

PRODUTIVIDADE DO TOMATEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO NO SOLO E EM SUBSTRATOS

Paulo Cezar Rezende Fontes¹
Antonio Alonso Cecon Novo¹
Derly José Henriques da Silva¹
Paulo Roberto Cecon²

RESUMO

Objetivou-se determinar a produtividade e os teores de nutrientes na folha do tomateiro, cv. Carmen, cultivado no solo e em diferentes substratos. O experimento foi conduzido na UFV, em ambiente protegido, durante 133 dias com seis tratamentos. Os tratamentos foram: 1) testemunha, plantio no solo seguindo-se o modo tradicional; 2) FITO-2, plantio em saco plástico contendo substrato (25% de composto + 75% de areia) adubado com micro e macronutriente exceto nitrogênio (N) e potássio, que foram aplicados por fertirrigação; 3) FITO-2 + N, idem ao tratamento 2, com 5% a mais de nitrogênio; 4) subsolo, idem ao tratamento 2, sendo utilizado como substrato o subsolo; 5) serragem carvão: idem ao tratamento 2, sendo o substrato 50% de carvão e 50% de serragem; 6- comercial: idem ao sistema com o substrato Plantmax® (comprado no mercado). Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com seis repetições. Houve efeito significativo dos tratamentos sobre os teores dos nutrientes na folha, e o oposto ocorreu com as produções de frutos comercial e ponderada. A produtividade comercial obtida no solo foi de 92 t ha⁻¹ e, nos substratos, variou de 89 a 112 t ha⁻¹ nos tratamentos 5 e 3, respectivamente. Conclui-se que os substratos permitiram obter produtividade de tomate similar à obtida no solo.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, fertirrigação, saco plástico, análise foliar, teor de nutrientes.

ABSTRACT

YIELD OF TOMATO PLANTS GROWN IN SOIL AND DIFFERENT SUBSTRATES IN AN UNHEATED GREENHOUSE

The experiment was carried out to evaluate the effects of planting tomato, cv. Carmen, in soil and in different substrates on leaf nutrient content and fruit yield. The experiment, with six treatments, was set up in an unheated greenhouse, at UFV, Viçosa, and lasted 133 days. The treatments included: 1) a check plot, consisting of transplants in the unheated greenhouse soil, as carried out by growers; 2) FITO-2, consisting of transplants in plastic bags containing 9 dm³ of organic compost and sand as substrate, fertilized with micro and macronutrients, except nitrogen (N) and potassium, which were applied through drip irrigation; 3) FITO-2 + N, similar to the previous treatment, with 50% more nitrogen; 4) subsoil, similar to treatment 2, with the substrate consisting of subsoil; 5) coal + sawdust, similar to treatment 2, with the substrate consisting of a mixture of 50% coal and 50% sawdust (v/v); 6) commercial, similar to treatment 2, with the substrate consisting of a commercial mixture bought at the market. The experiment was arranged in a randomized blocks design with six replications. Nutrient content in leaves was affected by treatments, with the opposite occurring with marketable and weighted fruit yields. Marketable fruit yield obtained in soil was 92 t ha⁻¹, and in the different substrates ranged from 89 to 112 t ha⁻¹ in treatment 5 and 3, respectively. It is concluded that all substrates led to a tomato yield similar to that obtained in soil.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, fertirrigation, leaf analysis, nutrient content

¹ Dep. de Fitotecnia/UFV. 36570-000 Viçosa, MG. pacerefo@ufv.br

² Dep. de Informática/UFV. 36570-000 Viçosa, MG.

INTRODUÇÃO

O cultivo em substrato pode propiciar maior produtividade, melhor qualidade do produto e melhor aproveitamento dos nutrientes, além de permitir o uso contínuo da área, sem a necessidade da desalinização e desinfecção, como pode ocorrer ao ser utilizado o solo. Entretanto, o custo e o nível tecnológico exigidos para o cultivo em substrato são os principais fatores limitantes da técnica. Apesar disso, tem atraído produtores em vários países (Papadopoulos, 1991; Pinamonti *et al.*, 1997; Riviere & Caron, 2001).

Diversos materiais podem ser utilizados como substrato, destacando-se a turfa. O substrato é colocado em recipiente como, por exemplo, saco de plástico (Papadopoulos & Rao, 1997). Recentemente, como alternativa, têm sido intensificados os estudos, buscando-se substratos orgânicos, considerados como ambientalmente corretos (Islam *et al.*, 2002). O substrato deve ser de fácil obtenção, sanidade e baixo custo. Estudos iniciais, em condições brasileiras, têm indicado a possibilidade de se produzir tomate em substrato (Andriolo *et al.*, 1997; Loures, 1997; Loures *et al.*, 1998; Ratin *et al.*, 2003).

Em condições brasileiras o cultivo em substrato contido em sacos de polietileno mostrou-se viável para a produção de tomate (Loures *et al.*, 1998). Os autores utilizaram o esterco de suíno misturado a um substrato comercial. Apesar disso ser possível, o esterco de suíno deve ser utilizado em mistura com outro material, devido a sua elevada salinidade quando utilizado em altas proporções. Além disso, a sua obtenção em regiões onde a suinocultura não é tradicional e seu manejo são difíceis. Tem-se buscado alternativas de substrato para a substituição do esterco de suínos na produção do tomateiro (Loures, 2001). Talvez a substituição do composto orgânico por outro substrato mais facilmente obtido, como solo da camada não-arável, carvão, serragem, possa ser alternativa viável para a utilização na cultura do tomateiro em condições protegidas, desde que adequadamente supridos com nutrientes e água.

Recentemente, foi proposto o sistema FITO, que consiste, basicamente, no plantio do tomateiro em saco plástico contendo o substrato formado pela mistura de composto orgânico + areia + adubos (Loures, 2001; Fontes *et al.*, 2004). Verificou-se, nesses estudos que a

concentração da maior parte dos nutrientes na matéria seca da folha foi menor no sistema FITO do que no solo, indicando a possibilidade de modificar a quantidade de fertilizante, é o sistema chamado de FITO-2 (Cecon Novo, 2002). Esta pesquisa objetivou avaliar a produtividade do tomateiro plantado em FITO-2 em outros substratos e no solo de ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, na Horta de Pesquisa do Departamento de Fitotecnia, situada a 693 m de altitude, 20° 45' Sul e 42° 51' Oeste, clima do tipo Cwa, no período de 24/12/2001 (data da semeadura) a 27/05/2002, quando foi feita a última colheita. O experimento foi realizado em ambiente protegido com plástico. A estrutura, modelo capela, tinha 9 m de largura, 40 m de comprimento, esteios laterais com de 3 m de altura, vão central de 3,8 m de altura e revestida 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.

O experimento constou de seis tratamentos dispostos em blocos ao acaso, com seis repetições. A unidade experimental foi constituída de duas plantas úteis ocupando 1,2 m².

Tratamento 1: testemunha, plantio em casa de vegetação em solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço. O local vem sendo cultivado com tomate e melão nos últimos seis anos. Foram seguidos os procedimentos tradicionais de condução do tomateiro em ambiente protegido (Camargos, 1998; Fayad *et al.*, 2001). Aos 20 dias antes do transplante, as parcelas foram calcareadas. No dia anterior ao transplante, foi realizada a adubação de plantio, aplicando-se, no sulco, superfosfato simples (525 kg ha⁻¹ de P₂O₅), sulfato de magnésio (15 kg ha⁻¹ de MgO) e os micronutrientes (10 kg ha⁻¹ de ácido bórico, 10 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco e 0,2 kg ha⁻¹ de molibdato de sódio). O nitrogênio e o potássio, nas formas de nitrocálcio e de cloreto de potássio, foram parcelados, aplicando-se 10 % das quantidades totais (29 kg ha⁻¹ de N e 58 kg ha⁻¹ de K₂O) no sulco de transplante. As quantidades restantes de N (264 kg ha⁻¹) e de K₂O (522 kg ha⁻¹) foram fornecidas em fertirrigação, no total de 15, semanalmente, a partir da segunda semana após o transplante.

Tratamento 2: chamado de sistema FITO 2. O tomateiro foi plantado em saco plástico seguindo os procedimentos sugeridos por Fontes *et al.* (2004). As dimensões do saco plástico foram 18 x 22 x 30 cm de altura, largura e comprimento, respectivamente, contendo 9 dm³ do substrato formado pela mistura de composto orgânico + areia, na proporção de 25:75 % (v/v), além de macro e micronutrientes. O composto foi produto da fermentação de restos da cultura de feijão, trigo, palha de café e esterco bovino. Cada saco com o substrato foi furado no fundo e colocado no chão da casa de vegetação, em linhas contínuas, espaçadas 1,0 m entre si. Para o centro de cada saco, foi transplantada uma muda de tomate, ficando distanciadas 60 cm entre si. A fertirrigação da cultura, feita por gotejamento, seguiu o procedimento descrito por Fontes & Silva (2002). Durante o ciclo da cultura, as quantidades totais de fertilizantes aplicados por planta foram: 88 g de nitrocálcio, 27 g de superfosfato simples, 70 g de cloreto de potássio, 12 g de sulfato de magnésio, 1270 mg de ácido bórico, 1060 mg de sulfato manganoso, 289 mL de FeEDTA, 269 mg de sulfato de cobre, 70 mg de sulfato de zinco e 20 mg de molibdato de sódio (produtos comerciais); apenas para o FeEDTA, utilizou-se produto P.A. Parte do cloreto de potássio e do nitrocálcio (10 %) e os demais fertilizantes foram misturados nos substratos e colocados nos sacos plásticos um dia antes do transplante das mudas. Os restantes do N e K foram fornecidos via água de irrigação, em gotejamento, em 15 aplicações, uma por semana, iniciando-se uma semana após o transplante. Os macro e micronutrientes foram aplicados como no trabalho anterior (Fontes *et al.*, 2004).

Tratamento 3: chamado de FITO-2 + N, foi semelhante ao tratamento 2; apenas recebeu 50 % a mais de nitrogênio do que o FITO 2.

Tratamento 4: semelhante ao FITO 2, porém o substrato foi o subsolo retirado de perfil aberto a 1,50 m de profundidade, em local próximo do experimento.

Tratamento 5: semelhante ao FITO 2, exceto que o substrato foi a mistura de serragem de madeira + carvão moído e passado em peneira de malha grossa, na proporção 50 % (v/v).

Tratamento 6: o tomateiro foi cultivado em saco plástico de polietileno, de 90 x 40 cm, contendo 26 dm³ de substrato comercial (Rendmax[®]). Cada saco recebeu

duas plantas. O substrato foi comprado no mercado, sendo definido pelo fabricante como a mistura de matéria orgânica de origem vegetal, vermiculita expandida, perlita expandida e turfa processada e enriquecida. O substrato recebeu, antes do transplante das mudas, o dobro da quantidade de fertilizante indicada no tratamento 2, considerando as duas plantas por saco.

As características química e física dos substratos utilizados nos diversos tratamentos estão listadas nas Tabelas 1 e 2

Tabela 1 – Características química e granulométrica das amostras dos solos do tratamento 1 (solo da casa de vegetação) e do tratamento 4 (subsolo)

Características	Valores	
	Solo da CV	Subsolo
pH em água- 1:2,5	5,7	5,3
P (mg/dm ³) ^{1/}	40,3	1,4
K ⁺ (mg/dm ³) ^{1/}	87,0	6,0
Na ⁺ (mg/dm ³) ^{1/}	17,0	2,0
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³) ^{2/}	4,0	0,8
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³) ^{2/}	1,5	0,2
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³) ^{2/}	0,0	0,1
H+Al (cmol _c /dm ³) ^{3/}	2,3	1,8
SB (cmol _c /dm ³)	5,8	1,0
CTC total (cmol _c /dm ³)	8,1	2,8
V (%)	71,6	35,7
Condutividade elétrica	0,73	
Equivalente de umidade (dag/kg)	33,0	3,4
Argila (dag/kg) ^{4/}	56	55
Silte (dag/kg) ^{4/}	11	17
Areia fina (dag/kg) ^{4/}	10	10
Areia grossa (dag/kg) ^{4/}	23	18

^{1/} Extrator Mehlich 1.

^{2/} Extrator KCl 1 mol/L.

^{3/} Extrator Ca(OAc)₂ 0,5 mol/L, pH 7,0.

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

A semeadura foi realizada em 15/12/2001 e as mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum*), híbrido Carmen, foram transplantadas em 12/01/2002. Em todos os tratamentos, o tomateiro foi conduzido com dois caules, tutorado com fitilho de plástico na vertical (Fonte & Silva, 2002).

Em todos os tratamentos, a irrigação foi feita diariamente, por gotejamento, utilizando-se fita gotejadora com os gotejadores distanciados 0,6 m, seguindo-se o estabelecido para o sistema FITO

Tabela 2 - Características químicas e físicas de amostra das misturas que constituíram os tratamentos 2 (FITO-2), 5 (serragem + carvão) e 6 (substrato comercial)

Características	Tratamentos		
	2	5	6
pH - H ₂ O 1: 2,5	7,57	6,00	5,90
P (mg dm ⁻³) ^{1/}	48	2	6,00
K (mg dm ⁻³) ^{1/}	120	20	80,00
Ca (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	2,64	ND	8,10
Mg (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	1,38	ND	2,40
Al (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	0,00	ND	0,00
H+Al (cmol _c dm ⁻³) ^{3/}	0,93	ND	0,30
SB (cmol _c dm ⁻³)	4,33	ND	10,75
CTC total (cmol _c dm ⁻³)	5,26	ND	11,05
V (%)	82,3	ND	97,3
Condutividade elétrica (dS/m) ^{4/}	0,69	0,60	0,50
Equivalente umidade (dag kg ⁻¹) ^{4/}	11,63	67,93	52,50
Densidade de partículas(g cm ⁻³) ^{4/}	2,47	1,39	1,43
Porosidade do solo (%) ^{4/}	49,39	74,10	72,72
Densidade do solo (g cm ⁻³) ^{4/}	1,25	0,36	0,39

^{1/} Extrator Mehlich 1. ^{2/} Extrator KCl 1 mol/L. ^{3/} Extrator Ca(OAc)₂ 0,5 mol/L, pH 7,0. ^{4/} Laboratório de Física do Solo da UFV.

(Loures, 2001). A necessidade de água foi determinada por lisímetro, com lençol freático de nível constante para medida da evapotranspiração da cultura (Etc). Diariamente, repunha-se a Etc das últimas 24 horas. Para medir a Etc, foi utilizado o lisímetro, constituído de caixa d'água de amianto (500 L) enterrada no solo do ambiente protegido com a área exposta de 1m². O volume de água aplicado e as médias semanais das temperaturas no interior da casa de vegetação durante o experimento estão na Tabela 3.

O controle de pragas e doenças foi efetuado de acordo com as recomendações convencionais para a cultura, com pulverizações semanais de fungicidas e inseticidas, controle manual de plantas daninhas e desbrota semanal. As podas apicais dos caules foram efetuadas acima da terceira folha surgida após o 9º cacho. Não foi feito desbaste de frutos.

No florescimento, quando surgiu o primeiro fruto no terceiro cacho, foi coletada a folha adjacente a este em cada planta, em toda a parcela. As folhas coletadas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, até peso constante. Essas amostras foram moídas em moinho tipo Wiley equipado com peneira de 20 mesh submetidas à digestão

Tabela 3 - Médias semanais das temperaturas máxima e mínima e do volume de água aplicado às plantas de tomate

Semana após o transplante	Temperatura (°C)*		Gasto de água (L planta ⁻¹ semana ^{-1**})
	Máxima	Mínima	
1ª (16 - 20/01)	33,25	18,35	0,96
2ª (21 - 27/01)	31,80	19,60	1,32
3ª (28/01 - 03/02)	33,45	19,45	1,89
4ª (04 - 10/02)	32,30	20,20	2,14
5ª (11 - 17/02)	32,50	17,90	3,43
6ª (18 - 24/02)	32,55	17,45	3,05
7ª (25/02 - 03/03)	29,30	16,30	3,55
8ª (04 - 10/03)	29,15	16,81	3,39
9ª (11 - 17/03)	29,80	18,92	2,66
10ª (18 - 24/03)	30,50	17,65	2,56
11ª (25 - 31/03)	30,81	16,80	3,87
12ª (01 - 07/04)	30,35	16,42	3,78
13ª (08 - 14/04)	29,20	15,45	3,57
14ª (15 - 21/04)	28,41	16,60	3,84
15ª (22 - 28/04)	30,62	14,31	4,46
16ª (29/04 - 05/05)	29,25	14,82	4,25
17ª (06 - 12/05)	27,60	9,10	4,55
18ª (13 - 19/05)	23,75	12,95	3,44
19ª (20 - 26/05)	26,21	10,55	2,60

* Medições efetuadas a 1,60 m do solo dentro da casa de vegetação.

** Aplicações diárias.

nitricoperclórica e analisadas quanto aos teores de nutrientes (AOAC, 1975; Jackson, 1958). Outra subamostra foi submetida à digestão sulfúrica e analisada para o teor de N pelo reagente de Nessler (Jackson, 1958).

Quando totalmente vermelhos, os frutos foram colhidos, semanalmente, em 18 colheitas, no período de 13/03 a 27/05. Em todos os tratamentos, a primeira colheita foi realizada aos 58 dias após o transplante (DAT), e a última, aos 133 DAT. Essa foi realizada quando não havia frutos com potencialidade de se transformarem em frutos comerciais, os quais foram chamados de frutos remanescentes. Os frutos colhidos foram separados em sem e com defeitos, cuja soma forneceu a produção total. Os frutos sem defeitos e com mais de 50 mm de diâmetro transversal foram considerados comerciais. Os frutos sem defeitos foram classificados em função de seu diâmetro transversal em grande > de 80 até 100 mm; médio > de 65 até 80; e Pequeno > de 50 até 65 mm. A produção comercial foi obtida pelo somatório das classes grande, médio e pequeno.

Pela divisão dos valores da produção total e

comercial por 133 dias, período do transplante até a última colheita, obtiveram-se os valores da produção de frutos por dia de permanência da cultura no campo.

Também calculou-se a produção ponderada definida com a produção baseada em frutos grande, proposta por Fontes (1997). Para isso, foram utilizados os fatores de ponderação iguais a 1,0 e 0,3 para transformar em fruto da classe grande, os frutos das classes média e pequeno (Camargos, 1998). Os frutos com defeitos e/ou não-comerciais foram contados e pesados, segundo as seguintes características: miúdo: diâmetro transversal < que 50 mm; danificados por insetos: com sinais de danos causados por traça e broca grande; remanescentes: verdes por ocasião da última colheita; rachados e despigmentados.

Os dados foram analisados por análise de variância e as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, com 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito dos tratamentos sobre os teores de N, P, Ca, S, Mn e B na matéria seca da folha; o oposto ocorreu com os teores de K, Mg, Zn, Fe e Cu (Tabela 4). Nas plantas dos tratamentos 2 e 3 (FITO 2 e 2+N), os teores de N, P e B foram altos, devido, provavelmente, à matéria orgânica. Foi no tratamento 5 (serragem + carvão) que os teores de Ca e S foram os maiores e os de N, P, Mn e B foram os menores, possivelmente pela alta relação

C:N da serragem associada à capacidade do carvão em complexar micronutrientes, tornando-os menos disponíveis à planta. Bartkowski & Nowosielski (1993) verificaram que a adição de cinza de carvão ao substrato, mesmo na pequena proporção de 20 kg m⁻³, reduziu os teores de B, Mn, Fe e Cu na folha e aumentou o de mobildênio.

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a produção de frutos grandes, médios e pequenos, que foram 1,36, 6,90 e 27,3 t ha⁻¹. Nessas classes, o número de frutos por planta foi 0,5, 17,4 e 30,0 e a massa média de 233, 137 e 100 g, respectivamente, refletindo a característica do cultivar em produzir frutos entre 100 e 200 g.

A produção comercial de frutos não foi influenciada significativamente pelos tratamentos (Tabela 5), apesar de o valor obtido com o tratamento 3 (FITO 2+N) ter sido 22,7 % maior do que aquele do tratamento 1 (no solo) e 5,7 % em relação ao tratamento 2 (FITO 2). Andriolo *et al.* (1997) e Fontes *et al.* (2004) não encontraram diferenças significativas de produção total de frutos entre os tratamentos em que o tomateiro foi plantado em substrato e no solo. Entretanto, Gul & Sevgicam (1992) observaram incrementos significativos de 45,3 na produção total e 28,8 % no número de frutos em tomateiro cultivado em substrato formado por turfa + areia (1:1) em relação ao cultivo no solo.

Tabela 4 - Teores de N-NO₃, N-total, P, K, Ca, Mg, S (dag kg⁻¹), Zn, Mn, Fe, Cu e B (mg kg⁻¹) na matéria seca da folha adjacente ao terceiro cacho, coletada aos 30 DAT, no estágio de aparecimento do fruto no terceiro cacho do tomateiro nos diversos tratamentos

Nutriente	Tratamento ¹						CV(%)
	1	2	3	4	5	6	
N-NO ₃	0,43 ab	0,39 ab	0,47 a	0,32 ab	0,30 ab	0,28 b	28,26
N-total	4,21 ab	4,15 ab	4,76 a	3,87 b	3,76 b	4,14 ab	9,85
P	0,36 bc	0,63 a	0,45 b	0,28 c	0,23 c	0,31 c	18,89
K	4,89 a	5,06 a	4,89 a	5,14 a	5,11 a	5,37 a	8,80
Ca	1,52 b	1,17 b	1,23 b	1,66 ab	2,13 a	1,17 b	20,77
Mg	0,64 a	0,68 a	0,58 a	0,65 a	0,69 a	0,63 a	16,30
S	0,47 ab	0,35 b	0,39 b	0,47 ab	0,57 a	0,46 ab	21,77
Zn	44 a	66 a	30 a	46 a	32 a	40 a	98,03
Mn	142 b	230 b	323 ab	307 ab	150 b	447 a	39,19
Fe	202 a	157 a	235 a	195 a	175 a	163 a	46,23
Cu	16 a	13 a	12 a	14 a	21 a	70 a	146,53
B	49 ab	67 a	60 ab	64 a	38 b	48 ab	25,00

As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

¹Tratamentos: 1 = No solo; 2 = FITO-2; 3 = FITO 2+N; 4 = subsolo; 5 = serragem + carvão; 6 = substrato comercial.

Tabela 5 - Produção comercial, não-comercial e total de frutos do tomateiro cultivado em diferentes substratos

Tratamentos	Produção (t ha ⁻¹)		
	Comercial	Não-Comercial	Total
1. No solo	91,57 a	9,13 a	100,70 a
2. FITO 2	106,37 a	5,26 ab	111,63 a
3. FITO 2+N	112,41 a	3,63 b	116,04 a
4. Subsolo	94,94 a	6,42 ab	101,36 a
5. Serragem + Carvão	88,95 a	7,35 ab	96,30 a
6. Substrato comercial	91,58 a	6,38 ab	97,96 a
C V (%)	21,82	37,35	19,24

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As plantas do tratamento 1 (solo) sofreram maior ataque de nematóide (*Meloidogyne javanica*) que as dos substratos. Essas sofreram pequeno ataque, apenas nas raízes que penetraram nos orifícios de drenagem do saco plástico, em contato com o solo. A incidência de nematóide foi devida à baixa tolerância do cultivar ou ao decréscimo da tolerância pelo efeito da temperatura alta no período experimental, conforme observado por Ammiraju *et al.* (2003). Com os gastos elevados para a desinfecção do solo ou para a 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. Blanc (1987) observou que os benefícios do cultivo em substrato em relação ao solo foram sobretudo indiretos, pela menor incidência de certas pragas e doenças e manejo mais aprimorado da cultura.

O incremento na produtividade verificado no tratamento 3 (FITO 2 +N) em relação ao tratamento 2 (FITO 2), embora não significativo, foi devido à aplicação de mais nitrogênio por planta. Diversos autores mostraram que reduzido fornecimento de N reduz o número, o diâmetro e a produção de tomate (Adams *et al.*, 1973; Heutt & Dettmann, 1988; Guimarães, 1998; Ferreira, 2001).

As produções total e comercial de frutos obtidas no tratamento 3 (FITO 2+N) foram 7 e 10 % maiores que as obtidas no trabalho que originou o sistema FITO (15). Esse acréscimo pode ter sido devido a diversos fatores, como maior duração do ciclo da cultura (133 dias), maior número de cachos por planta (9 cachos), falta de desbaste de frutos, diferentes ano e local, além de maior quantidade aplicada de macro e micronutrientes.

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre a produção de frutos não-comerciais. Nos tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6, em que foram usados recipientes, a média foi 5,81 t ha⁻¹ de frutos não-comerciais, enquanto no solo o valor foi de 9,23 t ha⁻¹ (Tabela 5). O principal componente dos frutos não-comerciais foram os remanescentes, provavelmente pelo não-desbaste de frutos, que foi influenciada pelos tratamentos. A maior produção de frutos remanescentes, 6,38 t ha⁻¹, foi verificada no tratamento 1 (no solo) e as menores, 1,73 t ha⁻¹ e 2,09 t ha⁻¹, nos tratamentos 2 (FITO 2) e 3 (FITO 2+ N). Assim, plantas no solo produziram maior número de frutos remanescentes do que as cultivadas nos substratos FITO.

As demais causas de desclassificação comercial foram frutos com rachaduras, com a média de 1,17 t ha⁻¹; frutos descoloridos, com a média de 0,97 t ha⁻¹; e frutos com o diâmetro inferior a 50 mm, com a média de 0,25 t ha⁻¹. Em todos os tratamentos, praticamente não houve ataque de doenças nos frutos, concordando com outros autores (Loures, 2001; Rebelo *et al.*, 1994) que também observaram baixa incidência de doenças em frutos de tomateiro em casa de vegetação.

O efeito dos tratamentos sobre a produção total (PT), comercial (PC) e ponderada (PP) por dia de permanência da cultura na casa de vegetação (Tabela 6) foi igual ao efeito dos tratamentos sobre a produção total, comercial e ponderada, pois o final do período de colheita ocorreu na mesma data. Ao se expressar o valor da produtividade por área e por tempo de permanência da cultura no campo, tem-se a noção da eficiência por unidade de área e por unidade de tempo visto, que o tomateiro de crescimento indeterminado é perene. Adicionalmente, expressar a produtividade em relação à produção de frutos grandes (produção ponderada) possibilita valorizar a produção obtida (Fontes, 1997).

A maior produção comercial por dia após o transplante (PCD) foi de 845 kg ha⁻¹ dia⁻¹, que ficou abaixo de 982, 1025, 1180 e 1202 kg ha⁻¹ dia⁻¹ obtidas em outros trabalhos (Camargos, 1998; Fontes, 1997; Loures, 1997; Papadopoulos & Hao, 1997), respectivamente. O último valor foi estimado em trabalho realizado em estufa

Tabela 6 - Produção total, comercial e ponderada por dia de permanência da cultura do tomateiro no ambiente protegido, em diferentes substratos

Tratamentos	Produção (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)		
	Total	Comercial	Ponderada
1. No solo	757,14 a	688,49 a	543,31 a
2. FITO 2	839,32 a	799,77 a	676,69 a
3. FITO 2+N	872,48 a	845,18 a	705,56 a
4. Subsolo	762,10 a	713,83 a	526,39 a
5. Serragem + Carvão	724,06 a	668,79 a	570,82 a
6. Substrato Comercial	736,54 a	688,57 a	521,42 a
C V (%)	19,24	21,82	30,52

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

coberta, com dupla camada de polietileno, controle de umidade e ventilação, enriquecimento de CO₂, lâ-de-rocha no substrato e fertirrigação. Por outro lado, a maior PCD neste experimento ficou acima de 682, 700, 762 e 807 kg ha⁻¹ dia⁻¹ calculados em trabalhos de outros autores (Camargos, 1998; Fontes *et al.*, 2004; Rattin *et al.*, 2003; Vooren *et al.*, 1986), respectivamente.

A mais alta produção ponderada por dia após o transplante (PPD) foi de 706 kg ha⁻¹, verificada no tratamento FITO 2+N (Tabela 6). Os valores relativos para os tratamentos 1, 2, 4, 5 e 6 foram 77, 96, 75, 81 e 74 %, respectivamente. Esse resultado pode indicar que o tratamento 3 (FITO 2 +N) possibilitaria a obtenção de maior retorno econômico.

REFERÊNCIAS

- Adams P, Winsor GW. & Donaldo JD (1973) The effects of nitrogen, potassium, and sub-irrigation on the yield, quality and composition of single-truss tomatoes. *Journal of Horticultural Science* 48: 123-133.
- Ammiraju S, Veremis C, Huang X, Roberts A & Kaloshian I (2003) The heat-stable root-knot nematode resistance gene Mi-9 from *Lycopersicon peruvianum* is localized on the short arm of chromosome 6. *Theoretical and Applied Genetics* 106 (3): 478-84.
- Andriolo JL, Duarte TS, Ludke L & Skrebsky EC (1997) Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. *Horticultura Brasileira* 15 (1): 28-32.
- Andriolo JL, Duarte TS, Ludke L & Skrebsky EC (1999) Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. *Horticultura Brasileira* 17 (3): 215-219.
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1975) Official methods of analysis, 12 ed. Washington, D.C., AOAC, 1094 p.
- Atiyeh RM, Lee S, Edwards CA, Arancon NQ & Metzger JD (2002) The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology* 84 (1): 7-14.
- Bartkowski K & Nowosielski, O (1993) Brown coal ash and magnetic device for soilless culture. In: of the 8th International Congress on Soilless Culture, 1992, Hunter Rest, South Africa. Proceedings...Wageningen: International Society for Soilless Culture (ISOSC), p.33-49.
- Blanc D. Les substrats (1987). In: Blanc M (Ed.) Les cultures hors sol. Paris: INRA. p. 9-13.
- Camargos MI de (1998) Produção e qualidade dos frutos do tomateiro cultivado em estufa, em função do espaçamento e do número de cachos por planta. Tese de mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 68 p.

- Cecon Novo AA (2002) Avaliação do sistema FITO 2 na produção de tomate longa vida em casa de vegetação. Tese de mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 70 p.
- Fayad JA, Fontes PCR, Cardoso AA, Finger FL & Ferreira FA (2001) Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 19 (3): 365-369.
- Ferreira MMM (2001) Índices de nitrogênio para o diagnóstico do estado nutricional do tomateiro em presença e ausência de adubação orgânica. Tese de doutorado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 145 p.
- Fontes PCR (1997) Produtividade do tomateiro: kg/ha ou kg/ha/dia? *Horticultura Brasileira* 15 (2): 83-84.
- Fontes PCR & Silva DJH (2002) Produção de tomate de mesa. Viçosa, MG, Aprenda Fácil. 195 p.
- Fontes PCR, Loures JL, Galvão JCC, Cardoso, AA & Mantovani EC (2004) Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 22 (3): 614-619.
- Guimarães TG (1998) Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio. Tese de Doutorado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 184 p.
- Gul A & Selvgigan A (1992) Effect of growing media on glasshouse tomato yield and quality. *Acta Horticulturae* 303: 145-150.
- Heutt DO & Dettmann EB (1988) Effect of nitrogen, fruit quality and nutrient uptake of tomatoes grown in sand culture. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 28: 391-399.
- Islam S, Khan S, Ito T, & Shinohara Y (2002) Characterization of the physico-chemical properties of environmentally friendly organic substrates in relation to rockwool. *Journal Horticultural Science and Biotechnology* 77 (2): 143-148.
- Jackson ML (1958) Nitrogen determinations for soil and plant tissue. In: Jackson ML (Ed.). *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1958. p.183 - 204.
- Loures JL (1997) Produção de tomate pela técnica em saco plástico contendo esterco de suínos no substratos. Tese de mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 58 p.
- Loures JL (2001) Estabelecimento e avaliação do sistema de produção de tomate denominado FITO, em estufa. Tese de doutorado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 96 p.
- Loures JL, Fontes PCR, Sedyama MAN, Cardoso AA & Casali, VWD (1998) Produção e teores de nutrientes no tomateiro cultivado em substrato contendo esterco de suínos. *Horticultura Brasileira* 16 (1): 50-55.
- Papadopoulos AP (1991) Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media. Ontário, Agriculture Canada Publication. 79p.
- Papadopoulos AP & Hao X (1997) Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and energy use. *Scientia Horticulturae* 69: 1-29.
- Pinamonti F, Stringari G & Zorgi G (1997) Use of compost in soilless cultivation. *Compost Science & Utilization* 5 (2): 38-46.
- Rattin JE, Andriolo JL & Witter M (2003) Acumulação de massa seca e rendimento de frutos de tomateiro cultivado em substrato com cinco doses de solução nutritiva. *Horticultura Brasileira* 21 (1): 26-30.
- Rebelo JÁ, Eberhardt D & Stuker H (1994) A plasticultura como fator de controle integrado de doenças de tomateiro. *Horticultura Brasileira* 12 (1): p. 97.
- Riviere LM & Caron J (2001) Research on substrates: state of the art and need for the coming 10 years. *Acta Horticulturae* 548: 29-41.
- Vooren J, Welles GWH & Hayman G (1986) Glasshouse crop production. In: Atherton JG & Rudich, J (Ed.). *The tomato crop. A scientific basis for improvement*. London: Chapman and Hall. p. 581-623.