

Efeito do volume de solução nutritiva na produção e nutrição do tomateiro tipo cereja cultivado em substrato¹

Volume effect of nutritive solution on the production and nutrition of cherry tomato plants cultivated in substrate

Ismail Soares², Valmório Sebastião de Souza³, Lindbergue Araújo Crisóstomo⁴
e Luis Antônio da Silva⁵

RESUMO

Este trabalho foi conduzido com objetivo de estudar o efeito de diferentes volumes de solução nutritiva na produção e estado nutricional do tomateiro tipo cereja, cultivado em substrato. Foram avaliados cinco volumes de solução nutritiva (780, 960, 1140, 1320 e 1500 mL.planta⁻¹.dia⁻¹), arranjados em delineamento em blocos casualizados, com oito repetições, a céu aberto. As mudas foram produzidas em sistema hidropônico e transplantadas para sacolas de polietileno preto, contendo 12 dm³ de substrato, composto por areia, vermiculita e casca de arroz não carbonizada, na proporção volumétrica de 6:2:2, com espaçamento de 1,0 x 0,5 m. O volume de solução nutritiva afetou o número e o peso médio dos frutos. A produção máxima de frutos foi obtida com aplicação de 1500 mL.planta⁻¹.dia⁻¹ de solução nutritiva. Os teores foliares de N, P, Ca, Mg, S, Zn e Cu ficaram dentro da faixa considerada adequada à cultura, enquanto os de K e Mn ficaram abaixo e o de Fe, acima. As concentrações de nutrientes na solução nutritiva devem ser ajustadas de acordo com as fases de crescimento vegetativo e de frutificação do tomateiro.

Termos para indexação: *Lycopersicon esculentum*, cultivo sem solo, fertirrigação, nutrição mineral.

ABSTRACT

This research has been conducted aiming to study the effects of different volumes of nutritive solution on the production and nutrition stages of cherry tomato plants, cultivated in substrate. Five volumes of nutritive solution were evaluated (780; 960; 1,140; 1,320, and 1,500 mL.plant⁻¹.day⁻¹), arranged in a complete randomized design, with eight replicates, in open air. The plantlets were grown in a hydroponics system, then transplanted to black polyethylene bags, with 12 dm³ of substrate, composed of sand, worm-culture and non carbonized rice chaff with a volumetric proportion of 6:2:2, in a space of 1.0 x 0.5 m. The volume of the nutritive solution affected the number and average weight of the fruits. The highest fruit production was obtained with the application of 1,500 mL.plant⁻¹.day⁻¹ of nutritive solution. The composition of N, P, Ca, Mg, S, Zn, and Cu in the leaves was within the level considered as adequate for the culture, while that of K and Mn were lower and Fe was higher. The concentration of nutrients in the nutritive solution should be adjusted in accordance with the vegetable growth phases and fruit production of the tomato plant.

Index terms: *Lycopersicon esculentum*, soilless culture, fertigation, mineral nutrition.

¹ Recebido para publicação em: 12/11/2004.

Aprovado em: 14/03/2005.

² Eng. Agrônomo, D.Sc., Prof. do Dep. de Ciência do Solo, CCA/UFC, CE, ismail@ufc.br

³ Eng. Agrônomo, M.Sc., valmoriosouza@ibest.com.br

⁴ Eng. Agrônomo, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, CE, lindberg@cnpat.embrapa.br.

⁵ Eng. Agrônomo, D.Sc., Prof. do Dep. de Fitotecnia, CCA/UFC, CE, luisanto@ufc.br

Introdução

A cultura do tomateiro expandiu-se na última década, colocando o Brasil em posição de destaque, junto aos maiores produtores mundiais. O cultivo dos híbridos de tomateiro dos grupos caqui e mini tomates, como o do tipo cereja, alcança grande aceitação de mercado e valores compensadores, despertando maior interesse pelos produtores que utilizam o cultivo protegido.

Num mercado cada vez mais competitivo, o emprego de práticas modernas de manejo do tomateiro é muito importante, dada a necessidade de obtenção de maior produtividade, com melhor qualidade e menor custo.

A técnica de cultivo de hortaliças utilizando substrato como suporte das raízes vem substituindo o cultivo tradicional em solos. Esta alternativa surgiu da necessidade de solucionar os problemas como: salinização, desequilíbrios nutricionais e ocorrência de pragas e patógenos que atacam o sistema radicular (Vedum e Bartz, 1998; Nakano, 1999; Schwarz e Grosch, 2003), uma vez que os substratos podem ser lavados e esterilizados ou substituídos a cada safra, permitindo que as plantas fiquem livres dos principais problemas do cultivo em solo.

O sucesso do cultivo em substrato depende da otimização de diversos fatores, dentre os quais destacam-se as práticas de irrigação e nutrição das plantas. A fertirrigação permite manter a disponibilidade de água e nutrientes próxima dos valores considerados ótimos ao crescimento e à produtividade das plantas. No manejo da água, variações bruscas do potencial matricial do substrato devem ser evitadas, especialmente nos períodos de forte demanda evaporativa (Andriolo et al., 1997).

No Brasil, principalmente na região Nordeste, são escassos os estudos feitos com o objetivo de estabelecer critérios técnicos, para o manejo da fertirrigação no cultivo do tomateiro, tais como a frequência e modo de aplicação de água e de nutrientes. Por outro lado, há vários estudos na literatura internacional, demonstrando que a disponibilidade de nutrientes no substrato afeta o rendimento e a qualidade dos frutos dessa espécie (Norrie et al., 1995; Mzouri et al., 1996; Garedal e Lundegardh, 1998; Kolota e Osinska, 2000). Entretanto, informações geradas em outras regiões nem sempre são adaptadas às condições do nordeste brasileiro.

O presente trabalho teve como objetivo determinar o efeito do volume de solução nutritiva na produção e estado nutricional do tomateiro tipo cereja, cultivado em substrato.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de março a dezembro de 2001, no sítio Belo Alface, em Maracanaú-CE. Utilizou-se o híbrido 'Mountain Bell' de tomateiro do tipo cereja e de crescimento determinado. A semeadura foi realizada em bandeja de poliestireno, com 128 células, contendo vermiculita como substrato. Cinco dias após a germinação, a bandeja foi transferida para bancada de cultivo modelo Floating (Furlani et al., 1999), com circulação da solução nutritiva a cada 15 minutos, contendo uma lâmina de 8 cm de solução nutritiva, com 50% da concentração de nutrientes da fase de crescimento vegetativo do tomateiro.

Aos 15 dias após a germinação, uma muda com três pares de folhas definitivas foi transferida para sacolas de polietileno preto, perfuradas na base, contendo 12 dm³ de substrato, composto por areia, vermiculita e casca de arroz não carbonizada, na proporção volumétrica de 6:2:2. As sacolas foram dispostas no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre sacolas, com densidade de 2 plantas m⁻². As plantas foram conduzidas verticalmente, por meio de fitas plásticas, sustentadas por um fio de arame colocado paralelamente à linha de cultivo, a 2 m de altura, sem desbrota das ramificações axilares e cultivadas a céu aberto. O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com cinco volumes de solução nutritiva (780; 960; 1.140; 1.320 e 1.500 mL.vaso⁻¹.dia⁻¹) e oito repetições.

Durante três dias após o transplante (DAT) das mudas, as sacolas foram irrigadas manualmente com água, duas vezes ao dia, às 9 e 15 horas, para repor a água perdida por evapotranspiração, retornando a umidade do substrato próxima a capacidade máxima de retenção, suspendendo-a imediatamente aos primeiros sinais de drenagem.

A partir do 4º DAT, as sacolas foram fertirrigadas com solução nutritiva para fase de crescimento vegetativo do tomateiro, com frequência de 2 a 6 vezes por dia, conforme o desenvolvimento das plantas: duas fertirrigações, às 9 e 15 horas, do 4º ao 29º DAT; quatro, às 6; 9; 15 e 18 horas, do 30º ao 37º DAT e cinco, às 6; 9; 12; 15 e 18 horas,

a partir do 38° DAT, até o final do experimento. Os volumes de solução nutritivas por fertirrigação foram de 130; 160; 190; 220 e 250 mL.vaso⁻¹, de modo que a partir do 38° DAT, os volumes de solução nutritiva aplicados por vaso foram de 780; 960; 1.140; 1.320 e 1500 mL.vaso⁻¹.dia⁻¹. Com a finalidade de evitar estresse hídrico das plantas, diariamente, às 13:30 horas, os vasos foram irrigados com água, suspendendo-a imediatamente aos primeiros sinais de drenagem.

A composição da solução nutritiva foi de 8,5; 2,2; 2,0; 5,8; 3,7; 2,2 e 2,5, em mmol_cL⁻¹, de NO₃⁻; NH₄⁺; P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, e de 60; 50; 13; 1,7; 0,5 e 0,4, em μmol_cL⁻¹, de Fe, B, Mn, Zn, Cu e Mo, respectivamente, conforme recomendação para tomateiro, citada por Furlani et al. (1999). As fontes dos nutrientes foram nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio, sulfato de potássio, sulfato de magnésio, sulfato ferroso, sulfato de cobre, sulfato de zinco, sulfato de manganês, ácido bórico e molibdato de amônio.

Ao 42° DAT, início dos primeiros frutos maduros, coletaram-se as 4^a e 5^a folhas com pecíolo, a partir do ápice de cada ramo. Após secagem em estufa com circulação forçada de ar, à 65°C, durante 72 horas, as folhas foram moídas e mineralizadas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn e Cu, seguindo o método proposto por Silva (1999).

Os frutos maduros foram colhidos uma a duas vezes por semana, no período entre o 50° e o 104° DAT. Determinaram-se o peso e número de frutos por planta e estimaram-se o peso médio dos frutos e a produção por planta. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o programa SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa-MG.

Resultados e Discussão

As primeiras inflorescências surgiram no 22° dias após a semeadura (DAS), produzindo os primeiros frutos maduros a partir do 56° DAS, portanto mais precoce do que observado por Barbosa et al. (2002), em tomateiro selvagem tipo cereja, em Maceió-AL, onde as primeiras inflorescências e início de amadurecimento dos frutos ocorreram aos 51° e 75° DAS, respectivamente.

O número de frutos por planta se ajustou a uma função quadrática, em relação ao volume de solução

nutritiva (Figura 1a), com produção de 49; 56; 62; 66 e 69 frutos.planta⁻¹, para os volumes de solução nutritiva de 780, 960, 1.140, 1.320 e 1.500 mL.vaso⁻¹.dia⁻¹, respectivamente. O número de frutos obtidos por planta foi inferior aos observados por Azevedo Filho e Melo (2001), ao cultivarem acessos de tomateiro selvagem tipo cereja no solo, em Monte Alegre do Sul-SP e também inferiores aos obtidos por Pádua et al (2002a, b e c), para os tomateiros tipo cereja “Cheri” e “Sandy” em solo e substrato, em Jaboticabal - SP.

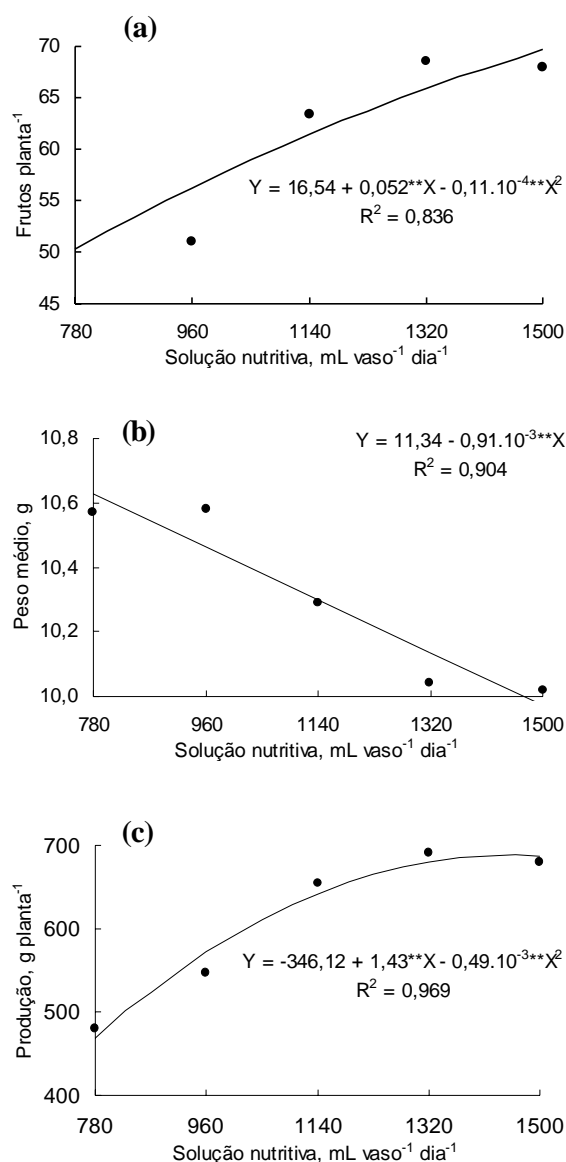


Figura 1 - Número (a), peso médio (b) e produção de frutos por planta (c) em função do volume de solução nutritiva aplicado diariamente no substrato para o cultivo do tomateiro tipo cereja. Maracanau - CE, 2001. **coeficiente da equação de regressão significativo pelo teste de F a 1% de probabilidade.

O peso médio dos frutos apresentou resposta do tipo linear e negativa com o aumento do volume de solução nutritiva (Figura 1b). Este efeito está relacionado com o aumento do número de frutos por planta, que tem uma relação negativa com o peso de frutos. O peso médio dos frutos foi de 10 g, que é o limite inferior característico para o tomateiro tipo cereja, valor este semelhante aos obtidos por Pádua et al. (2002a, b e c), para o tomate "Cheri". Resultados superiores e inferiores foram relatados por Barbosa et al. (2002) e Azevedo Filho e Melo (2001), respectivamente.

A produção de frutos por planta apresentou resposta quadrática, com valores de 472; 568; 638; 679 e 694 g.frutos.planta⁻¹, para volumes de solução nutritiva de 780; 960; 1.140; 1.330 e 1.500 mL.vaso⁻¹.dia⁻¹, respectivamente (Figura 1c), os quais foram inferiores aos obtidas por Azevedo Filho e Melo (2001) e por Pádua et al. (2002a, b e c). Produções de frutos superiores às obtidas neste experimenton observadas por estes autores, podem estar relacionadas às cultivares utilizadas, bem como às condições climáticas mais favoráveis, que segundo Azevedo Filho e Melo (2001) e Pek e Helyes (2004), influenciam a produção do tomateiro.

Os teores de fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, ferro zinco e cobre nas folhas do tomateiro não variaram significativamente com o volume da solução nutritiva. No entanto os de nitrogênio, potássio e manganês apresentaram efeitos raiz quadrada ($Y = -69,26 + 7,57X^{0,5} - 0,11X$, $R^2 = 0,942$), linear ($Y = 15,55 + 0,38.10^{-2}X$, $R^2 = 0,925$) e linear ($Y = 28,41 + 0,015X$, $R^2 = 0,966$), respectivamente (Tabela 1). A resposta raiz quadrada ajustada para os teores de nitrogênio nas folhas, pode ser atribuída ao fenômeno de concentração e

diluição desse nutriente, em função do desenvolvimento das plantas, com o aumento do volume de solução nutritiva; enquanto a resposta linear para potássio e manganês, evidencia aumento significativo desses nutrientes nas folhas, com os tratamentos.

Com exceção ao potássio, manganês e ferro, os teores dos demais nutrientes nas folhas estão dentro da faixa considerada adequada ao tomateiro, considerando-se os valores de referência citados por Silva (1999). Por outro lado teores de potássio e manganês estão abaixo da faixa de 30 a 50 g.kg⁻¹ e de 50 a 250 mg.kg⁻¹, respectivamente (Tabela 1), podendo indicar uma provável carência desses nutrientes, enquanto os de ferro estão acima da faixa de 100 a 300 mg.kg⁻¹. Contudo, não foram observados sintomas visíveis de deficiência e/ou toxidez nas folhas das plantas. Portanto, pode-se sugerir aumentos nas concentrações de potássio e de manganês e redução na de ferro na solução nutritiva, para suprir adequadamente o tomateiro tipo cereja, sob as condições de cultivo estudada.

As concentrações de macro e micronutrientes empregadas na solução nutritiva estão na faixa adequada, comparadas às recomendações de Rossi (1993) e Moraes (1997), para o cultivo do tomateiro em sistema hidropônico. A relação N:K, na solução nutritiva, foi mantida em 1:1,5, em mg.L⁻¹, nas fases de crescimento vegetativo e frutificação das plantas. Segundo Adams e Mosse (1984), citado por Fernandes et al. (2002), nas primeiras semanas de cultivo do tomateiro, a absorção de nitrogênio e potássio ocorre na proporção de 1:1,2; porém, com o surgimento dos primeiros frutos, eleva-se até valores de 1:2,5, reduzindo-se posteriormente para 1:2. Este fato explica os baixos teores de potássio encontrados nas folhas do tomateiro neste experimento.

Tabela 1 - Efeito do volume de solução nutritiva sobre os teores de nutrientes nas folhas do tomateiro tipo cereja cultivado em substrato. Maracanaú - CE, 2001.

Solução Nutritiva	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu
mL.vaso ⁻¹ .dia ⁻¹	g.kg					mg.kg				
780	52,1	5,2	19,0	16,5	6,9	10,4	641,7	40,7	69,1	13,4
960	55,3	4,9	18,9	19,2	5,3	9,9	828,4	42,6	63,7	12,1
1140	54,5	5,2	19,8	16,1	5,9	10,6	637,5	46,2	54,9	14,3
1320	53,7	5,0	20,5	19,3	5,8	11,6	711,6	47,4	55,8	12,6
1500	51,2	5,6	21,7	18,5	5,5	10,7	644,4	51,9	68,9	13,4
C.V. (%)	9,5	19,5	15,7	17,3	24,3	14,5	33,4	18,6	17,9	7,7
Efeito ⁽¹⁾	RG	ns	L	ns	ns	ns	ns	L	ns	ns

(1)RG - raiz quadrática, L - linear, ns - não significativo pelo teste de F a 1% e a 5% de probabilidade.

A concentração de ferro na solução nutritiva foi superior e a de manganês permaneceu dentro da faixa das recomendações sugeridas por Rossi (1993) e por Moraes (1997), para o cultivo de tomateiro, em hidroponia. Isto explica os altos teores de ferro, porém não justificam os baixos teores de manganês nas folhas do tomateiro. Desta forma, pode-se sugerir modificações nas concentrações de ferro e de manganês, na solução nutritiva, para 36 e 24 $\mu\text{mol L}^{-1}$, respectivamente, conforme recomendações citadas por Martinez (2002).

Conclusões

1. O volume de solução nutritiva de 1.500 mL.vaso⁻¹. dia⁻¹ é adequado para o cultivo do tomateiro tipo cereja em substrato.
2. As concentrações de nutrientes na solução nutritiva devem ser ajustadas de acordo com as fases de crescimento vegetativo e de frutificação.
3. Devido à baixa produção de frutos, recomenda-se testar cultivares do tomateiro tipo cereja, mais adaptadas as condições climáticas de Maracanaú-CE.

Referências Bibliográficas

- 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, 1997.
- AZEVEDO FILHO, J. A.; MELLO, A. M. T. Avaliação de tomate silvestre do tipo cereja. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, Suplemento, 2001 CD-Rom.
- BARBOSA, R. M.; LIMA, M. C. B.; SILVA, E. C. Uma experiência com o cultivo hidropônico do tomateiro do grupo cereja em Maceió-AL. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, Suplemento, 2002. CD-Rom.
- FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.564-570, 2002.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52p. (Boletim técnico, n.180)
- GAREDAL, L.; LUNDEGARDH, B. Ecological cultivation of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in limited beds fertilized with locally produced mulches: Effects on growth and yield. **Biological Agriculture & Horticulture**, Oxford, v.16, n.2, p.173-189, 1998.
- KOLOTA, E.; OSINSKA, M. The effect of foliar nutrition on yield of greenhouse tomatoes and quality of the crop. **Acta Physiologiae Plantarum**, Krakow, v.22, n.3, p.373-376, 2000.
- MARTINEZ, H. E. P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa: UFV, 2002. 61p.
- MORAES, C. A. G. **Hidroponia: como cultivar tomates em sistema NFT (Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes)**. Jundiaí: DISQ Editora, 1997. 141p.
- MZOURI, M.; MAKHLOUF, J.; GOSSELIN, A. Influence of cultivar and substrate on quality and post-harvest storage of hydroponically-grown greenhouse tomato. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.76, n.3, p.515-519, 1996.
- NAKANO, O. As pragas das hortaliças: seu controle e o selo verde. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.1, p.4-5, 1999.
- NORRIE, J.; GRAHAM, M.; CHARBONNEAU, J.; GOSSELIN, A. Impact of irrigation management of greenhouse tomato yield, nutrition, and salinity of peat substrate. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.75, n.2, p.497-503, 1995.
- PÁDUA, J. G.; GUSMÃO, S. A. L.; GUSMÃO, M. T. A.; BRAZ, L. T. Efeito da densidade de plantio na produção de duas cultivares de tomateiro tipo "cereja". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, Suplemento, 2002a. CD-Rom.
- PÁDUA, J. G.; GUSMÃO, S. A. L.; GUSMÃO, M. T. A.; BRAZ, L. T. Efeito da densidade de plantio e da cobertura do solo na produção de duas cultivares de tomateiro tipo "cereja". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, Suplemento, 2002b. CD-Rom
- PÁDUA, J. G.; GUSMÃO, S. A. L.; GUSMÃO, M. T. A.; BRAZ, L. T. Densidade de plantio e produção

de duas cultivares de tomateiro tipo “cereja”, cultivadas em substrato, sob condições protegidas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, Suplemento, 2002c. CD-Rom

PEK, Z.; HELYES, L. The effect of daily temperature on truss flowering rate of tomato. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Sussex, v.84, n.13, p.1671-1674, 2004.

ROSSI, F. **Hidroponia: cultivo de tomate**. Viçosa: CPT, 1996. 54p.

SCHWARZ, D.; GROSCHE, R. Influence of nutrient solution concentration and root pathogen (*Phythium*

aphanidermatum) on tomato root growth and morphology. **Science Horticulture**, Amsterdam, v.97, n.2, p.109-120, 2003.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999. 370p. Comunicação para Transferência de Tecnologia.

VEDUIM, J.V.R.; BARTZ, H.R. Fertilidade do solo e rendimento do tomateiro em estufa de plástico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.28, p.229-223, 1998.