

Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido

Paulo Cezar R. Fontes¹; Juvenal L. Loures²; João Carlos C. Galvão¹; Antônio Américo Cardoso¹; Everardo C. Mantovani³

¹UFV, Depto. Fitotecnia, 36571-000 Viçosa-MG, Bolsistas do CNPq; E-mail: pacerefo@ufv.br; ²Min. Agricultura; ³UFV, Depto. Eng. Agrícola, 36571-000 Viçosa-MG

RESUMO

Avaliou-se a produtividade e qualidade do tomate (híbrido Carmen) produzido no sistema denominado FITO, substrato constituído de composto + areia + fertilizantes em saco plástico, em ambiente protegido e campo. Foram estudados sete tratamentos: 1) FITO, conduzido em ambiente protegido, em saco plástico perfurado, com 9 dm³ de substrato por planta, contendo 25% de composto e 75% de areia, sendo todos os macro e micronutrientes colocados via gotejamento; 2) FITO A, similar ao tratamento anterior, entretanto utilizou-se apenas a areia como substrato; 3) FITO 1, similar ao tratamento FITO, sendo que apenas o N e K foram aplicados via gotejamento e os demais nutrientes misturados diretamente no substrato; 4) testemunha em ambiente protegido, com as plantas transplantadas diretamente no solo; 5) FITO C, similar ao tratamento FITO, sendo que neste caso as plantas foram conduzidas em condição de campo; 6) testemunha conduzida em ambiente protegido com mudas transplantadas diretamente no solo, sendo o N e K aplicados via gotejamento; 7) testemunha conduzidas no campo com mudas transplantadas diretamente no solo. O experimento foi delineado em blocos ao acaso e quatro repetições. Não houve efeito significativo dos tratamentos nos teores de N, Zn e Mn nas folhas; na produção de frutos grandes, frutos pequenos e frutos totais; na qualidade do fruto (pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais e vitamina C). Houve efeito significativo dos tratamentos sobre o peso da matéria seca das folhas; produção de frutos médios, comerciais, não-comerciais, ponderada e por dia após o transplante (PCD) e nos teores P, K, Ca, Mg, S, Fe e Cu nas folhas. As maiores produtividades comercial, ponderada e PCD, 104,79 t ha⁻¹, 94,71 t ha⁻¹ e 0,851 t ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, foram obtidas com o sistema FITO; entretanto, elas não diferiram daquelas obtidas na testemunha em ambiente protegido, no solo. O sistema FITO pode substituir o cultivo no solo, tanto em ambiente protegido quanto no campo.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, substrato, adubação, nutrição mineral.

ABSTRACT

Tomato production and quality in soilless culture conducted in the field and under unheated greenhouse

The tomato (hybrid Carmen) fruit yield and quality in the FITO system were evaluated, using plastic bags containing organic compost + sand + nutrients, in the field and under unheated greenhouse conditions. Seven treatments were evaluated: 1) FITO, under unheated greenhouse, using perforated plastic bags, with 9 dm³ substratum per plant, containing 25% of organic compost and 75% of sand, all the macro and micronutrientes being added through trickle irrigation; 2) FITO A, similar to the previous treatment, except that only sand was used as substratum; 3) FITO 1, similar to FITO, except that the N and K were applied through trickle irrigation and the other nutrients were directly mixed in the substratum; 4) check plot in unheated greenhouse in which plants were directly transplanted in the soil; 5) FITO C, similar to FITO, except that the plants were cultivated under field condition; 6) check plot in unheated greenhouse in which plants were transplanted to the soil N and K being applied through trickle irrigation; 7) check plot with plants directly transplanted in the soil under field conditions. The experiment was conducted in randomized blocks design with four repetitions. There was no significant effect of treatments on N, Zn and Mn contents in leaf; in big and small sized fruits; in total fruit yield and fruit quality (pH, acidity, total soluble solids and vitamin C). Significant differences were found among treatments for leaf dry weight, medium, commercial and non-commercial production of fruits per day after transplantation (PCD). Significant differences were observed for P, K, Ca, Mg, S, Fe and Cu contents in leaves. The highest commercial, weighted and PCD yields, 104.79 t ha⁻¹, 94.71 t ha⁻¹ and 0.851 t ha⁻¹ day⁻¹, respectively, were obtained with the FITO system. However these values did not differ from those observed in the check plot using soil in the unheated greenhouse. FITO system can substitute the cultivation in the soil, either in the field or in unheated greenhouse.

Keywords: *Lycopersicon esculentum*, substratum, fertilizer, mineral nutrition.

(Recebido para publicação em 15 de maio de 2003 e aceito em 17 de maio de 2004)

A cultura do tomateiro é normalmente implantada em áreas novas ou em locais onde procedeu-se à rotação de cultivo com outras espécies. Entretanto, quando o plantio é feito em ambiente protegido, sob estrutura fixa, tanto a rotação quanto a mudança da área de cultivo são dificultados. O acúmulo de sais, presença de patógenos de solo

de substâncias alelopáticas passam a ser fatores limitantes para o cultivo econômico do tomateiro.

Uma alternativa ao plantio direto no solo, nos cultivos em ambiente protegido, tem sido a condução das plantas em sacos plásticos contendo substrato apropriado (Papadopoulos, 1991). A técnica de cultivo em substrato tem-se difundido

por permitir melhor aproveitamento dos nutrientes, maior produtividade e melhorar a qualidade do produto além de facilitar a execução dos tratamentos culturais (Calabretta *et al.*, 1994). O cultivo em substrato é efetivo para proteger a cultura de patógenos do solo. Apesar do custo mais elevado e exigir melhor nível tecnológico, esta técnica tem atraído

do produtores em vários países (Pinamonti *et al.*, 1997; Riviere e Caron, 2001).

Têm sido utilizados como substrato diversos materiais como lã de vidro, polietileno, serragem, areia, cascas de arroz e de coco e, mais comumente, a turfa. A utilização tanto de materiais sintéticos quanto da turfa é ecologicamente questionável. A produção de tomate em substratos que possam substituir a turfa apresenta problemas técnicos e, em alguns casos, devido ao custo excessivo torna-se pouco viável economicamente. Trabalhos realizados no Brasil, indicaram a possibilidade de produção de tomate em substrato (Loures, 1997; Andriolo *et al.*, 1997; Loures *et al.*, 1998).

O “substrato adequado” deve ser facilmente disponível, ter custo compatível, não poluir e não possibilitar a introdução e o desenvolvimento de patógenos. Deve possuir boa aeração, boa retenção de água e nutrientes além de permitir drenagem eficiente, propiciando, deste modo, maior produtividade e melhor qualidade de frutos. O suprimento correto de nutrientes em uma mistura adequada de composto orgânico e areia poderá viabilizar o uso deste substrato para a produção de tomate. Experimentos foram instalados com o objetivo de definir a proporção e a quantidade de nutrientes a aplicar via água de irrigação (Loures, 2001). Assim, foi estabelecido o sistema FITO. O presente trabalho objetivou avaliar a produtividade e a qualidade do tomate produzido no sistema FITO, em ambiente protegido e no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa a 693 m de altitude, 20° 45' Sul e 42° 51' Oeste, clima do tipo Cwa, em Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço de 24 de janeiro (data da semeadura) a 15 de junho de 2000, quando foi feita a última colheita. O experimento foi realizado em campo e em ambiente protegido com plástico. A estrutura do ambiente protegido seguiu o modelo capela, com largura de 9 m, comprimento de 40 m, altura dos esteios laterais (pé-direito) de 3 m e a altura do vão central de 3,8 m, coberta com filme de

polietileno transparente de 0,1 mm de espessura. As partes frontais e laterais, abertas durante parte do dia, foram também revestidas com polietileno. As mudas de tomate, do híbrido Carmen, foram transplantadas aos 21 dias após a semeadura. No período pós-transplante, as médias da temperatura máxima foram 29,0 e 26,5 e as médias da mínima 14,4 e 14,8°C, determinadas em termômetros colocados a 1,60 m do solo no interior do ambiente protegido e em um abrigo meteorológico localizado no lado de fora da casa de vegetação, respectivamente.

Estudou-se sete sistemas de produção, que constituíram os tratamentos, dispostos em blocos ao acaso e com quatro repetições. A parcela, composta de 24 plantas, possui a área útil de 0,60 m² planta⁻¹. O tratamento 1, denominado sistema FITO, constou de cultivo em saco plástico (Loures *et al.*, 1998) contendo 9 dm³ do substrato formado pela mistura de composto orgânico: areia, na proporção de 25:75% (v/v), definidos em experimento anterior (Loures, 2001). Cada saco com o substrato foi colocado no chão da estufa, em linhas contínuas, espaçadas 1,0 m entre si. No centro de cada saco foi transplantada uma muda, ficando distanciadas 60 cm entre si. As plantas foram conduzidas com duas hastes e tutoradas verticalmente. Os fertilizantes aplicados por planta foram nitrocálcio (73,9 g), superfosfato simples (22,5 g), cloreto de potássio (43,5 g), sulfato de magnésio (45 g), ácido bórico (158 mg), sulfato de cobre (26,3 mg), sulfato manganoso (210 mg), sulfato de zinco (105 mg), molibdato de sódio (96,3 mg) e 1,95 ml planta⁻¹ de FeEDTA (14,89 g de Na₂EDTA + 10,84 g de FeCl₃.6 H₂O em 1 L de água), sendo todos produtos comerciais, exceto o FeEDTA. A solução contendo superfosfato simples e nitrocálcio foi preparada no dia anterior da aplicação para decantação do resíduo (Camargos, 1998). Os fertilizantes foram aplicados, semanalmente, via água de irrigação, em mistura única, totalizando 15 aplicações, as quais tiveram início uma semana após o transplante. O programa de fertilização no sistema FITO foi definido com base em trabalhos anteriores (Sampaio, 1996; Loures, 1997; Guimarães, 1998; Camargos, 1998; Fayad, 1998; Loures,

2001). O tratamento 2, chamado de FITO A, foi semelhante ao FITO, exceto por ter sido utilizado apenas areia como substrato. O tratamento 3, FITO 1, foi semelhante ao FITO, com a exceção que todos os nutrientes foram aplicados no substrato, um dia antes do transplante, menos N e K que foram aplicados via água de irrigação, por gotejamento. No tratamento 4, (testemunha no solo/ambiente protegido) as plantas conduzidas em ambiente protegido foram plantadas no solo, utilizando-se os procedimentos recomendados por Camargos (1998). O tratamento 5, FITO C, foi semelhante ao FITO, porém as plantas foram conduzidas no campo sem proteção de plástico e tutoradas em cerca cruzada (Fontes e Silva, 2002). O tratamento 6 (testemunha não tradicional em solo no campo) seguiu os procedimentos utilizados por Guimarães (1998) para produção de tomate no campo. O tratamento 7 (testemunha tradicional de campo) foi semelhante ao anterior porém, o N e K aplicados em cobertura foram distribuídos manualmente, ao lado da planta e ao longo da fileira.

Para os tratamentos 4, 6 e 7, a adubação de plantio foi realizada no dia anterior ao transplante das mudas, aplicando-se, no sulco, todo o superfosfato simples (2.500 kg ha⁻¹), sulfato de magnésio (200 kg ha⁻¹) e os fertilizantes contendo os micronutrientes (10 kg ha⁻¹ de bórax, 10 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco e 0,2 kg ha⁻¹ de molibdato de sódio). O N e o K foram parcelados, aplicando-se 5% (tratamentos 4 e 6) e 16% (tratamento 7) da quantidade total no sulco de plantio e o restante em cobertura. Para os tratamentos 4 e 6, as aplicações em cobertura com N e K foram realizadas juntas, via fertirrigação semanal, sendo iniciadas aos sete e terminadas aos 91 dias após o transplante com as seguintes porcentagens dos fertilizantes: 5% da quantidade total em cobertura nas quatro primeiras aplicações e 8% nas demais. Para o tratamento 7, foram feitas, manualmente, seis aplicações em cobertura com N em parcelas iguais. Ainda no tratamento 7, foram feitas, manualmente, quatro aplicações em cobertura com K com 25% do fertilizante em cada aplicação. A quantidade total de fertilizante, expressa em kg ha⁻¹, foi 250 de N (tratamentos 4 e

Tabela 1. Altura da planta (AP); peso da matéria seca total por planta (PST); teores de N (TN), manganês (TMn) e zinco (TZn) na matéria seca da folha; produção de frutos grande (PG), pequeno (PP) e total (PT); pH; acidez titulável (AT); sólidos solúveis totais (SS) e vitamina C (VC) na matéria fresca do fruto, nos tratamentos (TR)¹. Viçosa, UFV, 2003.

Tratamentos ²	PST (g)	TN (dag kg ⁻¹)	TZn (mg kg ⁻¹)	TMn (mg kg ⁻¹)	PG (t ha ⁻¹)	PP (t ha ⁻¹)	PT (t ha ⁻¹)	pH	AT (%)	SS (%)	VC (mg kg ⁻¹)
1	206	5,15	26	207	8,96	14,4	105,5	4,00	0,45	5,00	55
2	187	5,56	25	258	5,90	19,9	97,9	4,01	0,45	4,60	53
3	214	4,94	25	191	4,33	16,4	103,9	3,92	0,46	4,95	50
4	228	5,34	27	229	7,02	14,0	104,3	3,97	0,46	4,95	48
5	219	5,05	29	186	1,97	25,1	97,5	4,05	0,47	4,70	52
6	207	4,99	23	162	5,42	18,0	103,8	4,08	0,49	4,77	52
7	214	5,56	27	181	4,18	20,4	99,4	3,94	0,47	4,77	57
Média	211	5,23	26	202	5,40	18,3	101,8	4,00	0,46	4,82	52
CV %	9,55	7,21	9,52	25,7	67,0	27,5	5,09	2,27	5,04	6,41	14,3

¹Não significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F, em todas as características.

²Tratamentos: 1=FITO; 2=FITO A; 3=FITO 1; 4=Testemunha no solo, em ambiente protegido; 5=FITO C; 6=Testemunha não tradicional em solo, no campo; 7=Testemunha tradicional em solo, no campo.

6), 500 de N (tratamento 7) e 500 de K₂O (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, sendo a necessidade de água determinada por lisímetro para medida da evapotranspiração da cultura (E_c). A profundidade do lençol freático, medida a partir do nível do solo, foi 15 cm durante 30 dias após o transplante, 20 cm nos 30 dias seguintes e 25 cm até o final do ciclo. Diariamente, repunha-se a E_c das últimas 24 horas. As plantas do tratamento 7 foram irrigadas com mangueira, sendo a necessidade de água determinada, visualmente, como é feito tradicionalmente.

Em todos os tratamentos, o tomateiro foi desbrotado semanalmente, efetuada a poda dos ápices após a formação do oitavo cacho e deixados seis frutos por cacho. No aparecimento dos frutos do terceiro cacho foi coletada a folha adjacente àquele cacho, em cada planta útil da parcela. O material colhido foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 70°C até atingir peso constante. Em seguida, foi pesado, moído, peneirado e acondicionado em sacos de papel. Posteriormente, uma sub-amostra foi submetida à digestão sulfúrica para a análise de N pelo método de Nessler (Jackson, 1958). Outra sub-amostra foi submetida à digestão nítrico-perclórica sendo o teor de K determinado por fotometria de chama; S por turbidimetria do sulfato e Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn

dosados por espectrofotometria de absorção atômica (A.O.A.C.,1975).

Após a última colheita, aos 123 dias após o transplante, foram avaliadas: altura da planta, pesos das matérias secas do caule e das folhas e produção de frutos. Os frutos foram colhidos, semanalmente, em 11 colheitas de 20/04 a 15/06/2000, 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 maior diâmetro transversal em gigante, grande, médio e pequeno seguindo a Portaria do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária nº 553, de 30/08/1995, publicada no Diário Oficial da União de 19/09/1995. Os frutos miúdos, diâmetro transversal menor que 50 mm, foram considerados não comerciais. A produção comercial de frutos foi obtida pelo somatório das classes grande, médio e pequeno, pois não foi obtido nenhum fruto da classe gigante. Pela divisão da produção total e comercial por 123 dias, período do transplante até a última colheita, obteve-se o valor 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), sendo utilizados os fatores de ponderação iguais a 1,0; e 0,3 para transformarem em classe de frutos grandes as classes médio e pequeno. Nos frutos da sexta colheita foram determinados pH, e os teores de

vitamina C, de sólidos solúveis totais (SST) e ácidos tituláveis (Pregolatto e Pregolatto, 1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre peso da matéria seca da planta; teores foliares de N, Zn e Mn; produção de frutos grande, pequeno e total e qualidade do fruto representada pelo pH, acidez titulável, sólidos solúveis e vitamina C (Tabela 1). Efeito significativo dos tratamentos ocorreu sobre o peso da matéria seca das folhas; produção de frutos médio, comercial, não-comercial, ponderada e por dia após o transplante (Tabela 2) e nos teores foliares de P, K, Ca, Mg, S, Fe e Cu (Tabela 3).

No ambiente protegido, o tomateiro conduzido em FITO e FITO 1 produziu, em média, 10% menos matéria seca das folhas e 0,8% mais produção de frutos da classe comercial que o cultivado no solo no tratamento testemunha (Tabela 2), concordando com trabalho de Andriolo *et al.* (1997) que afirmam que o tomateiro em substrato tende a fixar maior proporção da matéria seca nos frutos sendo mais eficiente do ponto de vista de 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 ocorre, geralmente, com plantas em reci-

Tabela 2. Peso da matéria seca das folhas por planta (PSF); produção de frutos médio (PM), comercial (PC), não-comercial (PNC), ponderada (PPO) e comercial por dia após o transplante (PCD), nos tratamentos (TR). Viçosa, UFV.2003.

Tratamentos	PSF (g)	PM (t ha ⁻¹)	PC (t ha ⁻¹)	PNC (t ha ⁻¹)	PPO (t ha ⁻¹)	PCD (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)
1	124 AB	81,43 A	104,79 A	0,67 B	94,71 A	851 A
2	107 B	70,96 AB	96,82 AB	1,14 B	82,89 AB	787 AB
3	127 AB	82,99 A	103,76 A	0,17 B	92,25 A	843 A
4	140 A	82,42 A	103,46 A	0,84 B	93,65 A	841 A
5	115 AB	61,52 B	88,58 B	8,89 A	71,02 B	720 B
6	110 B	71,01 AB	94,47 B	9,30 A	81,85 AB	768 B
7	123 AB	66,18 AB	90,80 B	8,58 A	76,50 B	738 B
CV %	10,60	12,57	5,19 B	52,38	9,58	5,19

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Newman Keuls a 5% de probabilidade.

²Tratamentos: 1=FITO; 2=FITO A; 3=FITO 1; 4=Testemunha no solo, em ambiente protegido; 5=FITO C; 6=Testemunha não tradicional em solo, no campo; 7=Testemunha tradicional em solo, no campo.

pientes (Ruff *et al.*, 1987). Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o peso da matéria seca do caule que alcançou o valor médio de 90 g.

Em todos os tratamentos, os teores dos elementos na matéria seca da folha estavam dentro ou pouco acima da faixa considerada adequada para o tomateiro exceção do teor de P nas plantas no FITO A que ficou pouco abaixo da faixa adequada, 0,4-0,8 dag kg⁻¹ (Raij *et al.*, 1997). O teor de P na folha, nos tratamentos FITO em ambiente protegido (Tabela 3) ficou abaixo do valor 0,50 dag kg⁻¹ indicado como nível crítico (Fontes e Silva, 2002). Provavelmente, a concentração de P no solo ou na solução aplicada em cobertura associada à baixa capacidade de retenção de ânions da areia podem não ter fornecido quantidade suficiente desse elemento à planta. Comparando os teores dos nutrientes das plantas em FITO 1 e na testemunha na estufa, verificou-se diferença apenas quanto ao teor de P. O maior teor de P na folha do tomateiro na testemunha em ambiente protegido pode ter sido devido à maior disponibilidade de P associada à aplicação da dose total no sulco de plantio.

O teor de N na folha (Tabela 2) não foi influenciado pelos tratamentos. Abak e Celikel (1994), também, não encontraram diferença significativa no teor de N em folha de tomateiro plantado em diferentes substratos e no solo. Em todos os tratamentos, o teor de N estava 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) em folha amostrada na mesma fase de desenvolvimento. O teor de Cu na planta, em todos os tratamentos (Tabela 3), ficou bem acima de 15 mg kg⁻¹, indicado como crítico por Fontes e Silva (2002), devido às pulverizações realizadas com fungicidas cúpricos.

Exceto quanto aos teores de P e S na folha que foram menores nas plantas em FITO A (Tabela 3), os três sistemas (FITO, FITO 1 e FITO A) não diferiram significativamente entre si em nenhuma característica analisada (Tabelas 2, 3 e 4). Isso indica que todos os fertilizantes contendo macro e micronutrientes, exceto os adubos nitrogenado e o potássico, podem ser misturados com os substratos, composto + areia ou somente areia, antes do transplante das mudas, como em FITO 1 que é mais simples de ser implantado que o FITO. As plantas em FITO A apresentaram certo estiolamento, observado visualmente e comprovado pela altura e baixos pesos de matéria seca das folhas e caule. Este fato pode ter sido a causa de maior produção de frutos com diâmetro menor que 50 mm, considerados não comerciais, refletindo na produção comercial (Tabela 2).

Em ambiente protegido, a produtividade e a qualidade do fruto, avaliadas por qualquer característica, foram iguais no sistema FITO 1 e na testemunha indicando que, em ambiente protegido, não houve vantagem em usar o sistema FITO ou que o sistema FITO pode substituir o solo. Blanc (1987) cita 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. Andriolo *et al.* (1997) mostraram que as produções total de frutos do híbrido Carmen, em substrato e solo, dentro de estufa, foram semelhantes. Entretanto, Gul e Sevçican (1992) observaram incremento significativo de 45,3 e 28,8% na produção total e no número de frutos por planta, respectivamente, em tomateiro cultivado em substrato formado por turfa + areia (1:1) em relação ao cultivo no solo, dentro da estufa e sem desbaste de frutos. Alan *et al.* (1994) também verificaram diferenças 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.

Em condições de campo, a produtividade e a qualidade do fruto, avaliadas por qualquer característica, foram iguais no sistema FITO C e na testemunha tradicional indicando que os teores de K, Ca e S na folha, únicas características influenciadas diferentemente pelos dois tratamentos (Tabela 3), não tiveram reflexo sobre a produtividade e a qualidade do fruto. Portanto, no campo não houve vantagem de usar o sistema FITO ou o sistema FITO pode substituir o cultivo no solo, caso seja necessário.

O sistema FITO propiciou aumento significativo de 18% na produção comercial de frutos em relação ao FITO C. Também, o tratamento testemunha em ambiente protegido propiciou au-

Tabela 3. Teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe e Cu na matéria seca da folha oposta ao terceiro cacho do tomateiro, nos tratamentos (TR). Viçosa, UFV. 2003.

Tratamentos	P (dag kg ⁻¹)	K (dag kg ⁻¹)	Ca (dag kg ⁻¹)	Mg (dag kg ⁻¹)	S (dag kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)
1	0,42 C	4,87 A	3,36 A	0,92 A	1,04 BCD	209 A	795 AB
2	0,31 D	4,77 AB	3,16 A	0,84 A	0,98 CD	183 AB	798 AB
3	0,44 C	4,71 AB	3,11 A	0,89 A	1,20 AB	175 AB	758 AB
4	0,54 B	4,96 A	3,28 A	0,83 A	1,16 ABC	136 B	815 A
5	0,70 A	4,18 B	1,75 B	0,72 B	0,87 D	151 AB	559 B
6	0,74 A	4,31 AB	3,04 A	0,69 B	1,33 A	123 B	582 B
7	0,77 A	4,93 A	2,79 A	0,65 B	1,23 AB	134 AB	578 AB
CV %	9,69	6,60	10,53	6,36	3,07	21,0	15,6

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Newman Keuls a 5% de probabilidade.

²Tratamentos: 1=FITO; 2=FITO A; 3=FITO 1; 4=Testemunha no solo, em ambiente protegido; 5=FITO C; 6=Testemunha não tradicional em solo, no campo; 7=Testemunha tradicional em solo, no campo.

mento significativo de 10% na produção comercial em relação à testemunha não tradicional no campo (Tabela 2). Os aumentos, significativo sobre a produtividade comercial (Tabela 2) e não significativo sobre a produtividade total (Tabela 1), foram devidos ao ambiente protegido e/ou ao tutoramento vertical que propiciaram controle da quantidade de água da chuva, menor oscilação da temperatura e menor incidência de *Phytophthora infestans* nas plantas, resultando em menor produção de frutos não comerciais (Tabela 2). Martins (1991) e Rebelo *et al.* (1994) verificaram maior produção de frutos comerciáveis de tomate e menor incidência de infecções nos frutos em cultivo protegido que em 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.

Os incrementos nas produtividades total comercial, de frutos no ambiente protegido em relação ao campo foram 2,7% (Tabela 1) e 12,0% (Tabela 2), respectivamente. Esses aumentos podem ser considerados pequenos. Isso foi devido, em parte, ao desbaste dos frutos, ao término da cultura nos dois ambientes na mesma data e pela ausência de condição extrema desfavorável à produção no campo, como excesso de chuva, queda brusca de temperatura, alta infestação de doenças, dentre outros.

Os valores do peso médio dos frutos comerciais, nas classes grande, médio e pequeno não foram influenciados pelos tratamentos e atingiram 215, 143 e 90 g, respectivamente. Em todos os tratamentos predominou a produção de frutos médios, 79% da produção comercial, devido, talvez, à característica genética da cultivar.

O efeito dos tratamentos sobre a produção ponderada foi igual ao obtido para a produção comercial. O sistema FITO apresentou a maior (94,71 t ha⁻¹) e o FITO C a menor (71,02 t ha⁻¹) produção ponderada que é sinônimo de produção com base nos frutos da classe grande. 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. 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.

O efeito dos tratamentos sobre as produções total (PT) e comercial (PC) por dia (D) após o transplante foi igual ao obtido para as produções total e comercial, sendo que o sistema FITO propiciou a maior (851 kg ha⁻¹ dia⁻¹) e o FITO C a menor (720 kg ha⁻¹ dia⁻¹) PCD. Esses valores correspondem a 732 e 619 kg ha⁻¹ dia⁻¹ após o semeio. Expressar a produtividade de tomate por área e por tempo de produção da cultura possibilita comparação mais adequada dos resultados de pesquisa, pois, tem-se noção de eficiência, não apenas por uni-

dade de área, mas também por unidade de área e tempo (Fontes, 1997). A maior PCD obtida no presente experimento (851 kg ha⁻¹ dia⁻¹) ficou abaixo de valores encontrados na literatura como 982 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (Loures, 1997), 1.180 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (Fontes *et al.*, 1997) e de 1.202 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (Papadopoulos e Hao (1997) obtida em estufa coberta com dupla camada de polietileno, controle de umidade e ventilação, enriquecimento de CO₂, lâ-de-rocha no substrato e fertirrigação. De modo inverso, a maior PCD no presente experimento ficou acima de 682 kg ha⁻¹ dia⁻¹ verificada por Camargos (1998) e de 700 kg ha⁻¹ dia⁻¹, verificada por Vooren *et al.* (1986) em cultivo em estufa, no solo. Valor de 762 kg ha⁻¹ dia⁻¹ após o semeio pode ser estimado no trabalho de Rattin *et al.* (2003), também em condição de estufa. Maior PCD, 1.153 kg ha⁻¹ dia⁻¹, como ocorreu em experimento anterior (Loures, 2001) poderia ser obtida em período mais favorável do ano, cultivo mais prolongado, levando a planta a produzir mais cachos e maior densidade de plantas.

Os tratamentos não interferiram na qualidade dos frutos, representada pelo pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais e vitamina C (Tabela 1). Os valores de pH estão abaixo do limite de 4,50 estabelecido para separar frutos ácidos de não ácidos (Gould, 1974) e próximos da faixa de 4,0 e 4,5 citada como normal para tomate (Jones, 1998). O resultado concorda com o de Gul e Sevgican (1992) que não encontraram diferenças significativas no valor de pH do tomate produzido em casa de vegetação, em diferentes substratos e no solo, tendo o

pH variado de 4,03 a 4,11. Camargos (1998) encontrou valor médio de pH igual a 4,38 em fruto do híbrido Carmen, cultivado no solo, em estufa. Alan *et al.* (1994) verificaram valores de pH pouco mais elevado, 4,50, em tomate cultivado em saco plástico.

Os valores médios da acidez titulável, representada pela concentração de ácido cítrico (Tabela 1), estão acima de 0,32%, valor considerado mínimo para tomate de alta qualidade (Kader *et al.*, 1978). A acidez do fruto foi 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 em tomate produzido em diversos substratos e no solo. Por outro lado, Alan *et al.* (1994) encontraram diferenças significativas nos teores de ácido cítrico de tomate produzido em diferentes substratos, incluindo o solo. Os teores de ácidos e açúcares são os principais fatores que influenciam o sabor do tomate (Stevens *et al.*, 1979) sendo que há preferência por frutos com taxa balanceada de ambos Hobson e Bedford (1988).

Os resultados para o teor de sólidos solúveis concordam com diversos autores que também não verificaram diferença significativa para tal característica em tomate produzido em diversos substratos e no solo (Gul e Sevgican, 1992; Abak e Celikel, 1994; Alan *et al.*, 1994). Variação no valores de sólidos solúveis entre 4,43 e 5,19% é comum (Fontes *et al.*, 2000; Sampaio e Fontes, 2000).

Os valores de vitamina C na matéria fresca dos frutos não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 1) e estão abaixo da faixa de 100 a 1200 mg kg⁻¹, considerada normal para tomate devido, talvez, a exposição da polpa ao ar, durante a operação de extração.

Portanto, os tratamentos FITO propostos propiciaram a obtenção de tomate com a mesma qualidade daqueles produzidos pelo método tradicional de cultivo do tomateiro, em estufa e no campo.

LITERATURA CITADA

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.

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.

ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.15, n.1, p.8-32, 1997.

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

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

CALABRETTA, C.; NUCIFORA, M.T.; FERRO, B.; NATALE, V. New techniques for the cultivation and defence of tomato crops in cold greenhouses in the area Ragusa (Sicily). *Acta Horticulturae*, n.361, p.530-544, 1994.

CAMARGOS, M.I. *Produção e qualidade dos frutos do tomateiro cultivado em estufa, em função do espaçamento e do número de cachos por planta*. 1998. 70 p. (Tese mestrado), UFV, Viçosa.

CAMARGOS, M.I.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; CARNICELLI, F.H. Produção de tomate longa vida em estufa, influenciada por espaçamento e número de cachos por planta. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, suplemento, p.563-564, 2000.

FAYAD, J.A. *Absorção de nutrientes, crescimento e produção do tomateiro cultivado em condições de campo e estufa*. 1998, 81 p. (Tese mestrado), UFV, Viçosa.

FONTES, P.C.R. Produtividade do tomateiro: kg/ha ou kg/ha/dia? *Horticultura Brasileira*, Brasília, 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*, Viçosa, v.44, n.252, p.152-160, 1997.

FONTES, P.C.R.; SAMPAIO, R.A.; FINGER, F.L. Fruit size, mineral composition and quality of trickle-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.1, p.21-25, 2000.

FONTES, P.C.R.; SILVA, D.J.H. *Produção de tomate de mesa*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 2002. 195 p.

GOULD, W.A. *Tomato production, processing and quality evaluation*. Westport: The AVI Publishing Company, 1974. 445 p.

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*. 1998. 204 p. (Tese doutorado), UFV, Viçosa.

GUL, A.; SEVGICAN, A. Effect of growing media on glasshouse tomato yield and quality. *Acta Horticulturae*, n.303, p.145-150, 1992.

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.

JACKSON, M.L. Nitrogen determinations for soil and plant tissue. In: JACLSON, M.L. (Ed.) *Soil chemical analysis*. Englewood cliffs: Prentice Hall, 1958. p.183-204.

JONES JR., J.B. *Tomato plant culture - in the field, greenhouse, and home garden*. New York: CRC Press, 1998. 199 p.

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.

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.

LOURES, J.L. *Produção de tomate pela técnica em saco plástico contendo esterco de suínos no substrato*. 1997. 58 p. (Tese mestrado), UFV, Viçosa.

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*, Brasília, v.16, n.1, p.50-55, 1998.

LOURES, J.L. Estabelecimento e avaliação do sistema de produção de tomate denominado FITO, em estufa e campo. 2001, 109 p. (Tese doutorado), UFV, Viçosa.

MARTINS, G. Produção de tomate em ambiente protegido. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO, 2, 1991, Jaboticabal. *Anais...FCAV/UNESP*, 1991. p.219-230.

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.

PINAMONTI, F.; STRINGARI, G.; ZORGI, G. Use of compost in soilless cultivation. *Compost Science & Utilization*, v.5, n.2, p.38-46, 1997.

PREGOLATTO, W.; PREGOLATTO, D.P. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*, 3ª ed., São Paulo: Ed. Adolfo Lutz, v.1, 1985. 375 p.

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 Agrônomo/Fundação IAC, 1997, 285 p. (Boletim Técnico 100).

RATTIN, J.; ANDRIOLO, J.L.; WITTER, M. Acumulação de massa seca e rendimento de frutos de tomateiro cultivado em substrato com cinco doses de solução nutritiva. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.21, n.1, p.26-30, 2003.

REBELO, J.A.; EBERHARDT, D.; STUKER, H. A plasticultura como fator de controle integrado de doenças de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 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.

RIVIERE, L.M.; CARON, J. Research on substrates: state of the art and need for the coming 10 years. *Acta Horticulturae*, n.548, p.29-41, 2001.

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*. 1996, 117 p. (Tese doutorado), UFV, Viçosa.

SAMPAIO, R.A.; FONTES, P.C.R. Composição química e qualidade de frutos do tomateiro em função da adubação potássica. *Ciência Agrícola*, Rio Largo, v.5, n.1, p.65-73, 2000.

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.

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.