

CRESCIMENTO DO TOMATEIRO E QUALIDADE DO FRUTO EM DIFERENTES SUBSTRATOS

TOMATO PLANT GROWTH AND FRUIT QUALITY AS AFFECTED BY SUBSTRATES

Antonio Alonso Cecon NOVO¹; Paulo Cezar Rezende FONTES²; Derly José Henriques da SILVA³; Paulo Roberto CECON⁴

RESUMO: O experimento teve o objetivo de avaliar, em ambiente protegido, o efeito de diferentes substratos sobre o crescimento do tomateiro e qualidade do fruto, cv Carmen. Os tratamentos foram: 1- testemunha: no solo da casa de vegetação; 2- FITO 2: uso da técnica do saco plástico com substrato adubado com macro e micronutrientes; 3- FITO 2+N: idem ao anterior com 50 % mais de nitrogênio; 4- Subsolo: idem ao tratamento 2, tendo como substrato o subsolo; 5- Idem ao tratamento 2, sendo o substrato 50% de carvão + 50% de serragem; 6- Comercial: idem ao sistema 2, utilizando substrato comercial. O experimento seguiu o delineamento de blocos ao acaso com seis repetições. Os tratamentos não influenciaram a altura final da planta e o pH dos frutos. A maior produção de matéria seca ocorreu no fruto sendo que o crescimento do tomateiro (matéria seca de folha + cacho + caule + fruto + raiz) foi semelhante em todos os tratamentos exceto no substrato contendo serragem + carvão que foi menor. A mesma qualidade de frutos (sólidos solúveis totais) foi obtida nos tratamentos FITO, subsolo e testemunha. A adição extra de N ao sistema FITO não influenciou, significativamente, nenhuma característica avaliada.

UNITERMOS: *Lycopersicon esculentum* Mill., Tomate, Ácido cítrico, Sólidos solúveis, Cultivo sem solo, Ambiente protegido.

INTRODUÇÃO

O cultivo do tomateiro em ambiente protegido é realizado no solo ou em substrato. O plantio em substrato ou cultivo sem solo surgiu na tentativa de maximizar o uso das áreas ou, mais provavelmente, devido aos problemas de salinização e aumento da incidência de patógenos com o uso contínuo do solo. O cultivo de hortaliças utilizando substratos que não o solo como suporte das raízes é empregado em vários países. Entretanto, o custo e o nível tecnológico são os principais fatores limitantes da técnica. Apesar disto, tem atraído produtores em vários países (PINAMONTI et al., 1997; RIVIERE; CARON, 2001).

A técnica de cultivo sem solo consiste no plantio das plantas em água, acondicionada em vasos, tubos e canais. Alternativamente à água como substrato há os materiais inorgânicos naturais ou manufaturados como areia, quartzo moído, cascalho, vermiculita, lãs minerais, espumas sintéticas, argila expandida e materiais orgânicos como,

casca de plantas, serragem e, principalmente, turfa dispostos em recipientes como os sacos plásticos e vasos (CALABRETA et al., 1994). A produção de tomate em substitutos à turfa têm mostrado problemas técnicos e excessivo custo, limitando seus usos.

Estudos iniciais, em condições brasileiras, têm indicado a possibilidade de produção de tomate em substrato (ANDRIOLO et al., 1997; LOURES et al., 1998; CARRIJO et al., 2002; RATIN et al., 2003). A mistura de 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 de nutrientes. Assim, foi estabelecido o sistema FITO (FONTES et al.) que consiste no plantio do tomateiro em saco plástico contendo composto e areia, apropriadamente adubado, como substrato. O trabalho objetivou avaliar o efeito do sistema FITO e de outros substratos sobre o crescimento da planta e a qualidade do fruto do tomateiro, cv Carmen.

¹ Professor da Escola Família Agrícola de Boa Esperança-ES.

² Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa.

³ Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa.

⁴ Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Informática, Bolsista do CNPq.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido com plástico na Universidade Federal de Viçosa, na Horta de Pesquisa do Departamento de Fitotecnia, situada a 693 m de altitude, 20° 45' S e 42° 51' O, clima do tipo Cwa. A estrutura da casa de vegetação é do tipo Capela, com largura de 9 m, comprimento de 40 m, altura dos esteios laterais 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 laterais e frontais ficaram abertas durante todo o período experimental. As sementes de tomateiro, híbrido Carmen, foram semeadas em 15/12/2001 e transplantadas em 12/01/2002, quando apresentavam seis folhas definitivas.

O experimento constou de seis sistemas de produção, os quais constituíram os tratamentos, dispostos em bloco ao acaso, em seis repetições, com 16 plantas na parcela. A unidade experimental foi constituída de duas plantas ocupando 1,2 m² de área útil. As duas plantas de cada extremidade e as duas fileiras laterais foram bordaduras. Os tratamentos foram:

Tratamento 1: cultivo do tomateiro no solo da casa de vegetação (Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço (testemunha), seguindo os procedimentos tradicionais, utilizados por Camargos (1998). Nesse tratamento, aos 20 dias antes do transplante, as parcelas foram calcareadas para elevar a saturação de bases para 70 %. Posteriormente, no dia anterior ao transplante, foi realizada a adubação de plantio, aplicando-se, no sulco, superfosfato simples (525 kg ha⁻¹ P₂O₅), sulfato de Mg (15 kg ha⁻¹ MgO) e os micronutrientes (10 kg ha⁻¹ de ácido bórico, 10 kg ha⁻¹ de sulfato de Zn e 0,2 kg ha⁻¹ de molibdato de sódio). O N e o K, nas formas de nitrocálcio e de KCl, foram parcelados, aplicando-se 10% do total (29 kg ha⁻¹ de N e 58 kg ha⁻¹ de K₂O) em sulco, antes do 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 cultivado em saco plástico seguindo os procedimentos de Fontes *et al.*¹ O saco plástico media 18 x 22 x 30 cm de altura, largura e comprimento, respectivamente e continha 9 dm³ do substrato formado pela mistura de composto orgânico + areia média, na proporção de 25:75 % (v/v). O composto foi produto da fermentação de restos da cultura de feijão, trigo, palha de café e esterco bovino. Cada saco ou "almofada" com o substrato foi furado no fundo e colocado no chão da casa de vegetação, em linhas contínuas, espaçadas 1,0 m entre si. No centro de cada "almofada" foi transplantada uma muda de tomate, ficando distanciadas 60 cm entre si. A fertirrigação da cultura, via

irrigação por gotejamento, seguiu os procedimentos descritos em Fontes; Silva (2002). As quantidades totais de fertilizantes aplicados por planta foram: 88 g de nitrocálcio, 27 g de superfosfato simples, 70 g de KCl, 12 g de sulfato de Mg, 1270 mg de ácido bórico, 1060 mg de sulfato de Mn, 289 mL de FeEDTA, 269 mg de sulfato de Cu, 70 mg de sulfato de Zn e 20 mg de molibdato de Na sendo todos produtos comerciais, exceto o FeEDTA, que foi utilizado material P.A. Todos os fertilizantes, exceto 90 % do KCl e nitrocálcio, foram misturados nos substratos e colocados nos sacos plásticos, um dia antes do transplante das mudas. O restante do KCl e nitrocálcio foram fornecidos, em partes iguais, em fertirrigação, no total de 15 aplicações, semanalmente, a partir da segunda semana após o transplante.

Tratamento 3: chamado de sistema FITO 2+N, foi semelhante ao tratamento 2, com exceção do nitrogênio que foi aplicado a concentração 50% superior a do FITO 2. Tratamento 4: semelhante ao FITO 2, exceto que o substrato foi o subsolo retirado de perfil aberto a 1,50 m de profundidade, na Horta de Pesquisa da UFV. Tratamento 5: semelhante ao FITO 2, exceto que o substrato foi a mistura de serragem + carvão, na proporção 50 % (v/v). Tratamento 6: o tomateiro foi cultivado em saco plástico de polietileno de 90 x 40 cm, contendo 15 kg ou 26 L de substrato comercial (Rendmax[®]). Neste caso, cada almofada recebeu duas plantas. O substrato comercial 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 das quantidades de fertilizantes indicados no tratamento 2, considerando que havia duas plantas em cada saco de substrato. As características químicas e físicas de amostras das misturas que constituíram os tratamentos 1, 2, 4, 5 e 6 estão na Tabela 1.

Em todos os tratamentos, a irrigação por gotejamento foi feita diariamente utilizando-se tubo com os gotejadores distanciados 0,3 m. (FONTES *et al.*)¹. O tomateiro foi conduzido com duas hastes, tutorado com fitilho de plástico, na vertical (FONTES; SILVA, 2002) e foram deixados 9 cachos por planta. 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 desbrotas semanais. Nas desbrotas, todas as ramificações laterais, exceção daquela originada abaixo do primeiro cacho, foram eliminadas, permanecendo os ramos principal e secundário. As podas apicais das duas hastes foram efetuadas acima da terceira folha surgida após o 9° cacho. Não foi feito o desbaste de frutos.

Foram avaliadas as seguintes características relacionadas ao crescimento: a) altura da planta, medida do

nível do solo até a extremidade final do caule mais longo, aos 30, 37, 44, 51, 58, 65, 7 e 79 dias após o transplante; b) número de folhas determinado nas mesmas datas anteriores; e c) pesos das matérias secas das folhas, cachos, caules, frutos e raízes no término do ciclo da cultura. 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 70 °C, até atingirem pesos constantes. O peso da matéria seca de frutos foi calculada como sendo 5 % do peso da matéria fresca dos mesmos.

Tabela 1. Características químicas e físicas de amostras das misturas que constituíram os tratamentos.

Características	Tratamentos ^{6/}				
	1	2	4	5	6
pH-H ₂ O 1:2,5	5,70	6,57	5,30	6,00	5,90
P (mg dm ⁻³) ^{1/}	40,30	0,030 ^{4/}	1,40	0,02	6,00
K (mg dm ⁻³) ^{1/}	87,00	0,052 ^{4/}	6,00	0,02	80,00
Ca (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	4,00	0,177 ^{4/}	0,80	0,03	8,10
Mg (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	1,50	0,157 ^{4/}	0,20	0,01	2,40
Al (cmol _c dm ⁻³) ^{2/}	0,00	-	0,10	0,00	0,00
H+Al (cmol _c dm ⁻³) ^{3/}	2,30	-	1,80	0,99	0,30
SB (cmol _c dm ⁻³)	5,80	-	1,00	0,04	10,75
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	5,80	-	1,10	0,04	10,75
CTC total (cmol _c dm ⁻³)	8,10	-	2,80	0,14	11,05
Condutividade elétrica (dS/m) ^{5/}	0,73	0,69	0,65	0,60	0,50
Equivalente umidade (dag kg ⁻¹) ^{5/}	33,19	11,63	34,14	67,93	52,50
Densidade de partículas (g cm ⁻³) ^{4/}	2,60	2,47	2,30	1,39	1,43
Porosidade do solo (% ^{5/})	64,23	49,39	56,52	74,10	72,72
Densidade (g cm ⁻³) ^{5/}	0,93	1,25	1,00	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/} Extração nitricoperclórica, elementos em %. ^{5/} De acordo com o Laboratório de Física do Solo da UFV. ^{6/} Tratamentos: 1-No solo; 2-FITO 2; 3-FITO 2+N; 4-Subsolo; 5-Serragem + Carvão e 6-Substrato comercial.

Os frutos foram colhidos, semanalmente, em 18 colheitas, no período de 13/03 a 27/05 quando estavam totalmente vermelhos. Em todos os tratamentos, a primeira colheita foi realizada aos 58 dias após o transplante, e a última, aos 133 dias. A última colheita foi feita quando não havia frutos com potencialidade de se transformarem em “frutos comerciais”, os quais foram chamados de frutos remanescentes. Na primeira, quarta e sexta colheita foi determinada a incidência de frutos ocados, estimando-se, visualmente, o espaço vazio interno do fruto e atribuindo a nota 1 para os frutos sem ocamento; nota 2, para os ligeiramente ocados; nota 3, para os moderadamente ocados, nota 4, para os muito ocados; e nota 5, para os extremamente ocados (CAMARGOS, 1998).

Na sexta colheita foram amostrados cinco frutos comercializáveis por tratamento para serem analisados. O pH foi determinado por potenciometria em cerca de 10 g da amostra após a adição de 100 mL de água destilada e homogeneização. Na análise de sólidos solúveis totais, cerca de 10 g da amostra foram macerados e levados ao refractômetro onde mediu-se a porcentagem de sólidos

solúveis. Para quantificação de ácidos foram homogeneizados cerca de 10 g da amostra em 100 mL de água destilada; ao homogeneizado foram acrescentadas três gotas de fenoftaleína a 1% e feita a titulação com 0,1N de NaOH, sendo calculada a quantidade de ácidos expressa em % de ácido cítrico (PREGOLATTO; PREGOLATTO, 1985).

Os dados foram analisados por meio de análise de variância. As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível 5% de probabilidade. Para a análise estatística das variáveis altura e número de folhas considerou-se um esquema de parcelas subdivididas, sendo os dados analisados pelas análises de variância e de regressão. Para análise estatística da variável espaço vazio interno (ocamento) dos frutos adotou-se a estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas primeiras épocas de amostragem, quando as plantas estavam adaptando-se ao novo substrato, a altura da planta não foi influenciada significativamente pelos

tratamentos (Tabela 2). Aos 79 dias após o transplante (DAT), quando foi feita a poda apical, também não houve efeito dos tratamentos sobre a altura das plantas que atingiram a média de 1,95 m. Até aos 79 DAT, em todos os tratamentos, a altura das plantas cresceu linearmente (equa-

ções não mostradas). Altura da planta muito elevada dificulta os tratos culturais, como amarrios, desbrotas, colheitas e pulverizações, podendo levar a uma menor eficiência no controle de pragas e doenças, além de aumentar o risco de intoxicação do aplicador.

Tabela 2. Altura do tomateiro (cm) em função da idade

Idade do Tomateiro ^{1/}	Tratamentos ^{2/}					
	1	2	3	4	5	6
30	27,5a	31,2 a	29,9 a	29,9 a	28,5 a	20,9 a
37	31,8 a	38,3 a	39,5 a	38,0 a	32,6 a	25,9 a
44	51,4 ab	64,2 ab	66,1 a	63,8ab	47,7 ab	43,6 b
51	77,1 bc	92,3 ab	100,3 a	95,9 ab	62,6 c	70,7 c
58	101,7 bc	122,6 ab	119,4 abc	125,3 a	102,0 bc	99,2 c
65	137,1 b	161,6 a	161,3 a	164,3 a	131,6 b	118,3 b
72	156,4 b	184,5 a	173,0 ab	178,0 a	163,6 ab	168,3 ab
79	187,8 a	200,8 a	198,3 a	194,8 a	189,6 a	196,1 a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey. ^{1/} Dias após o transplante. ^{2/} Tratamentos: 1-No solo; 2-FITO 2; 3-FITO 2+N; 4 Subsolo; 5-Serragem + Carvão e 6-Substrato comercial.

A altura do tomateiro pode variar em razão de diversos fatores, como cultivar, época de plantio, número de caules e de cachos deixados por planta (OLIVEIRA, 1995; CAMARGOS, 1998), material utilizado para cobrir a casa de vegetação (PAPADOPOULOS; HAO, 1997), manejo da fertirrigação (RUIZ et al., 1996), local de plantio, (LOURES, 2001). No presente experimento os tratamentos não influenciaram a altura da planta devido, provavelmente, à poda realizada.

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre o número de folhas por planta (NFP) a partir de 44 DAT (Tabela 3), período que pode ser considerado de adaptação das plantas ao novo substrato. Até quando foi feita a poda apical, aos 79 DAT, o NFP foi linear crescente (equações não mostradas) em todos os tratamentos sendo que o maior (42,33 folhas) e o menor (37,00) número de folhas por planta foi verificado nos tratamentos 2 e 1 associado às plantas aparentemente mais e menos altas, respectivamente.

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre a produção de matéria seca dos diversos órgãos da planta, folha, cacho, caule e raiz (Tabela 4), havendo a tendência dos maiores valores estarem associados aos tratamentos 1, (solo) 2 (FITO 2) e 3 (FITO 2+N) e os menores aos tratamentos 5 (Serragem+carvão) e 6 (Substrato comercial). O peso da matéria seca dos frutos não foi significativamente influenciado pelos tratamentos.

Maior proporção de matéria seca foi direcionada

para os frutos quando o tomateiro foi cultivado nos substratos (média de 64,4 %) que em solo (59,3 %), concordando com Andriolo et al. (1997). Foram os frutos que mais contribuíram para a quantidade total de matéria seca produzida pelo tomateiro (Tabela 4), resultado semelhante ao obtido por Fayad et al. (2001) com outro híbrido. Teorias têm sido propostas para explicar a distribuição de assimilados e, conseqüentemente, a partição da matéria seca nos órgãos das plantas. A mais aceita é a hipótese de que a distribuição da matéria seca na planta seja regulada pela força do dreno dos órgãos, termo usado para descrever a habilidade competitiva de um órgão em atrair assimilados, quantificada pela taxa de crescimento potencial (HEUVELINK, 1996), sendo o fruto o dreno preferencial.

Maior e menor produção de raízes ocorreram em tomateiro nos tratamentos 6 e 5, respectivamente; contudo, esses tratamentos apresentaram valores semelhantes de produção de matéria seca total. Segundo Hameed et al. (1987) e Ruff et al. (1987), a restrição ao crescimento radicular causa reduções da área foliar, transpiração, número de nós na parte aérea e crescimento do tomateiro. No entanto, no presente trabalho, a restrição de crescimento do sistema radicular não foi acompanhada com restrição na produção de matéria seca de frutos e total da planta. Intenso ataque do nematóide *Meloidogyne javanica* foi verificado no tomateiro no solo (tratamento 1).

Tabela 3. Número de folhas do tomateiro em função da idade

Idade do Tomateiro ^{1/}	Tratamentos ^{2/}					
	1	2	3	4	5	6
30	5,58 a	5,50 a	5,67 a	5,75 a	6,00 a	5,33 a
37	6,70 a	7,67 a	8,08 a	8,17 a	7,58 a	6,83 a
44	9,50 b	13,25 a	14,41 a	13,25 a	12,08 ab	11,83 ab
51	17,17 b	20,42 ab	20,58 a	20,58 a	18,42 ab	18,67 ab
58	21,92 b	25,67 a	25,67 a	26,00 a	21,83 b	21,67 b
65	28,08 bcd	31,25 ab	31,17 abc	31,58 a	27,92 cd	27,58 d
72	31,42 c	37,17 a	35,92 ab	38,50 a	33,42 bc	33,08 bc
79	37,00 b	42,33 a	40,17 ab	41,50 a	37,00 b	37,25 b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey. ^{1/} Dias após o transplante. ^{2/} Tratamentos: 1-No solo; 2-FITO 2; 3-FITO 2+N; 4 Subsolo; 5-Serragem + Carvão e 6-Substrato comercial.

Tabela 4. Pesos das matérias secas (g planta⁻¹) de folhas, cachos, caule, frutos, raízes e total do tomateiro.

Tratamentos	Peso da matéria seca					
	Folhas	Cachos	Caule	Frutos	Raízes	Total
1. No solo	107,47 a	20,83 a	38,41 ab	302,10 a	40,83 ab	509,64 a
2. FITO 2	105,12 ab	19,50 ab	46,45 a	334,85 a	21,66 bc	527,58 a
3. FITO 2+N	90,58 abc	18,08 ab	39,33 ab	348,10 a	35,33 ab	531,42 a
4. Subsolo	83,54 abc	18,33 ab	35,62 b	304,10 a	34,16 abc	475,75 ab
5. Serr.+ Carvão	79,91 c	13,66 b	34,70 b	288,85 a	13,50 c	430,62 b
6. Substr. Comer.	82,91 bc	15,58 ab	35,45 b	293,85 a	46,25 a	474,04 ab
CV (%)	14,69	20,81	13,99	19,24	38,36	11,85

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

A incidência de espaço vazio ou ocamento dos frutos foi leve e, praticamente, não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 5). Camargos (1998) encontrou valor igual a 2,0 na primeira colheita, com o mesmo híbrido Carmen, em período de julho a dezembro. Temperatura mais elevada no momento de formação do fruto é um fator que contribui para o maior ocamento do tomate (MINAMI;

HAAG, 1989). A porcentagem de frutos ocados pode variar com o cultivar e as condições do ambiente, como extremos de temperatura e baixa luminosidade que proporcionam baixa polinização e fertilização, além de redução ou ausência do desenvolvimento de sementes (GRIERSON ; KADER, 1986). Em nenhum dos tratamentos no presente trabalho foi verificada ausência de sementes nos frutos.

Tabela 5. Médias e desvios padrão das notas atribuídas ao espaço vazio interno (ocamento) dos frutos do tomateiro, em três épocas de colheita.

Tratamentos	Colheita		
	1 ^a	4 ^a	6 ^a
1 – No solo	1,83 ± 1,33	3,50 ± 1,38	1,67 ± 0,81
2 – FITO 2	2,00 ± 1,55	1,50 ± 0,84	1,00 ± 0,00
3 – FITO 2+N	1,34 ± 0,82	1,34 ± 0,82	1,00 ± 0,00
4 – Subsolo	1,00 ± 0,00	2,34 ± 1,75	1,67 ± 0,41
5 – Serragem+Carvão	1,67 ± 0,41	2,67 ± 1,37	2,50 ± 1,97
6 – Substrato comercial	1,67 ± 0,41	1,67 ± 0,41	1,34 ± 0,82
CV (%)	66,16	66,28	77,03

Os tratamentos influenciaram as concentrações de ácido cítrico (acidez titulável) e de sólidos solúveis totais dos frutos, sendo o oposto verificado para o pH (Tabela 6). Em homogeneizados de frutos ou vegetais, devido à presença de colóides e sais tampões que influenciam a leitura do pH, podem ocorrer soluções com o mesmo pH e teores de ácido cítrico diferentes (STEVENS *et al.*, 1977). Os valores de pH encontrados estão abaixo do limite de 4,50 estabelecidos para separar frutos ácidos de não ácidos (GOULD, 1974) apesar de Jones Junior (1999) citar que a faixa comum de pH para frutos de tomate varia de 4,0 a 4,5. Gul e Selvgigan (1992) e Loures (2001) não encontraram diferenças significativas nos valores de pH dos frutos de tomate produzidos em casa de vegetação, em diferentes substratos e no solo, tendo os valores de pH variado de 4,03 a 4,11 e de 3,92 a 4,08, respectivamente. Camargos (1998) encontrou valor médio de pH igual a 4,38 em frutos do híbrido Carmen, cultivado no solo, em casa de vegetação. Alan *et al.* (1994) verificaram valores de pH de 4,50 em frutos de tomateiro plantado em sacos plásticos, utilizando solo, perlita, turfa, areia e pedra-pomes como substratos.

O teor de ácido cítrico nos frutos oriundos do tratamento 6 foi menor que nos frutos do tratamento no solo (Tabela 6). Em todos os tratamentos, os teores de ácido cítrico nos frutos estão acima de 0,44 %, valor abaixo do qual os frutos são considerados insípidos (PANAGIOTOPOULOS; FORDHAM, 1995).

Da mesma forma, o teor de sólidos solúveis totais nos frutos oriundos do tratamento 6 foi menor que nos frutos do tratamento no solo (Tabela 6); o mesmo ocorreu com os

frutos das plantas no tratamento 5. A percentagem de sólidos solúveis totais, composta por açúcares livres e ácidos orgânicos, está relacionada ao sabor do fruto. Dependendo da região, os consumidores preferem frutos com taxa balanceada de açúcares/ácidos (HOBSON; BEDFORD, 1988). Em trabalhos realizados em Viçosa, valores de sólidos solúveis totais variando de 4,45 dag kg⁻¹ a 5,19 dag kg⁻¹ têm sido obtidos, dependendo da cultivar e do ambiente de cultivo (CAMARGOS, 1998; SAMPAIO, 1996).

Portanto, exceto no tratamento 6 (substrato comercial), plantas nos demais substratos propiciaram a obtenção de frutos com o mesmo teor de ácido cítrico; o mesmo foi verificado para os tratamentos 5 e 6 na característica sólidos solúveis totais). Foi observado, visualmente, o desenvolvimento anormal da parte aérea das plantas no tratamento 5, confirmado pelos menores pesos de folha, cacho, caule, raiz e total. Os substratos dos tratamentos 5 e 6 foram adubados igualmente aos demais. Porém, pode ter havido disponibilidade diferenciada de nutrientes devido a diferentes teor inicial e adsorção de nutriente pelos substratos, principalmente N, P e B pelo carvão+serragem. Pode também, devido à constituição física, principalmente maior equivalente de umidade (Tabela 1), os tratamentos 5 e 6 terem acumulado mais água e sais no recipiente, dificultando a drenagem e permanecendo menos aerados que os demais. O acúmulo de sais no substrato reduz a atividade dos íons bivalentes e monovalentes e o potencial total da água, reduzindo a produção de massa seca de folhas e caules e a absorção, translocação e acúmulo de fotoassimilados nos frutos.

Tabela 6. Valores de acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST) e de pH na matéria fresca dos frutos de tomate.

Tratamentos	AT (% de ácido cítrico)	SST(dag kg ⁻¹)	pH
1.No solo	0,59 a	5,20 a	4,05 a
2. FITO 2	0,48 ab	4,76 ab	4,10 a
3. FITO 2+N	0,51 ab	4,94 ab	4,05 a
4. Subsolo	0,54 ab	4,96 ab	4,06 a
5. Serragem + Carvão	0,52 ab	4,45 b	4,05 a
6. Substrato Comercial	0,46 b	4,50 b	3,99 a
C V (%)	13,32	8,07	1,53

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

CONCLUSÕES

- O crescimento do tomateiro (matéria seca total) foi semelhante em todos os tratamentos exceto no substrato contendo serragem + carvão que foi menor.

- Nenhum tratamento influenciou o pH dos frutos.
- A adição de quantidade extra de nitrogênio não promoveu aumentos no crescimento e na qualidade dos frutos.

ABSTRACT: The work aimed to evaluate the effects of substrates on tomato plant (cv Carmen) growth and fruit quality. The treatments were: 1- check plot: plant transplanted to unheated greenhouse soil; 2- FITO 2: plants in plastic bags containing organic compost + sand as substrate; 3- FITO 2+N: similar to the previous but 50 % more N; 4- Subsoil: similar to treatment 2 but the substrate was a subsoil; 5- similar to treatment 2 but the substrate was 50 % coal + 50 % sawdust (v/v); 6- Commercial: similar to treatment 2 but the substrate was commercial. The experiment was in randomized blocks with six replications. Treatments did not affect plant height and fruit pH. The highest dry matter accumulation was in the fruit and tomato plant growth (leaf + cluster + stem + fruit + root) was similar at all treatments but in coal + sawdust substrate where it was lower. The same fruit quality (total soluble solids) was obtained at FITO 2, FITO 2+N, subsoil, and check. Extra N addition to FITO 2 did not affect all measured characteristics.

UNITERMS: *Lycopersicon esculentum* Mill., Tomato, Citric acid, Soluble solids, Soilless culture, Unheated greenhouse.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAN, R.; ZULKADIR, A.; PADEM, H. The influence of growing media on growth, yield and quality of tomato grown under greenhouse conditions. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 366, p. 429-435, Ago. 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. 28-32, Mai. 1997.

CALABRETTA, C.; NUCIFORA, M. T.; FERRO, B. New techniques for the cultivation and defence of tomato crops in cold greenhouses in the area Regusa. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 361, p. 530-544, Jun. 1994.

CAMARGOS, M. I. **Produção e qualidade dos frutos do tomateiro cultivado em estufa, em função dos espaçamento e do número de cachos por planta**. 1998. 70 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra de coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.4, p. 533-535, Dez. 2002.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 365-369, Nov. 2001.

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

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

GRIERSON, D., KADER, A. A. Fruit ripening and quality. In: ATHERTON, J. G.; RUDICH, J. (Ed.). **The tomato crop: a scientific basis for improvement**. New York: Chapman and Hall, 1986. 661p.

GUL, A.; SELVGIGAN, A. Effect of growing media on glasshouse tomato yield and quality. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 303, p. 145-150, Fev. 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**, London, v. 59, p. 685-692, Jul. 1987.

HEUVELINK, E. Dry matter partitioning in tomato: validation of a dynamic simulation model. **Annals of Botany**, London, v. 77, p. 71-80, Jan. 1996.

- HOBSON, G. E.; BEDFORD, A. The composition of cherry tomatoes and its relation to consumer acceptability. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 64, n. 3, p. 324-329, Jun. 1988.
- JONES JUNIOR, J. B. **Tomato plant culture: in the field, greenhouse, and home garden**. New York: CRC, 1999. 199p.
- LOURES, J. L. **Estabelecimento e avaliação do sistema de produção de tomate denominado FITO, em estufa**. 2001. 96 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: 2001.
- 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, Mai. 1998.
- MINAMI, K.; HAAG, H. P. **O tomateiro**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 397p.
- OLIVEIRA, M. R. L. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 8, p. 1049-1060, Ago. 1995.
- PANAGIOTOPOULOS, L.J.; FORDHAM, R. Effects of water stress and potassium fertilisation on yield and quality (flavour) of table tomatoes (*Lycopersicon esculentum*, Mill.). **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 379, p. 113-120, Jun. 1995.
- PAPADOPOULOS, A. P.; HAO, X. Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and energy use. **Scientia Horticulturae**, Wageningen, v. 70, n. 2-3, p. 165-178, Jul. 1997.
- PINAMONTI, F.; STRINGARI, G.; ZORGI, G. Use of compost in soilless cultivation. **Compost Science & Utilization**, Emmaus, v. 5, n. 2, p. 38-46, Mai. 1997.
- PREGOLATTO, W.; PREGOLATO, D. P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1, 375p.
- RATTIN, J. E.; 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, Mar. 2003.
- RIVIERE, L. M.; CARON, J. Research on substrates: state of the art and need for the coming 10 years. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 548, p. 29-41, Mar. 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**, Alexandria, v. 112, n. 5, p. 763-769, Set. 1987.
- RUIZ, J.; ADHANOHOON, A.; LARA, D. Comportamento del tomate, variedad Floradel sometido a diferentes variantes de fertirrigación. **Cultivos Tropicales**, Santiago, v. 17, n. 2, p. 25-26, Fev. 1996.
- 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**. 1996, 117 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- STEVENS, M. A.; KADER, A. A.; ALBRIGHT-HOLTON, M.; ALGAZI, M. Genotypic variation for flavor and composition in fresh market tomatoes **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 102, n. 5, p. 680-689, Set. 1977.