em dificuldades de pulverizações, com aumento relativo de danos por traça, conforme verificado por CAMARGOS (1998), além dos riscos de intoxicação do trabalhador. Em todos os sistemas de produção, as alturas de inserção do 8^o cacho, último cacho deixado crescer nas duas hastes da planta, podem ser consideradas apropriadas para os tratos fitossanitários, mostrando adequação do sistema FITO (Tratamento 1) para esta característica agrônômica da planta.

4.3.3. Peso da matéria seca das folhas e caule

Houve efeito significativo dos sistemas de produção sobre o peso da matéria seca das folhas, determinado aos 122 dias após o transplante (Quadro 19), que variou entre 106,65 g (sistema 2) a 139,76 g (sistema 4). Valor de 100 g foi encontrado por FAYAD (1998), aos 120 dias após o

Quadro 19 – Peso da matéria seca (g planta⁻¹) das folhas, do caule e total do tomateiro, nos sistemas de produção, experimento C

Sistema de produção	Peso da matéria seca por planta		
	Folhas	Caule	Total
1 – FITO	124,22 AB	82,20	206,42
2 – Sistema A	106,65 B	80,25	186,90
3 – FITO 1	126,54 AB	87,43	213,97
4 – Testemunha / estufa	139,76 A	88,29	228,05
5 – Sistema C	114,54 AB	104,89	219,43
6 – Campo / gotejo	110,27 B	96,30	206,57
7 – Testemunha / campo	122,79 AB	90,89	213,68
CV (%)	10,60	12,58	9,55

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não expressam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman Keuls

transplante, para o peso da matéria seca das folhas na cultivar Santa Clara, conduzida no campo.

As plantas cultivadas dentro da estufa (sistemas 1, 2, 3 e 4), com exceção das plantas no sistema 2, tiveram a média do peso da matéria seca das folhas (130,17 g) aparentemente superior ao das plantas conduzidas nos tratamentos fora da estufa (115,86 g), nos sistemas 5, 6 e 7. Segundo PAPADOUPOULOS e PARARAJASINGHAM (1997) maior índice de área foliar, ocorre, geralmente, em

tomateiro cultivado em estufa.

Dos sistemas de produção dentro da estufa, as plantas conduzidas no solo (sistema 4) tiveram peso médio da matéria seca das folhas (139,76 g), aparentemente, superior ao das plantas conduzidas nos substratos (119,14 g, nos sistemas 1, 2 e 3), concordando com o trabalho de ANDRIOLO et al. (1997), para o mesmo híbrido Carmen. De acordo com ANDRIOLO et al. (1997), plantas cultivadas em substratos tendem a fixar maior proporção da matéria seca nos frutos sendo, portanto mais eficientes do ponto de vista do rendimento de frutos. A menor produção de matéria seca de folhas nas plantas conduzidas nos substratos, pode estar relacionada com a redução no transporte de substâncias de crescimento das raízes para a parte aérea, que geralmente ocorre em plantas crescidas em recipientes (RUFF et al., 1987).

Não houve efeito significativo dos sistemas de produção sobre o peso da matéria seca do caule (Quadro 19), que variou entre 80,25 (sistema 2) a 104,89 g (sistema 5). Os resultados estão de acordo com ANDRIOLO et al. (1997), que também não encontraram diferença significativa para peso da matéria seca do caule de plantas de tomate híbrido Carmen crescidas no solo e em substrato.

4.3.4. Teores de nutrientes na folha

Os teores de N-orgânico, N-NO₃, N-total Zn e Mn na matéria seca da folha (MSF) não foram influenciados pelos sistemas de produção (Quadro 20). ABAK e CELIKEL (1994), também, não encontraram diferença significativa no teor de N-total em folha de tomateiro plantado em diferentes

Quadro 20 – Teores de N-org, N-NO₃, N-total, P, K, Ca, Mg, S (dag kg⁻¹), Zn, Mn, Fe e Cu (mg kg⁻¹) na matéria seca da folha oposta ao terceiro cacho do tomateiro, nos sistemas de produção, experimento C.

Nutrientes	Sistemas de produção						
	1	2	3	4	5	6	7
N-org	4,84 A	5,39 A	4,72 A	5,06 A	4,90 A	4,79 A	5,38 A
N-NO ₃	0,31 A	0,17 A	0,22 A	0,27 A	0,14 A	0,20 A	0,17 A

N-total	5,15 A	5,56 A	4,94 A	5,34 A	5,05 A	4,99 A	5,56 A
P	0,42 C	0,31 D	0,44 C	0,54 B	0,70 A	0,74 A	0,77 A
K	4,87 A	4,77 AB	4,71 AB	4,96 A	4,18 B	4,31 AB	4,93 A
Ca	3,36 A	3,16 A	3,11 A	3,28 A	1,75 B	3,04 A	2,79 A
Mg	0,92 A	0,84 A	0,89 A	0,83 A	0,72 B	0,69 B	0,65 B
S	1,04 BCD	0,98 CD	1,20 AB	1,16 ABC	0,87 D	1,33 A	1,23 AB
Zn	26 A	25 A	25 A	27 A	29 A	23 A	27 A
Mn	207 A	258 A	191 A	229 A	186 A	162 A	181 A
Fe	209 A	183 AB	175 AB	136 B	151 AB	123 B	134 AB
Cu	795 AB	798 AB	758 AB	815 A	559 B	582 B	578 AB

Na linha, médias seguidas pela mesma letra não expressam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman Keuls

substratos e no solo. Os teores de N-orgânico na MSF das plantas, em todos os sistemas de produção, estavam acima de 3,9 dag kg⁻¹ encontrado por SAMPAIO (1996), de 3,71 dag kg⁻¹ encontrado por CAMARGOS (1998) e de 4,46 dag kg⁻¹ encontrado por LOURES et al. (1998); os teores de N-NO₃ ficaram abaixo de 1,8 dag kg⁻¹ encontrado por FONTES et al. (1995) e de 0,48 dag kg⁻¹ encontrado por CAMARGOS (1998). De modo oposto, os teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe e Cu na MSF foram influenciados pelos tratamentos (Quadro 20).

Comparando o sistema 1 (FITO) com o sistema 4 (Testemunha / Estufa), verificou-se diferença apenas quanto aos teores de Fe e P, não sendo verificadas diferenças nos teores dos demais nutrientes na folha. O maior teor de P na folha do tomateiro, verificado no tratamento 4, pode ser explicado, em parte, pela maior dose de P utilizada, associado à aplicação da dose total no sulco de plantio, no dia anterior ao transplante. Além disto, na data em que foi feita a avaliação dos nutrientes na folha (3 de abril), faltavam ainda nove aplicações de fósforo nas plantas do sistema 1 (FITO). O maior teor de Fe na folha do tomateiro verificado no sistema 1 (FITO) em relação ao sistema 4 (testemunha / estufa) pode ser explicado pela forma de fornecimento do nutriente em tal sistema, ou seja, a aplicação de Fe na forma de FeEDTA, via água de irrigação, no sistema 1 (FITO), pode ter propiciado maior disponibilidade deste elemento para as plantas, aumentando sua

absorção.

Em todos os sistemas de produção, os teores dos elementos analisados estão dentro ou pouco acima da faixa considerada adequada em folhas de tomateiro (RAIJ et al., 1997), exceção do teor de P nas plantas do sistema 2 que ficou pouco abaixo da faixa adequada, 0,4 - 0,8 dag kg⁻¹, indicada por RAIJ et al. (1997). Provavelmente, a concentração de P na solução e a frequência de fertirrigação utilizadas, associadas à baixa capacidade de retenção de ânions da areia podem não ter fornecido quantidade suficiente de P para suprir as necessidades da planta. O teor de Cu na planta, em todos os sistemas, ficaram bem acima da faixa adequada, 5 – 15 mg kg⁻¹, indicada por RAIJ et al. (1997), certamente devido às pulverizações semanais realizadas com fungicidas cúpricos. Os teores de Zn nas folhas, em todos os sistemas, ficaram pouco abaixo da faixa considerada adequada em folhas de tomateiro, de acordo com RAIJ et al. (1997).

4.3.5. Produção de frutos

4.3.5.1. Produção de frutos grande, médio e pequeno

Não houve efeito do sistema de produção sobre a produção de frutos grandes e pequenos, provavelmente, em razão dos altos coeficientes de variação, 66,99 e 27,45 %, respectivamente. Diferentemente, houve efeito dos tratamentos sobre a produção de frutos médios (Quadro 21). Em todos os sistemas predominou a produção de frutos médios, devido, talvez,

Quadro 21 – Produção de frutos de tomate grande, médio e pequeno (t ha⁻¹) nos sistemas de produção, experimento C

Sistemas de produção	Produção (t ha ⁻¹)		
	Grande	Médio	Pequeno
1 – FITO	8,96	81,43 A	14,39
2 – Sistema A	5,90	70,96 AB	19,89
3 – FITO 1	4,33	82,99 A	16,43

4 – Testemunha / estufa	7,02	82,42 A	14,01
5 – Sistema C	1,97	61,52 B	25,08
6 – Campo / gotejo	5,42	71,01 AB	18,03
7 – Testemunha / campo	4,18	66,18 AB	20,43
CV (%)	66,99	12,57	27,45

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não expressam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman Keuls

à característica genética da cultivar. As maiores produtividades de frutos médios, que representaram 79,12% da produção de frutos comerciais, foram obtidas nos sistemas 3, 4 e 1, com a média de 82,28 t ha⁻¹, sendo também os sistemas que propiciaram as maiores produções comerciais. A menor produção de frutos médios foi verificada no sistema 5 (61,52 t ha⁻¹), valor que representa 69,45 % da produção classificada. Esta classe de frutos fez a diferença na produção comercial.

Os valores do peso médio dos frutos, nas classes grande, médio e pequeno não foram influenciados pelos tratamentos (Quadro 22), estando próximos aos verificados por CAMARGOS (1998), para o híbrido Carmen, com a mesma densidade de plantas.

4.3.5.2. Produção de frutos comerciais

Houve efeito significativo dos sistemas sobre a produção comercial de frutos (Quadro 23). Considerando apenas os sistemas dentro da estufa

Quadro 22 – Peso médio de frutos (g) de tomate das classes grande, médio e pequeno, nos sistemas de produção, experimento C

Sistema de produção	Classe		
	Grande	Médio	Pequeno
1 – FITO	204,25	145,47	87,25

2 – Sistema A	215,75	137,50	86,50
3 – FITO 1	206,66	147,32	90,00
4 – Testemunha / estufa	200,75	140,50	86,50
5 – Sistema C	229,50	140,00	96,25
6 – Campo / gotejo	232,75	146,00	90,50
7 – Testemunha / campo	213,50	143,75	89,25
CV (%)	56,2	19,9	13,4

Quadro 23– Produção comercial de frutos de tomateiro (t ha⁻¹) nos sistemas de produção, experimento C

Sistema de produção	Produção comercial	
1 – FITO	104,79	A
2 – Sistema A	96,82	AB
3 – FITO 1	103,76	A
4 – Testemunha / estufa	103,46	A
5 – Sistema C	88,58	B
6 – Campo / gotejo	94,47	B
7 – Testemunha / campo	90,80	B
CV (%)	5,19	

Médias seguidas pela mesma letra não expressam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman Keuls

(1, 2, 3 e 4), observou-se produção comercial maior nos sistemas 1, 3 e 4, sem contudo diferenciarem da produção comercial obtida no sistema 2. As plantas nesse sistema, conduzidas em areia pura, apresentaram a maior altura média, com o menor peso de matéria seca das folhas e caule, o que comprova certo estiolamento,

observado visualmente, durante a condução do experimento. Este fato pode ser a causa de maior produção de frutos com diâmetro menor que 50 mm, considerados não comerciais, refletindo na produção comercial.

Os sistemas dentro da estufa (1, 2, 3 e 4), com exceção do sistema 2, propiciaram produtividades comerciais superiores aos sistemas fora da estufa (5, 6 e 7), mostrando o efeito positivo da mesma. Os resultados estão de acordo com REBELO et al. (1994) que verificaram em cultivo protegido maior produção de frutos comerciáveis de tomate e menor incidência de infecções nos frutos, quando comparado com o cultivo fora da estufa. REIS et al. (1991), estudando a influência de parâmetros agrometeorológicos sobre a produção de nove genótipos de tomate plantados dentro e fora de estufa plástica, também verificaram que as maiores produções comerciais foram obtidas no cultivo protegido.

A maior produção de frutos comerciáveis nos sistemas dentro da estufa se deveu, principalmente, à menor incidência de *Phytophthora infestans* (causador da mela do tomateiro), que levou a maior produção de frutos desclassificados nos sistemas fora da estufa.

O sistema 1 (FITO) não diferiu do sistema 4 (Testemunha / estufa), ratificando as observações de BLANC (1987) que os benefícios do cultivo em substratos, em relação ao solo, sobre a produtividade, são sobretudo indiretos, pela menor incidência de certas pragas e doenças, e manejo mais aprimorado da cultura. O sistema FITO pode ser adotado em locais onde exista incerteza sobre os níveis de patógenos e de sais no solo, que podem restringir a produtividade do tomateiro no solo, dentro de estufas.

Comparando a produção comercial obtida no sistema 1 (FITO) com aquela no sistema 3 (FITO 1), verificou-se a viabilidade de fornecer Ca, S, P (contidos no superfosfato simples), Mg e S (contidos no sulfato de magnésio) e micronutrientes, antes do plantio ao invés de serem fornecidos via água de irrigação, o que simplifica o sistema.

O sistema 5 (sistema C), que é o cultivo em saco plástico contendo substrato formado pela mistura de composto : areia, utilizado fora da estufa, mostrou-se viável tecnicamente, pois a produção de frutos comerciáveis foi semelhante à obtida no sistema 7 (testemunha / campo). Entretanto, o sistema 5 (sistema C) propiciou

menor produção comercial que o sistema 1 (FITO), o que pode ser atribuído, além da maior incidência de “mela”, à falta de controle da água proveniente das chuvas. A falta de controle da quantidade de água, em condições de sistema radicular confinado, pode ter reduzido o oxigênio do substrato a níveis insuficientes, por certo período de tempo, principalmente, no início do ciclo, quando a área superficial dos sacos plásticos estava exposta às condições ambientais e; com o crescimento da planta, a folhagem talvez tenha funcionado como “guarda chuva”.

Comparando os sistemas 4 e 6, verificou-se que a combinação de tutoramento vertical das plantas com o uso da estufa propiciou produção comercial superior à combinação de tutoramento em cerca cruzada e campo. Além do efeito positivo da estufa, o tutoramento vertical das plantas, ao facilitar as pulverizações e permitir maior ventilação da cultura (FONTES e NAZAR, 1985), pode ter contribuído para menor incidência de *Phytophthora infestans* ocorrido no sistema 4. ALTOÉ (1995), estudando sistemas de condução em cerca cruzada e vertical, combinado com programas de pulverizações, obteve melhor resultado na produção de frutos de tomate, com menor incidência de *Phytophthora infestans*, no sistema de condução com tutoramento vertical que no de cerca cruzada. Já BOFF et al. (1992) comparando o sistema de condução do tomateiro vertical com o tradicional, no campo, verificaram produção comercializável de frutos 30,6 % maior no sistema tradicional. Este propiciou menor incidência de pinta-preta, embora a incidência de mancha-de-estênfilio tenha sido maior.

O sistema 6, onde foi usado a irrigação por gotejamento associada à aplicação do N e K via água, não diferenciou do sistema 7, método tradicional de produção no campo, sendo que a produção e o peso médio de frutos grande, médio e pequeno foram praticamente iguais nos dois sistemas (Quadro 22 e 23), indicando a possibilidade técnica do sistema 6.

4.3.5.3. Produção de frutos não comerciais

Houve efeito do sistema de produção sobre a produção de frutos não comerciais (Quadro 24). Os sistemas fora da estufa (5, 6 e 7) apresentaram maior produção de frutos não comerciais, com média de 8,92 t ha⁻¹, sendo que a maior

causa da desclassificação dos frutos, nestes sistemas, foi a ocorrência de frutos danificados pela “mela” (*Phytophthora infestans*), seguido pela produção de frutos com diâmetro inferior a 50 mm.

Os sistemas conduzidos dentro da estufa (1, 2, 3 e 4) propiciaram a média de 0,70 t ha⁻¹, sendo o diâmetro inferior a 50 mm a principal causa da desclassificação. Os resultados estão de acordo com MARTINS (1991) e REBELO et al. (1994), que observaram menor incidência de doenças em frutos de tomateiro conduzido em estufa, comparado ao conduzido fora da estufa.

Os sistemas com as aparentes menores médias de frutos não comerciais foram o 1 e o 3, conduzidos em substrato, dentro da estufa. De acordo com BLANC (1987), a menor incidência de certas pragas e doenças,

Quadro 24 – Produção não-comercial de frutos de tomateiro (t ha⁻¹) nos sistemas de produção, experimento C

Sistema de produção	Produção não-comercial
1 – FITO	0,67 B
2 – Sistema A	1,14 B
3 – FITO 1	0,17 B
4 – Testemunha / estufa	0,84 B
5 – Sistema C	8,89 A
6 – Campo / gotejo	9,30 A
7 – Testemunha / campo	8,58 A
CV (%)	52,38

Médias seguidas pela mesma letra não expressam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman Keuls

e manejo mais aprimorado da cultura, são via de regra, os principais benefícios do cultivo de tomate em substrato, dentro de estufa.

4.3.5.4. Produção total de frutos

Não houve efeito significativo dos sistemas de produção sobre a produção total de frutos (Quadro 25). Os resultados concordam com ANDRIOLO et al. (1997) que compararam a produção total de frutos do híbrido Carmen, em substrato e solo, dentro de estufa, não observando diferenças significativas entre os tratamentos. Entretanto, GUL e SEVGICAN (1992) observaram incremento significativo de 45,3 e 28,8 % na produção total e no número de frutos de tomate por planta, respectivamente, do cv Dario F1, cultivado em substrato formado por turfa + areia (1:1), em relação ao cultivo no solo, dentro da estufa.

Dentro da estufa, foi verificado o incremento de apenas 1,11 % na produção total de frutos obtida no sistema 1 (FITO) em relação ao sistema 4 (testemunha / estufa). Há de ser levado em consideração, o desbaste dos frutos que foi realizado, deixando-se seis frutos por cacho. No trabalho de GUL e SEVGICAN (1992), o desbaste não foi realizado, tendo sido obtido incremento significativo de 28,8 % no número de frutos por planta no cultivo em substrato em relação ao solo. ALAN et al. (1994), verificaram diferenças

Quadro 25 – Produção total de frutos de tomateiro ($t\ ha^{-1}$) nos sistemas de produção, experimento C

Sistema de produção	Produção total
1 – FITO	105,45
2 – Sistema A	97,89
3 – FITO 1	103,92
4 – Testemunha / estufa	104,29
5 – Sistema C	97,46
6 – Campo / gotejo	103,76
7 – Testemunha / campo	99,38
CV (%)	5,09

Médias seguidas pela mesma letra não expressam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman Keuls significativas na produção total de frutos de tomateiro em substrato, em relação ao solo, sem desbaste dos frutos, obtendo número de frutos por planta superior no cultivo em substrato.

Considerando a produção total de frutos obtida, o sistema 2, cultivo em areia com fertirrigação, em estufa, pode ser considerado promissor, já que se trata de substrato de baixo custo, necessitando, talvez, de adequações no manejo da água e de nutrientes.

Os valores de produção total verificados nos sistemas dentro da estufa (sistemas 1, 2, 3 e 4) são próximos ao encontrado por CAMARGOS (1998), para o híbrido Carmen, com a mesma densidade de plantas, cultivado no solo em estufa e superiores à produção total de 60 t ha⁻¹ obtida por MARTINEZ e ABAD (1992), com o híbrido Lorena, cultivado em diversos substratos, em estufa.

Nos sistemas de produção fora da estufa (sistemas 5, 6 e 7), os valores de produção total obtidos são superiores aos verificados por GUIMARÃES (1998), em época quente e chuvosa do ano, com o híbrido Débora Plus, 76,9 e 62,9 t ha⁻¹, com fertirrigação por gotejamento e adubação convencional, respectivamente.

Diversos autores mostraram incrementos significativos da produção total de frutos de tomateiro conduzido em ambientes protegidos em relação aqueles crescidos fora de estufa (HORINO et al., 1987; HORINO e PESSOA, 1989; REIS et al., 1991). No presente trabalho, não foi observada diferença tão marcante, 4,97 % de incremento do sistema 4, tradicional na estufa, em relação ao sistema 7, tradicional no campo. Isto pode ser explicado, em parte, pelo término da cultura, nos dois ambientes, na mesma data, e pela ausência de condições desfavoráveis à produção, no ambiente fora da estufa, como excesso de chuva, queda brusca de temperatura, alta infestação de doenças, dentre outros. Talvez, o desbaste dos frutos em cada cacho, prática recomendada para o cultivo do híbrido Carmen, em estufa, possa ter igualado a produção total nos dois ambientes e nos diversos sistemas de produção.

Os sistemas de produção 1 (FITO), 2 (Sistema A) e 3 (FITO 1) mostraram-se tão eficientes na produção total de frutos quanto aos sistemas tradicionais de produção no solo, dentro (sistema 4) e fora da estufa (sistema 7).

4.3.5.5. Produção ponderada de frutos

Houve efeito dos sistemas sobre a produção ponderada, sinônimo de produção com base nos frutos grandes (Quadro 26). Os resultados foram semelhantes aos obtidos para produção comercial. O sistema 1 (FITO) apresentou a maior e o sistema 5 (Sistema C), a menor produção ponderada. CAMARGOS et al. (2000) encontraram produção ponderada de 86,73 t ha⁻¹, com o híbrido Carmen, conduzido no solo, dentro de estufa, valor próximo aos verificados nos sistemas dentro da estufa no presente trabalho.

A produção ponderada, ao transformar as classes grande, médio e pequeno em unicamente grande, possibilita melhor avaliação dos resultados de produção, visto que fornece indicação do seu possível valor econômico. Para tal variável, os sistemas em que as plantas foram conduzidas dentro da estufa (1, 2, 3 e 4), exceto o sistema 2, foram superiores aqueles com a

Quadro 26 – Produção ponderada de frutos de tomateiro nos sistemas de produção, experimento C

Sistema de produção	Produção ponderada (t ha ⁻¹)
1 – FITO	94,71 A
2 – Sistema A	82,89 AB
3 – FITO 1	92,25 A
4 – Testemunha / estufa	93,65 A
5 – Sistema C	71,02 B
6 – Campo / gotejo	81,85 AB
7 – Testemunha / campo	76,50 B
CV (%)	9,58

Médias seguidas pela mesma letra não expressam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman Keuls condução das plantas fora da estufa (5, 6 e 7). Isto significa que os sistemas 1, 3 e 4 produziram maior quantidade de frutos com melhor valor comercial, que forneceriam assim, maiores retornos econômicos.

Comparando os tratamentos dentro da estufa (1, 2, 3 e 4), a produção

ponderada de frutos por planta nos sistemas 1 e 3 não diferiu da produção das plantas cultivadas no solo (sistema 4). Considerando os gastos elevados para a desinfecção do solo ou mudança de área, em locais sabidamente contaminados por patógenos e/ou com altos níveis de salinidade, a produção em substrato, além de ser alternativa tecnicamente viável, pode ser, também, econômica. A produção ponderada ou de frutos grandes obtida no sistema 3 (FITO 1) foi 2.460 kg ha⁻¹ menor do que no sistema 1 (FITO), apesar de não diferirem significativamente, tornando tal sistema possível de ser utilizado, devido a maior simplicidade de operacionalização do sistema FITO 1.

4.3.5.6. Produção por dia de permanência da cultura no campo

Houve efeito do sistema de produção sobre a produção comercial e ponderada por dia de permanência da cultura no campo (Quadro 27), ocorrendo o inverso com a produção total por dia de permanência (Quadro 27). Para FONTES (1997), expressar a produção de frutos de tomate por área e por tempo de permanência da cultura no campo possibilita comparação mais adequada dos resultados de pesquisa, pois, tem-se noção de eficiência, não apenas por unidade de área, mas também por unidade de área e tempo.

Considerando a produção total por dia de permanência, todos os sistemas comportaram-se de modo semelhante. Porém, considerando as produções comercial e ponderada, os sistemas 1 (FITO), 3 (FITO 1) e 4 (Testemunha/ estufa) foram maiores do que as dos sistemas 5, 6 e 7, o que pode ser atribuído, em parte, como já foi discutido em relação à produção comercial de frutos, ao efeito positivo da estufa na redução da incidência de frutos com “mela”, obtendo-se assim maior produção de frutos grandes e médios, que representaram, aproximadamente, 80 % da produção comercial, sendo também os que recebem maior peso na ponderação.

Quadro 27 – Produção total, comercial e ponderada por dia de permanência da cultura no campo (kg ha⁻¹ dia⁻¹) nos sistemas de produção de tomate, experimento C

Sistema de Produção

Produção

	Total	Comercial	Ponderada
1 – FITO	857 A	851 A	770 A
2 – Sistema A	796 A	787 AB	673 AB
3 – FITO 1	845 A	843 A	750 A
4 – Testemunha / estufa	848 A	841 A	761 A
5 – Sistema C	792 A	720 B	577 B
6 – Campo / gotejo	843 A	768 B	665 AB
7 – Testemunha / campo	808 A	738 B	621 B
CV (%)	5,09	5,19	9,58

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não expressam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman Keuls

A maior produtividade comercial, 851 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (Quadro 18), no sistema de produção 1 (FITO), ficou abaixo do verificado por LOURES (1997), 982 kg ha⁻¹ dia⁻¹, com a cv Santa Clara, em período de maio a setembro, no ciclo de 165 dias, em sacos plásticos contendo substrato formado pela mistura de dejetos de suíno + substrato comercial + solo; também ficou abaixo da produtividade verificada por PAPADOPOULOS e HAO (1997), que obtiveram, em estufa coberta com dupla camada de polietileno, controle de umidade e ventilação, enriquecimento de CO₂, lâde-rocha no substrato, e fertirrigação, 1.202 kg ha⁻¹ dia⁻¹.

Considerando o sistema de produção 4 (testemunha / estufa), a produtividade comercial de 841 kg ha⁻¹ dia⁻¹ ficou acima da verificada por CAMARGOS (1998), 682 kg ha⁻¹ dia⁻¹, com o mesmo híbrido Carmen; também, ficou acima daquela verificada por VOOREN et al. (1986), 700 kg ha⁻¹ dia⁻¹, em cultivo em estufa, no solo e abaixo da obtida por FONTES et al. (1997), 1.169 kg ha⁻¹ dia⁻¹, em cultivo protegido no solo, com o cv Sunny, de crescimento determinado, em densidade maior de plantas. Se o período tivesse sido prolongado por mais alguns dias, levando a planta a produzir mais dois ou três cachos ou se tivesse sido utilizado maior densidade de plantas, talvez a produtividade por dia de permanência da cultura tivesse sido maior, como foi obtido no experimento A (1.153

kg ha⁻¹ dia⁻¹), do presente trabalho, com ciclo de 158 dias e densidade de 3,33 plantas m⁻².

4.3.6. Qualidade dos frutos

Os sistemas de produção não interferiram na qualidade dos frutos, representada pelo pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais e vitamina C (Quadro 28). Os valores de pH encontrados estão abaixo do limite de 4,50 estabelecido para separar frutos ácidos de não ácidos, conforme afirmação de GOULD (1974). Em frutos de tomate destinados ao processamento industrial, o pH abaixo deste valor é importante, principalmente para diminuir riscos de danos por *Bacillus coagulans*. Os resultados concordam com aqueles de GUL e SEVGICAN (1992) que não encontraram diferenças significativas nos valores de pH dos frutos de tomate cv Dario F1 produzidos em casa de vegetação, em diferentes substratos e no solo, sendo que os valores de pH variaram de 4,03 a 4,11. CAMARGOS (1998) encontrou valor

Quadro 28 – Valores de pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST) e vitamina C (VC) na matéria fresca dos frutos de tomateiro nos sistemas de produção (SP), experimento C

SP	pH	AT (% ác. cítrico)	SST (dag kg ⁻¹)	VC (mg vitamina C %)
1 – FITO	4,00	0,45	5,00	5,45
2 – Sistema A	4,01	0,45	4,60	5,25
3 – FITO 1	3,92	0,46	4,95	5,00
4 – Testemunha / estufa	3,97	0,46	4,95	4,80
5 – Sistema C	4,05	0,47	4,70	5,22
6 – Campo / gotejo	4,08	0,49	4,77	5,20
7 – Testemunha / campo	3,94	0,47	4,77	5,65
CV (%)	2,27	5,04	6,41	14,26

médio de pH igual a 4,38 em frutos do híbrido Carmen, cultivado no solo, em estufa. ALAN et al. (1994) verificaram valores de pH pouco mais elevados (4,50) em frutos

de tomate cv Kyndia F1, plantados em sacos plásticos, utilizando solo, perlita, turfa, areia e pedra-pomes como substratos. JONES (1999) cita que a faixa de pH para frutos de tomate, geralmente se situa entre 4,0 e 4,5.

Os valores médios da concentração de ácido cítrico (Quadro 28) estão abaixo dos verificados por CAMARGOS (1998), porém, estão acima de 0,32%, valor considerado mínimo para frutos de tomate de alta qualidade (KADER et al., 1978). Para STEVENS et al. (1979), os principais fatores que influenciam o sabor do fruto de tomate são os açúcares e os ácidos. O sabor dos frutos pode ser avaliado por meio de painéis de avaliação sensorial, onde indivíduos são selecionados e treinados para discriminar entre pequenas variações nas características sensoriais (doce, salgado, ácido e amargo). HOBSON e BEDFORD (1988) verificaram que os consumidores preferem frutos com taxa balanceada de açúcares / ácidos. A concentração de ácido cítrico em frutos do tomateiro é importante também no processamento dos frutos, devendo ser suficientemente elevada, afim de se obter pH de polpa menor que 4,4, evitando-se problemas com organismos termofílicos.

A acidez titulável, representada pela concentração de ácido cítrico, encontradas no presente trabalho, foram semelhante à observada por GUL e SEVGICAN (1992), ABAK e CELIKEL (1994) e LACATUS et al. (1995), que também não encontraram diferenças significativas para acidez titulável nos frutos de tomate produzidos nos diversos substratos de crescimento e solo. Já ALAN et al. (1994) encontraram diferenças significativas nos teores de ácido cítrico de frutos de tomate produzidos em diferentes substratos, incluindo o solo.

Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas, os frutos provenientes das plantas nos sistemas 1 (FITO), 3 (FITO 1) e 4 (Testemunha / estufa) apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis totais (Quadro 28), estando os valores dentro da faixa recomendada para frutos destinados ao processamento. Padrões de qualidade para a polpa e pasta de tomate são definidos em termos de conteúdo de sólidos solúveis e insolúveis. A fração solúvel é composta por açúcares livres e ácidos orgânicos que são determinantes do sabor desse fruto. A fração insolúvel, que são as proteínas, pectinas, celulose, e polissacarídeos, contribui para a viscosidade dos produtos processados de tomate

(TIGCHELAAR, 1986).

Os resultados obtidos para os teores de sólidos solúveis concordam com GUL e SEVGICAN (1992) que também não verificaram diferenças significativas para tal característica em frutos de plantas plantadas em substrato e no solo. ABAK e CELIKEL (1994), trabalhando com os substratos turfa, composto orgânico, lã de rocha, lava vulcânica e solo, como controle, não encontrou efeitos significativos dos meios de crescimento sobre o teor de sólidos solúveis totais, sendo o maior valor, 5,01, obtido em plantas no solo e em lava vulcânica. Resultados semelhantes foram observados também por ALAN et al. (1994) cultivando tomate em diversos substratos. SAMPAIO (1996) verificou teores de sólidos solúveis em torno de 5,19 dag kg⁻¹, na cultivar Santa Clara. CAMARGOS (1998), com o híbrido Carmem, obteve valores médios de sólidos solúveis de 4,45 dag kg⁻¹.

Os valores de vitamina C na matéria fresca dos frutos não foram afetados pelos tratamentos (Quadro 28) e estão de acordo com os verificados por DO RÊGO (1997), em frutos de tomate cv Santa Clara e abaixo dos valores obtidos por ABAK e CELIKEL (1994), ALAN et al. (1994), GUL e CEVGICAN (1994) e da faixa de 10 a 120 mg 100 g MF⁻¹, considerada normal para frutos de tomateiro. Plantas do gênero *Lycopersicon*, normalmente, apresentam teores de vitamina C nesta faixa, sendo consideradas promissoras para atenderem as necessidades diárias de consumo de vitamina C por pessoa (ROCK et al., 1992). Os teores de vitamina C nos frutos do presente experimento foram, relativamente, baixos, devido, talvez, a exposição da polpa ao ar, durante a operação de extração. Tal procedimento, de acordo com Kohman, citado por CRUESS (1973), acarreta perdas de vitamina C por oxidação da mesma pelo oxigênio presente no tecido do fruto.

O sistema FITO proposto propiciou a obtenção de frutos com a mesma qualidade daqueles produzidos pelos métodos tradicionais de cultivo do tomateiro, em estufa e no campo.

5 – RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos três experimentos: o primeiro (A), durante o período de (05/04/99 a 03/10/99) e outros dois (B e C), em 24/01/00 a 15/06/00, na Horta de

Pesquisa da UFV, com o híbrido Carmen. Objetivou-se desenvolver uma mistura contendo apropriadas quantidades de areia e composto orgânico e determinar o menor volume da mistura a ser usada por planta para compor o sistema denominado FITO, para a produção do tomateiro em saco plástico, em ambiente protegido. Objetivou-se também estabelecer a dose ótima de P a ser aplicada, via gotejamento, no substrato componente do sistema FITO e comparar a produtividade, a qualidade de frutos e o estado nutricional do tomateiro no sistema FITO com outros sistemas de produção.

No experimento A, os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro volumes de substrato (3, 6, 9 e 12 dm³) e quatro proporções de composto : areia (25:75, 50:50, 75:25 e 100:0 %, v/v), colocadas em sacos plásticos. A parcela foi composta de cinco sacos plásticos de 18, 22 e 30 cm de altura, largura e comprimento, respectivamente, colocados no chão da estufa, em linhas distantes 1 m uma da outra. O tomateiro foi transplantado em cada saco plástico, no espaçamento de 0,30 m entre plantas, conduzido com uma haste, até o sétimo cacho, sendo tutorado verticalmente, com bambu. A irrigação por gotejamento foi feita diariamente, sendo os nutrientes fornecidos à cultura por meio da água de irrigação, uma vez por semana.

No experimento B, utilizou-se sacos plásticos contendo 9 dm³ de substrato formado pela mistura composto : areia, na proporção de 25 % (v/v). Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de fósforo, 0, 75, 150, 300 e 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅, aplicadas semanalmente, via água de irrigação, juntamente com os demais nutrientes. O tomateiro foi conduzido com duas hastes, até o oitavo cacho, sendo tutorado verticalmente com bambu.

No experimento C, os tratamentos constaram de sete “sistemas de produção”: 1 – sistema FITO, conduzido na estufa, em saco plástico, com 9 dm³ de substrato por planta, contendo 25% de composto e 75% de areia, sendo que todos os nutrientes foram colocados via água de irrigação (TNVAI); 2 – sistema A, conduzido na estufa, em saco plástico com areia, TNVAI; 3 – sistema FITO 1, conduzido na estufa, em saco plástico com composto + areia, N e K via água de irrigação e demais nutrientes no plantio (DNP); 4 – estufa, plantio no solo, no modo tradicional, N e K via água de irrigação e DNP; 5 – sistema C, conduzido no campo,

plantio em saco plástico com composto + areia, com TNVAI; 6 – campo, plantio no solo, N e K via água de irrigação e DNP; 7 – campo, plantio no solo, no modo tradicional, N e K aplicados ao lado da planta, manualmente e DNP. As demais práticas culturais foram iguais para todos os tratamentos, sendo que o tomateiro foi transplantado no espaçamento de 0,1 x 0,6 m e conduzido com duas hastes até o oitavo cacho, havendo desbaste de frutos, sendo deixado seis frutos por cacho. Nos três experimentos, os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, em quatro repetições.

Em todos os experimentos as características avaliadas foram: altura da planta, peso da matéria seca das folhas, teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu e B da matéria seca da folha oposta ao terceiro cacho e produções classificadas (frutos grande, médio e pequeno), comercial, não comercial e total de frutos. No experimento C, além das características enumeradas foram determinadas a altura de inserção dos cachos, os teores de NNO_3 na matéria seca da folha oposta ao terceiro cacho, produções por dia de permanência da cultura no campo e ponderada de frutos além da qualidade dos frutos (pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais e vitamina C).

As principais conclusões estão enumeradas nos parágrafos subseqüentes.

EXPERIMENTO A

Os teores de K, S, Fe, Mn, Zn e B na matéria seca da folha não foram influenciados pelos volume de substrato e proporção composto : areia e nem pela interação entre eles; os de N e Ca não foram influenciados nem pelo volume de substrato e nem pela proporção composto : areia, sendo influenciados pela interação entre eles; os de P e Mg foram influenciados pelo volume de substrato e proporção composto : areia, não sendo influenciados pela interação entre eles e o teor de Cu foi influenciado pelo volume de substrato e interação entre volume de substrato e proporção composto : areia, não sendo influenciado pela proporção composto : areia.

As maiores produções comercial e total de frutos, 5466 e 5863 g planta⁻¹, respectivamente, foram obtidas com o volume de substrato de 12 dm³, não sendo influenciadas pelas proporção composto : areia e interação entre os tratamentos.

A utilização do volume de 9 dm³ proporcionou 96 % da maior produção comercial de frutos. Considerando a redução de 25 % no volume utilizado, conclui-se que o volume de 9 dm³ com o substrato formado de 25 : 75 % de composto : areia pode ser utilizado.

EXPERIMENTO B

A altura das plantas não foi influenciada pelas doses de fósforo e o máximo peso da matéria seca das folhas, 140,7 g planta⁻¹, foi obtido com a dose de P₂O₅ de 186,95 kg ha⁻¹.

Os teores de N-org, NNO₃, N-total, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn e Cu na matéria seca da folha não foram influenciados pelas doses de fósforo e o teor de P na folha elevou-se até a dose de 256,73 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

As máximas produções comercial e total de frutos, 6163 e 6180 g planta⁻¹, respectivamente, foram obtidas com as doses de 161,56 e 160,57 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

EXPERIMENTO C

Não houve efeito significativo dos sistemas de produção sobre a altura da planta, peso da matéria seca do caule, teores de N-org, NNO₃, N-total e Mn na matéria seca da folha, produção de frutos grandes e pequenos, produção total e qualidade dos frutos.

Os sistemas de produção influenciaram o peso da matéria seca das folhas, os teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn e Cu na matéria seca da folha, as produções de frutos médios, comercial e não-comercial além da produção de frutos por dia de permanência da cultura no campo e da produção ponderada de frutos.

Os sistemas de produção dentro da estufa, 1 (FITO), 3 (FITO 1) e 4 (Testemunha / estufa), foram superiores aos sistemas fora da estufa, 5 (Sistema C), 6 (Campo / gotejo) e 7 (Testemunha / campo) quanto às produções comercial e ponderada de frutos por dia de permanência da cultura no campo.

As maiores produções comercial (104,79 t ha⁻¹) e ponderada (94,71 t ha⁻¹) de frutos foram obtidas no sistema 1 (FITO), não sendo diferentes daquelas alcançadas nos sistemas 3 (FITO 1) e 4 (Testemunha / estufa).

A aplicação dos fertilizantes contendo P, Ca, Mg, S e micronutrientes foi mais simples de operacionalizar no sistema 3 (FITO 1) que no sistema 1 (FITO).

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAK, K.; CELIKEL, G. Comparison of dome Turkish originated organic and inorganic substrates for tomato soilless culture. **Acta Horticulturae**, n. 366, p. 423 - 427, 1994.

ADAMS, P. Some effects of the environment on the nutrition of greenhouse tomatoes. **Acta Horticulturae**, n. 366, p. 405-416, 1994.

ALAN, R.; ZULKADIR, A.; PADEM, H. The influence of growing media on growth, yield and quality of tomato grown under greenhouse conditions. **Acta Horticulturae**, n. 366, p. 429-435, 1994.

ALTOÉ, G.M. **Programas de pulverização em diferentes sistemas de condução do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) visando ao controle da requeima (*Phytophthora infestans* – Mont./De Bary) e da pinta preta (*Alternaria solani* Ellis e Martin / Jones e Gront)**. Viçosa, MG: UFV, 1995, 70 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 28 - 32, 1997.

ANDRIOLO, J.L.; POERSCHKE, P.R. **Cultivo do tomateiro em substratos**. Santa Maria-RS: UFSM/SAA-EMATER, 1997. 12 p. (Informe técnico nº 2).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C.- **Official methods of analysis**. 12 ed. Washington, D.C., 1975. 1094p.

BAEVRE, O.A.; GUTTORMSEN, G. Reuse of peat bags for tomatoes and cucumbers. **Plant Soil**, n. 77, p. 207 -214, 1984.

BAR-TAL, A.; FEIGIN, A.; SHEINFELD, S.; ROSENBERG, R.; STERNBAUM, B. RYLSKI, I.; PRESSMAN, E. Root restriction and N-NO₃ solution concentration effects on nutrient uptake, transpiration and dry matter production of tomato. **Scientia Horticulturae**, v. 63, p. 195 – 208, 1995.

BAR-TAL, A.; PRESSMAN, E. Root restriction and potassium and calcium solution concentrations affect dry-matter production, cation uptake, and blossom-end rot in greenhouse tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 121, n. 4, p. 649- 655, 1996.

BAR-YOSEF, B.; IMAS, P. Phosphorus fertigation and growth substrate effects on dry matter production and nutrient contents in greenhouse tomatoes. **Acta Horticulturae**, n. 401, p. 337-346, 1995.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 1986. 488 p.

BLANC, D. Les substrats. In: BLANC, M. (Ed.). **Les cultures hors sol**. Paris: INRA, 1987. p. 9 – 13.

- BOFF, P.; FONTES, P.C.R.; DO VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. Controle da mancha-de-estenfilio e da pita-preta do tomateiro em função do sistema de condução. **Horticultura Brasileira**, v. 10, n.1, p. 25 – 27, 1992.
- BOLAND, A.M.; JERIE, P.H.; MITCHELL, P.D.; GOODWIN, I. Long-term effects of restricted root volume and regulated deficit irrigation on peach: II. Productivity and water use. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 125, n. 1, p. 143 - 148, 2000.
- BRAGA, J.M.; DEFILIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, v. 21, n. 112, p. 73-85, 1974.
- BUGBEE, G.J. Growth of rudbekia and leaching of nitrates in potting media amended with composted coffee processing residue, municipal solid waste and sewage sludge. **Compost Science & Utilization**, v. 2, n. 1, p. 72-79, 1994.
- BUNT, A.C. **Media and mixes for container-grown-plants**. 2nd ed. London: Unwin Hyman Ltd., 1988.
- BURGER, D.W.; PAUL, J.L. Soil moisture measurements in containers with solid-state, electronic tensiometers. **HortScience**, v. 22, p. 309 -310, 1987.
- CADAHIA, C.; SARRO, M.J.; PENALOSA, J.M.; CARPENA, R.O.; ZORNOZA, P. Efecto de distintas concentraciones de nitrato sobre el crecimiento y la composición química de plantas de tomate cultivadas en hidroponía. **Anales de Edafología y Agrobiología**, v. 45, p. 1033– 1048, 1986.
- CALABRETTA, C.; NUCIFORA, M. T.; FERRO, B.; NATALE, V.di. New techniques for the cultivation and defence of tomato crops in cold greenhouses in the area Ragusa (Sicily). **Acta Horticulturae**, n. 361, p. 530-544, 1994.
- CAMARGOS, M.I.de. **Produção e qualidade dos frutos do tomateiro cultivado em estufa, em função do espaçamento e do número de cachos por planta**. Viçosa, MG: UFV, 1998, 70 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- CAMARGOS, M.I.de; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; CARNICELLI, F.H. de. A. Produção de tomate longa vida em estufa, influenciado por espaçamento e número de cachos por planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40, 2000, **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 563– 564, 2000.
- CARMI, A. Effect of root zone volume and plant density on the vegetative and reproductive development of cotton. **Field Crops Research**, v. 13, p. 25 – 32, 1986.
- CARMI, A.; HEUER, B. The role of roots in control of bean shoot growth. **Annals of Botany**, v. 48, n.6, p. 519 527, 1981.

- CARMI, A.; SHALHEVET. Root effects on cotton growth and yield. **Crop Science**, v. 23, p. 875 - 878, 1983.
- CERDA, A.; BINGHAM, F.T.; LABANAUSKAS, C.K. Blossom-end rot of tomato fruit as influenced by osmotic potential and phosphorous concentrations of nutrient solution media. **Journal of Horticultural Science**, v. 104, n. 2, p. 236 - 239, 1979.
- CHEN, Y.; IMBAR, Y.; HADAR, Y. Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. **Soil Science**, v. 145, p. 298-303, 1988.
- CHENG, B.T. Sawdust as a greenhouse growing medium. **Journal of Plant Nutrition**, v. 10, p. 1437 - 1446, 1987.
- COCKSHULL, K.E.; HO, L.C. Regulation of tomato fruit size by plant density and truss thinning. **Journal of Horticultural Science**, v. 70, n. 3, p. 395 - 407, 1995.
- CRUESS, W.V. Produtos de tomate. In: Produtos industriais de frutos e hortaliças. São Paulo: Edgar Blucher, 1973, v. 2, p. 472 – 519.
- DAWKINS, T.C.K.; ROBERTS, J.A.; BRERETON, J.C. Mechanical impedance and root growth – the role of endogenous ethylene. **British Plant Growth Regulation Group**, v. 10, p. 55 – 71, 1983.
- DEROUIN, N.; CARON, J.E.; PARENT, L.E. Influence of some artificial substrates on productivity and DRIS diagnosis of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum* L. Mill., cv “Vedettos”). **Acta Horticulturae**, n. 221, p. 45 -52, 1988.
- DO REGO, E.R. **Herança da cor e caracterização de frutos de tomate mutante amarelo, normal, F1 e F2**. Viçosa, MG: UFV, 1997, 66p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- DOYLE, J.J.; MACLEAN, A.A. The effects of soil aggregate size on availability of oxygen and on growth of tomatoes. **Canadian Journal Soil Science**, v. 38, p. 143 –146, 1988.
- DUPLANIC, M.C.; RODRIGUEZ, E.M. Economic evaluation of tomato in soilless culture compared with culture in soil. **Proceedings of the 9th International Congress on Soilless Culture**, 1996.
- EHRET, D.L.; ZEBARTH, B.J.; PORTREE, J.; GARLAND, T. Clay addition to soilless media promotes growth and yield of greenhouse crops. **HortScience**, v. 33, n. 1, p. 67 - 70, 1998.

- FACCIOLI, G.G. **Determinação da evapotranspiração de referência e da cultura da alface em condições de casa de vegetação, em Viçosa, MG.** Viçosa, MG: UFV, 1998, 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- FAO. FAO Yearbook Production. Vol. 52, 1998, 235p.
- FAYAD, J.A. **Absorção de nutrientes, crescimento e produção do tomateiro cultivado em condições de campo e estufa.** Viçosa, MG: UFV, 1998, 81 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- FILGUEIRA, F.A.R.; OBEID, P.C.; DE MORAIS, H.J.; DOS SANTOS, W.V.; BARBOSA, V. Tomate. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Eds). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação.** Viçosa, 1999, 359 p.
- FONTES, P.C.R. Distribuição de fósforo no solo afetando o desenvolvimento e absorção de fósforo pelo tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 367 – 372, 1987.
- FONTES, P.C.R. Produtividade do tomateiro: kg/ha ou kg/ha/dia ? **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 83- 84, 1997.
- FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; ZANIN, S.R.; FINGER, F.L. Produção de cultivares de tomate em estufa coberta com plástico. **Revista Ceres**, v. 44, n. 252, p. 152 – 160, 1997.
- FONTES, P.C.R.; FONTES, R.R. Absorção de fósforo e crescimento do tomateiro influenciado por fontes, níveis e posicionamento do fertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 11 – 13, 1992.
- FONTES, P.C.R.; GOMES, J.M.; PEREIRA, P.R.G.; MARTINEZ, H.E.P. Nível crítico de N-NO₃ em pecíolos de tomateiro extraído por diferentes métodos. **Horticultura Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 11 – 13, 1995.
- FONTES, P.C.R.; GUIMARÃES, T.G. Manejo dos fertilizantes nas culturas de hortaliças cultivadas em solo, em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 200/201, p. 36 – 44, 1999.
- FONTES, P.C.R.; NAZAR, R.A. **Adensamento, tutoramento e poda, uma associação viável para a cultura do tomateiro em região quente e chuvosa da Zona-da-Mata.** Belo Horizonte: EPAMIG, 1985. 2p. (Pesquisando, 156).
- GOULD, W.A. **Tomato production, processing and quality evaluation.** Westport: The AVI Publishing Company, 1974. 445p.

- GOLDBERG, S.; SPOSITO, G. A chemical model of phosphate adsorption by soil. I: Reference oxide mineral. **Soil Science Society American Journal**, v. 48, p. 772 – 778, 1984.
- GUIMARÃES, T.G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio**. Viçosa, MG: UFV, 1998, 204p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- GUL, A.; SEVGICAN, A. Effect of growing media on glasshouse tomato yield and quality. **Acta Horticulturae**, n. 303, p. 145 - 150, 1992.
- HAMEED, M.A.; REID, J.B.; ROWE, R.N. Root confinement and its effect on the water relations, growth and assimilate partitioning of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.). **Annals of Botany**, v. 59, p. 685 - 692, 1987.
- HARTZ, T.K.; HOCHMUTH, G.J. Fertility management of drip-irrigated vegetables. **HortTechnology**, v.6, n.3, p. 168-172. 1996.
- HOBSON, G.E.; BEDFORD, A. The composition of cherry tomatoes and its relation to consumer acceptability. **Journal of Horticultural Science**, v. 64, n. 3, p. 324 - 329, 1988.
- HOITINK, H.A.J.; GREBUS, M. E. Status of biological control of plant diseases with compost. **Compost Science & Utilization**, v. 2, n. 2, p. 6-12, 1994.
- HORINO, Y.; MADISHIMA, N.; REIS, N.V.B.; CORDEIRO, C.M.T. Produção de tomate e pepino sob cobertura de plástico para proteção contra a chuva. **Horticultura Brasileira**, v. 5, n. 1, p. 61, 1987.
- HORINO, Y.; PESSOA, H.B.S.V. Avaliação de cultivares de tomate sob proteção plástica. **Horticultura Brasileira**, v. 7, n. 1, p. 57, 1989.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro:, v. 58, 1998.
- JACKSON, M.L. Nitrogen determinations for soil and plant tissue. In: JACKSON, M.L. (Ed.) **Soil chemical analysis**. Englewood cliffs: Prentice Hall, 1958. p. 183-204.
- JESPERSEN, L.M.; WILLUMSEN, J. Production of compost in a heat composting plant and test of compost mixtures as growing media for greenhouse cultures. **Acta Horticulturae**, n. 342, p. 127 - 142, 1993.
- JONES JR, J.B. **Tomato plant culture – In the field, greenhouse, and home garden**. New York: CRC Press, 1998. 199p.

- JONHSON, C.M.; ULRICH, A. **Analytical methods for use in plants analyses**. Los Angeles: University of California, 1959. p. 32-33. (Bulletin, 766)
- KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; CHEM, P. Evaluation of two objective methods and a subjective rating scale for measuring tomato fruit firmness. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 103, p. 70 - 73, 1978.
- KINET, J.M.; PEET, M.M. Tomato. In: WIEN, H.C. (Ed). **The physiology of vegetable crops**. New York: Cornell University, 1997. p. 207–258.
- KOSTOV, O.; TZVETKOV, Y.; KALOIANOVA, N.; VAN CLEEMUT, O. Production of tomato seedlings on composts of vine branches and grape prunings, husks and seeds. **Compost Science & Utilization**, v. 4, n. 2, p. 56-61, 1996.
- KRISEK, D.T.; DUBIK, S.P. Influence of water stress and restricted root volume on growth and development of urban trees. **Journal of Arboriculture**, v. 13, p. 47 – 55, 1987.
- KURKI, L. Peat bags as growing substrates for greenhouse tomatoes and cucumbers. **Acta Horticulturae**, n. 150, p. 333- 336, 1983.
- LACATUS, V.; BOTES, C.; POPESCU, N.; VOICAN, V. Chemical composition of tomato and sweet pepper fruits cultivated on active substrates. **Acta Horticulturae**, n. 412, p. 169- 173, 1995.
- LEON, A.; GARCIA, F.; SOLER, J.; DEL AMOR, F.; BARBA, E.; RUIZ SÁNCHEZ, M.C.; SÁNCHEZ BLANCO, M.J. Estudio de la dinámica del N (NO₃⁻), P y K en suelos regados por goteo. **Actas I Simposio Nacional sobre Fertilización em Riego Localizado**, Almería. v. 1, p. 21 –28, 1987.
- LEONI, S. I sistemi di coltivazioni su inerti si diffondono fra i serricoltori. **Informatore Agrario**, v.48, p.47-49, 1992.
- LIETH, J.W.; BURGER, D.W. Growth of chrysanthemum using an irrigation system controlled by soil moisture tension. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 114, p. 387- 392, 1989.
- LOPES, P.R.A. **Influência da cobertura do solo e sistemas de condução das plantas, na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivado em casa-de-vegetação e campo**. Jaboticabal, SP: USP, 1997, 98 p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1997.
- LOHR, V.I.; O'BRIEN, R.G., COFFEY, D.L. Spent mushroom compost in soilless media and its effects on the yield and quality of transplants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 109, n. 5, p. 693- 697, 1984.

- LOURES, J.L. **Produção de tomate pela técnica em saco plástico contendo esterco de suínos no substrato**. Viçosa, MG: UFV, 1997, 58p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- LOURES, J.L.; FONTES, P.C.R.; SEDIYAMA, M.A.N.; CARDOSO, A.A.; CASALI, V.W.D. Produção e teores de nutrientes no tomateiro cultivado em substrato contendo esterco de suínos. **Horticultura Brasileira**, v. 16, n. 1, p. 50 - 55, 1998.
- MANNING, L.K; TRIPEPI, R.R. Suitability of composted bluegrass residues as an amendment in container media. **HortScience**, v. 30, n. 2, p. 277-280, 1995.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MARTIN, E.C.; ROBLEDO, L.V. **Aplication de los plásticos en la agricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 1981, 55p.
- MARTINEZ, P.F.; ABAD, M. Soilless culture of tomato in different mineral substrates. **Acta Horticulturae**, n. 323, p. 251-259, 1992.
- MARTINEZ, P.F.; ABAD, M. Sistemas actuales de cultivos sin suelo. **Hortofruticultura**, v. 7/8, p. 26 -30, 1993.
- MARTINS, G. Produção de tomate em ambiente protegido. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO, 2, 1991, JABOTICABAL. **Anais...**p. 219 – 230.
- MASAGUER, A.; CADAHIA, C. SAÁ, A.; SARRO, M.J. Influencia de la dosis de fósforo em la disolucion de riego sobre cultivo de tomate em enarenado y condiciones salinas. **Suelo y Planta**. v. 1, p. 203 – 214, 1991.
- NISHIZAWA, T.; SAITO, K. Effects of rooting volume restriction on the growth and carbohydrate concentration in tomato plants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 123, n. 4, p. 581 - 585, 1998.
- NORRIE, J.; GRAHAN, M.E.D.; CHARBONNEAU, J.; GOSSELIN, A. Impact of irrigation management on greenhouse tomato: Yield, nutrition, and salinity of peat substrate. **Canadian Journal of Plant Science**, n. 75, p. 497 -503, 1995.
- NORRIE, J.; GRAHAN, M.E.D.; DUBÉ, P.A.; GOSSELIN, A. Improvements in automatic irrigation of peat-grown greenhouse tomatoes. **HortTechnology**, v. 4, n. 2, p. 154 - 149, 1994.
- OIMET, R.; CHARBONNEAU, F.; PARENT, L-E.; BLAIN, F.; JOYAL, P.; GOSSELIN, A. Effets de la composition du substrat tourbeux et du volume des sacs de culture sur la productivité de la tomat de serre. **Canadian Journal of Plant Science**, n. 70, p. 585 -590, 1990.

- OLIVEIRA, V.R. Número de ramos por planta, poda apical e época de plantio influenciando a produção e a qualidade dos frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Kadá. Viçosa, MG: UFV, 1993, 114 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- PAPADOPOULOS, A.P.; **Growing greenhouse tomatoes in soil and soilless media.** Ontário: Agriculture Canada Publication, 1991. 79 p.
- PAPADOPOULOS, A.P.; HAO, X. Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and energy use. **Scientia Horticulturae**, v. 69, p. 1 – 29, 1997.
- PAPADOPOULOS, A.P.; LIBURDI, N. The “Harrow Fertigation Manager” - A computerized multifertilizer injector. **Acta Horticulturae**, n. 260, p. 255 -265, 1989.
- PAPADOPOULOS, A.P.; PARARAJASINGHAM, S.L. Influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 70, p. 165 – 178, 1997.
- PEIL, R.M.N.; BOONYAPORN, S.; SAKUMA, B. Effect of different kind of media on the growth of tomato en soilless culture. **Vegetable Crops Production Text Book**, n. 53, p. 67-63, 1994.
- PETERSON, T.A.; REINSEL, M.D.; KRIZEK, D.T. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. “Better Bush”) plant response to root restriction. **Journal of Experimental Botany**, v. 42, n. 243, p. 1233 - 1240, 1991.
- PILL, W.G.; TILMON, H.D.; TAYLOR, R.W. Nitrogen-enriched ground Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) stem core as a component of soilless growth media. **Journal of Horticultural Science**, v. 70, n. 4, p. 673 - 681, 1995a.
- PILL, W.G.; SHI, B.; TILMON, H.D.; TAYLOR, R.W. Tomato bedding plant production in soilless media containing ground Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) stem core. **Journal of Horticultural Science**, v. 70, n. 5, p. 713 - 719, 1995b.
- PINAMONTI, F.; STRINGARI, G.; ZORGI, G. Use of compost in soilless cultivation. **Compost Science & Utilization**, v. 5, n. 2, p. 38-46, 1997.
- PRADOS, N.C. Manejo del cultivo intensivo com suelo. In: NUEZ, F. (coord..) **El cultivo del tomate.** Madrid: Ediciones Mundi – Prensa, 1995. p. 190– 225.
- PREGOLATTO, W.; PROGOLATO, D.P. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 3ª ed., São Paulo, ed. Adolfo Lutz, v. 1, 1985. 375 p.

- QUIMET, R.; CHARBONNEAU, J.; PARENT, L.E.; BLAIN, J.; JOYAL, P.; GOSSELIN, A. Effects de la composition du substrat tourbeux et su volume des sacs de culture sur la productivité de la tomate de serre. **Canadian Journal of Plant Science**, n. 70, p. 585-590, 1990.
- RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997, 285 p. (Boletim Técnico 100).
- REBELO, J.A.; EBERHARDT, D.; STUKER, H. A plasticultura como fator de controle integrado de doenças de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 97, 1994.
- REIS, N.V.B.; HORINO, Y.; OLIVEIRA, C.A.S.; BOITEUX, L. Cultivo de tomate com ou sem cobertura plástica: efeito sobre a produção e radiação interceptada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7, 1991, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1991. p.12-15.
- REIS, M.; MARTINEZ, F.X.; SOLIVA, M.; MONTEIRO, A.A. Composted organic residues as a substrate component for tomato transplant production. **Acta Horticulturae**, n. 469, p. 263- 273, 1998.
- RESH, H.M. **Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción**. 3ª ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1992.
- RHUE, R.E.; EVERETT, P.H. Response of tomatoes to lime and phosphorus on a sandy soil. **Agronomy Journal**, v. 79, p. 71 - 77, 1987.
- RICHARDS, D.; ROWE, R.N. Effects of root restriction, root pruning and 6-benzylaminopurine on the growth of peach seedlings. **Annals of Botany**, v. 41, p. 729 - 740, 1977.
- ROCK, C.L.; SWENDSEIDE, D.M.E.; JACOB, R.A. Plasma carotenoid levels in human subjects fed a low carotenoid diet. **Human Clinical Nutrition**, v. 122, p. 96 - 100, 1992.
- RUFF, M.S.; KRIZEK, D.T.; MIRECKI, R.M.; INOUE, D.W. Restricted root zone volume: Influence on growth and development of tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 112, p. 763- 769, 1987.
- SAMPAIO, R.A. **Produção, qualidade dos frutos e teores de nutrientes no solo e no pecíolo do tomateiro, em função da fertirrigação potássica e da cobertura plástica do solo**. Viçosa, MG: UFV, 1996, 117p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

- SARRO, M.F.; SAA, A.; CADAHIA, C.; MASAHUER, A. Respuesta del cultivo de tomate en enarenado y condiciones salinas a diferentes programas de fertilización fosfórica. **Anales de Edafología y Agrobiología.**, v. 48, p. 681 – 691, 1989.
- SNYDER, R.G. **Greenhouse tomatoes.** Cooperative Extension Service. Mississippi State University. 1992. 24 p.
- STEVENS, M.A.; KADER, A.A.; ALBRIGHT, M. Potential for increasing tomato flavour via increased sugar and acid content. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 104, n. 1, p. 40- 42, 1979.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** Redwood City: Benjamin/Cummings, 1991, 565 p.
- TAKAZAKI, P.E. Manejo e análise econômica de produção de tomate em estufa. In: I ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE. **Anais ...** Viçosa, MG. 1989.
- TIGCHELAAR, E.C. Tomato breeding. In: BASSET, M.F. **Breeding vegetables crop Gainesville.** Florida: 1986, p. 135– 166.
- VAN DER BOON, J. Influence of K/Ca ratio and drought on physiological disorders in tomato. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, n. 21, p. 56 – 67, 1973.
- VERDONCK, O.; VLEESCHAVWER, D.; BOODT, M. The influence of the substrate on plant growth. **Acta Horticulturae**, n. 126, p. 251-258, 1981.
- VOOREN, J., WELLES, G.W.H., HAYMAN, G. Glasshouse crop production. In: ATHERTON, J.G., RUDICH, J. (Ed). **The tomato crop. A scientific basis for improvement.** London: Chapman and Hall, 1986. p.581-623.
- WHITE, J.R. A. Commercial use of soilless culture for tomatoes in New Zealand. **ISOSC Proceedings**, p. 471-481, 1992.
- XU, H.L.; GAUTHIER, L.; GOSSELIN, A. Effects of fertigation management on growth and photosynthesis of tomato plants grown in peat, rockwool and NFT. **Scientia Horticulturae**, n. 63, p. 11 - 20, 1995.
- ZEKKI, H.; GAUTHIER, L.; GOSSELIN, A. Growth, productivity, and mineral composition of hydroponically cultivated greenhouse tomatoes, with or without nutrient solution recycling. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 121, n. 6, p. 1082 - 1088, 1996.

APÊNDICE

APÊNDICE

Quadro 1A - Resultados médios referentes à altura de planta (AP) e ao peso da matéria seca das folhas (PMSF), nos tratamentos, experimento A.

Tratamentos	AP (m)	PMSF (g planta ⁻¹)
1	2,09	88,38
2	2,20	81,04
3	2,13	83,43
4	2,15	90,08
5	2,19	86,79
6	2,25	89,94
7	2,21	91,23
8	2,17	95,72
9	2,65	92,17
10	2,18	104,58

11	2,20	104,90
12	2,16	102,61
13	2,15	105,25
14	2,14	95,28
15	2,24	108,94
16	2,12	100,74

Quadro 2A - Resultados médios referentes à altura de planta (AP) e ao peso da matéria seca das folhas (PMSF), nos tratamentos, experimento B.

Tratamentos	AP (m)	PMSF (g planta ⁻¹)
1	1,70	130,03
2	1,75	131,57
3	1,73	143,77
4	1,74	139,62
5	1,72	130,56

Quadro 3A – Valores observados do peso e do número de frutos comerciais e total por planta do tomateiro, nos tratamentos, experimento B.

Tratamentos	Peso (g planta ⁻¹)		Número	
	Comercial	Total	Comercial	Total
1	5312,68	5359,37	47,3	49,0
2	6097,31	6148,56	47,3	49,0
3	6066,31	6099,87	47,3	48,5
4	6142,62	6170,25	47,4	48,4
5	5401,18	5443,68	47,6	49,0

Quadro 4A – Resumo das análises de variância referentes à altura de planta (AP) e ao peso da matéria seca das folhas (PMSF), em função do volume de substrato (V) e da proporção composto : areia (P), experimento A.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios	
		AP	PMSF
Blocos	3	0,017826	9,74477
Volume	3	0,014901	1046,9*
V	1	0,001950	2937,662*
V ² /V	1	0,041514**	54,83545
Desvio	1	0,001240	148,2025
Proporção	3	0,007022	98,30825
P	1	0,003315	227,0798
P ² /P	1	0,017227	1,444824

Desvio	1	0,000525	66,40007
Volume*Proporção	9	0,008302	103,7629
V P	1	0,002093	3,419434
V P ² /P	1	0,000383	138,7429
V ² /V P	1	0,012883	135,8997
V ² /V P ² /P	1	0,005524	210,8721
Desvio	5	0,010768	444,9317
Desvio reg.	7	0,007944	94,31377
Resíduo exp.	45	0,008965	101,9601

* e ** significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 5A – Resumo das análises de variância referentes aos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B na matéria seca da folha de tomateiro, adjacente ao terceiro cacho, coletada por ocasião do aparecimento dos frutos deste cacho, em função do volume de substrato (V) e da proporção composto : areia (P), experimento A.

F.V.	G.L	Quadrados Médios										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
Blocos	3	0,688101*	0,010392**	0,341099	0,067543	0,014544*	0,014136*	1,603477	1511,557	1539,671	107,0531**	155,7272*
Volume	3	0,070221	0,012563*	0,232356	0,067611	0,006870**	0,000876	2,659623*	2072,638	1782,064	17,37389	368,0173
V	1	0,110261	0,034679*	0,427782	0,136972	0,015926*	0,001610	6,569445**	1651,424	3187,813	16,63033	466,2883
V ² /V	1	0,094268	0,000002	0,007656	0,005597	0,000352	0,000485	0,844090	4394,848	594,1348	0,610348	228,1601
Desvio	1	0,006136	0,003008	0,261632	0,060266	0,004332	0,000533	0,565333	171,6420	1564,243	34,88099	409,6036
Proporção	3	0,131853	0,009334**	0,240657	0,001502	0,022279*	0,000294	1,608372	1495,845	2793,368	5,123891	65,72604
P	1	0,122820	0,023141*	0,372980	0,001266	0,065051*	0,000001	3,310944	109,1031	2694,101	2,040007	21,98703
P ² /P	1	0,000673	0,003733	0,327055	0,002909	0,000028	0,000804	1,455080	4148,285	3213,603	3,827017	0,018188
Desvio	1	0,272068	0,001129	0,021931	0,000331	0,001758	0,000079	0,059093	230,1459	2472,401	9,504646	175,1728
Volume*Proporção	9	0,178860**	0,002658	0,084307	0,062621	0,001534	0,000451	3,738235**	3819,063	1456,203	17,85515	71,48704
VP	1	0,526173*	0,007860	0,133678	0,061895	0,002426	0,000203	28,63628**	2271,081	939,3926	37,47021	17,66589
V P ² /P	1	0,448606**	0,002594	0,001652	0,259730**	0,005741	0,000065	0,053108	8,297852	2,018555	31,05307	0,263428
V ² /V P	1	0,117153	0,000394	0,240676	0,022524	0,000668	0,000472	0,368572	8749,911	2076,008	1,818947	23,89142
V ² /V P ² /P	1	0,046622	0,004203	0,183501	0,036660	0,000001	0,000001	0,992210	4781,383	2189,675	32,59325	2,119385
Desvio	5	0,094238	0,001775	0,039852	0,036556	0,000995	0,000562	0,718788	3712,177	1579,745	11,55216	119,8886
Desvio reg.	7	0,107056	0,001859	0,068975	0,034768	0,000711	0,000562	0,602623	2708,953	1705,052	14,59235	169,1742
Resíduo exp.	45	0,070320	0,002507	0,162482	0,042433	0,001803	0,001340	0,877531	4381,5	2446,495	10,34348	128,5862

* e ** significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 6A – Resumo das análises de variância referentes aos pesos e números de frutos grandes, médios e pequenos, em função do volume de substrato (V) e da proporção composto : areia (P), experimento A.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios					
		Peso			Número		
		Grande	Médio	Pequeno	Grande	Médio	Pequeno
Blocos	3	6841,491	225648,5	230043,2	0,136574	12,40914	15,69522
Volume	3	103493,2*	1527017**	216971,1	0,668981**	68,96472**	24,35389
V	1	95749,74**	3475694**	94841	1,8**	145,3503**	23,00534
V^2/V	1	357,8906	451,75	5201,750	0,006944	0,001526	4,026417
Desvio	1	7385,569	110490,2	550870,4	0,199999	32,54237	46,02992
Proporção	3	8404,999	71123,34	109200,5	0,011574	3,853588	5,156447
P	1	777,0938	193520,3	69396,78	0,001389	10,63368	0,226229
P^2/P	1	7627,352	8742	257944,7	0,027779	0,501724	12,3148
Desvio	1	0,553200	11107,7	260,1200	0,005554	0,425356	2,928311
Volume*Proporção	9	86785,34	367379,9	182866,4	0,136574	16,34896	18,61592
V P	1	231,3828	39216	12464,88	0,001107	3,033796	27,00610
$V P^2/P$	1	14958,63	511131,8	432658,1	0,234836	13,75725	28,13795
$V^2/V P$	1	89,44531	929792*	676413,6*	0,001382	37,12331	15,69782
$V^2/V P^2/P$	1	324,0625	542286,5	196625,6	0,027138	20,84784	27,96352
Desvio	5	14236,36	256798,5	65527,16	0,192940	14,47568	13,74758
Desvio reg.	7	11223,99	342857,8	125538,0	0,167179	19,19230	16,81373
Resíduo exp.	45	5870,467	217113,4	150905,7	0,108179	10,75606	16,59916

* e ** significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 7A – Resumo das análises de variância referentes aos pesos de frutos

comercial, não comercial e total de tomateiro, em função do volume de substrato (V) e da proporção composto : areia (P), experimento A.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios		
		Comercial	Não comercial	Total
Blocos	3	123836,8	3161,178	164689,0
Volume	3	1176824**	48969,72*	1681731**
V	1	3477016**	133606,8**	4978773**
V ² /V	1	5210	12265,25	1291,5
Desvio	1	48246	1037,15	65128,50
Proporção	3	52144,03	5049,288	30044,68
P	1	43142	8521,563	12553
P ² /P	1	105331	2450,344	77031
Desvio	1	7959,1	4175,953	550,03
Volume*Proporção	9	74055,59	12444,19	56157,33
V P	1	5276,75	15310,03	37997,50
V P ² /P	1	32590,25	91,10938	35718
V ² /V P	1	18307,75	865,4219	10513,5
V ² /V P ² /P	1	76516	679,2656	63761,5
Desvio	5	106761,9	19019,37	71503,08
Desvio reg.	7	84287,804	14323,56	60443,41
Resíduo exp.	45	172185,9	14192,65	169183,0

* e ** significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 8A – Resumo das análises de variância referentes à altura de planta

(AP) e ao peso da matéria seca das folhas (PMSF), em função da dose de fósforo (D), experimento B.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios	
		AP	PMSF
Bloco	3	20,53333	21,43185
Dose	4	10,55	791,4136*
D ^{0,5}	1	6,457341	332,7071
D	1	25,71931	2679,917**
D ^{1,5}	1	2,153561	69,59351
Desvio reg.	1	7,869788	83,43639
Resíduo exp.	12	50,95	128,5078

* e ** significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 9A – Resumo das análises de variância referentes aos teores de N-total, N-org, N-NO₃, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B na matéria seca da folha de tomateiro, adjacente ao terceiro cacho, coletada por ocasião do aparecimento dos frutos deste cacho, em função da dose de fósforo (D), experimento B.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios											
		N-total	N-org	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn
Bloco	3	0,048031	0,030933	0,002188	0,002120	1,523890**	0,418729	0,0142265**	0,010938	486,3459	42075,79*	5398,738**	9,04279
Dose	4	0,141667	0,143451	0,000597	0,011978	0,212223	0,145911	0,0010323	0,008011	346,5813	9246,366	1153,609	2,330749
D ^{0.5}	1	0,229044	0,232144	0,00001	0,017357*	0,073107	0,186985	0,00327	0,004508	1286,829*	34305,65	3457,864*	0,368659
D	1	0,115250	0,137297	0,000964	0,020353*	0,338939	0,305265	0,000733	0,000168	59,20178	1653,191	571,3645	3,708969
D ^{1.5}	1	0,032569	0,040672	0,00045	0,007168	0,398226	0,004824	0,000126	0,009630	15,20239	1024,219	223,9871	1,240592
Desvio reg.	1	0,189807	0,163691	0,000967	0,003034	0,038620	0,086573	0,0000002	0,017740	25,09203	2,404	361,2224	4,004776
Resíduo exp.	12	0,097705	0,103405	0,001078	0,002713	0,172093	0,184463	0,0013358	0,007900	227,2104	10915,99	481,2531	3,642582

* e ** significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 10A – Resumo das análises de variância referentes aos pesos e números de frutos grandes, médios e pequenos de tomateiro, em função do volume de substrato (V) e da proporção composto : areia (P), experimento B.

		Quadrados Médios					
F.V.	G.L.	Peso			Número		
		Grande	Médio	Pequeno	Grande	Médio	Pequeno
Bloco	3	236141	9845,659	175309,5	4,261458	4,644792	16,97813
Dose	4	64980,03	1218448**	81355,25	1,39375	7,143750	7,692188
D ^{0,5}	1	121584,6	146849,7	293350,4	1,868137	19,00051	27,93243
D	1	132233,7	4591966**	29798,63	3,561018	9,225842	2,292267
D ^{1,5}	1	2048,656	19204	1137,188	0,116555	0,220146	0,53747
Desvio reg.	1	4053,164	115771,3	1134,782	0,02929	0,128502	0,018585
Resíduo exp.	12	68249,19	185531,1	181624,9	1,339584	15,23333	22,27761

* e ** significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 11A – Resumo das análises de variância referentes aos pesos e números de frutos comercial, não comercial e total de tomateiro, em função do volume de substrato (V) e da proporção composto : areia (P), experimento B.

		Quadrados Médios					
F.V.	G.L.	Peso			Número		
		Comercial	Não comercial	Total	Comercial	Não comercial	Total
Bloco	3	29650,84	287,0208	32440,08	0,094791	0,228125	0,520833
Dose	4	673152,9**	371,5891	659780,4**	0,085937	0,370312	0,425
D ^{0,5}	1	36206,93	283,8317	30079,29	0,194166	0,558161	0,093917
D	1	2581241	206,3916	2535285	0,132261	0,235084	0,720006
D ^{1,5}	1	16141,25	883,7291	9465	0,006015	0,609338	0,73645
Desvio reg.	1	193727,3	112,404	64292,71	0,011308	0,078667	0,149627
Resíduo exp.	12	123533,1	685,0807	117707,9	0,123437	0,720312	1

** significativo a 1% pelo teste F.

Quadro 12A – Resumo das análises de variância referentes às alturas de planta (AP) e de inserção no caule dos oito cachos de tomateiro, em função dos tratamentos, experimento C.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios								
		Ordem dos cachos na planta								
		AP	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º
Bloco	3	110,9881	0,001194	0,0062904	0,007155	0,002828	0,010957	0,001995	0,013413	0,006060
Trat.	6	275,3215	0,004686	0,0182392	0,028773**	0,038795**	0,048332**	0,037230*	0,033811*	0,049805**
Res.	18	98,87701	0,002388	0,0080043	0,005408	0,008684	0,004876	0,009745	0,007243	0,010344

* e ** significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 13A – Resumo das análises de variância referentes aos teores de N-total, N-org, N-NO₃, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, e Zn na matéria seca da folha de tomateiro, adjacente ao terceiro cacho, coletada por ocasião do aparecimento dos frutos deste cacho, em função dos tratamentos, experimento C.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios											
		N-total	N-org	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn
Bloco	3	0,023902	0,051041	0,005459	0,004467	0,117595	0,006036	0,004613	0,001106	1950,187	1692,413	1825,184	5,250954
Trat.	6	0,273642	0,304142	0,013996	0,101096**	0,379980*	1,204387**	0,043259**	0,099695**	3882,749*	55813,08**	4209,248	12,46494
Res.	18	2,728793	0,130421	0,120204	0,002942	0,095301	0,095165	0,002525	0,011844	1121,817	11792,94	2690,844	6,126925

* e ** significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 14A – Resumo das análises de variância referentes às produções de frutos grande, médio, pequeno, comercial, não comercial, total, ponderada, comercial por dia de permanência no campo (CPDPC), ponderada por dia de permanência da cultura no campo (PPDPC) e total por dia de permanência da cultura no campo (TPDPC), em função dos tratamentos, experimento C.

		Quadrados Médios									
		Produção									
F.V.	G.L.	Grande	Médio	Pequeno	Comercial	Não comercial	Total	Ponderada	CPDPC	PPDPC	TPDPC
Bloco	3	7169,567	343643,9	30012,87	169044,2	8512,960	104107,5	268245,9	11,17352	17,73058	6,884777
Trat.	6	71973,44	1060202*	216604,8	628983,3**	279551,2**	161813,1	1208004**	41,57467**	79,84692**	10,69839
Res.	18	47292,77	265728,4	91138,16	67547,20	21243,56	96901,20	182316,6	4,464752	12,05081	6,405530

* e ** significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 15A – Resumo das análises de variância referentes aos pesos da matéria seca das folhas (PMSF) e caule (PMSC), em função dos tratamentos, experimento C.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios	
		PMSF	PMSC
Bloco	3	369,9225	221,7117
Trat.	6	505,5828*	285,0408
Res.	18	163,8975	128,4709