

## Qualidade e conservação pós-colheita de tomates orgânicos produzidos sob diferentes sistemas de irrigação

Waldir Aparecido Marouelli<sup>1</sup>; Rodrigo Fernandes de Souza<sup>2</sup>, Neide Botrel<sup>1</sup>, Tamiris A. de Araújo<sup>3</sup>, Cristina S. Gravina<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Hortaliças, Caixa Postal 218, 70.359-970, Gama - DF. <sup>2</sup>Faculdade da Terra de Brasília, Quadra 203, Área Especial Lote 32, 72610-300 Recanto das Emas - DF. <sup>3</sup>Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Caixa Postal 4508, 70910-970, Brasília - DF. waldir@cnph.embrapa.br

### RESUMO

Avaliou-se a influência de diferentes configurações de sistemas de irrigação na qualidade e na conservação pós-colheita de frutos de tomate produzidos em sistema orgânico. O estudo foi conduzido na Embrapa Hortaliças, DF. Foram avaliados os sistemas de irrigação por gotejamento com uma lateral por fileira de plantas (GO<sup>1</sup>), com duas laterais (GO<sup>2L</sup>), com uma lateral e "mulch" de plástico preto (GO<sup>1M</sup>), sulco (SUL), microaspersão subcopia (MIC) e aspersão acima do dossel (ASP). O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com seis repetições. As avaliações dos frutos foram realizadas em três colheitas intermediárias, num total de nove. Os frutos foram avaliados após cada colheita e após um período de armazenagem, em condições sem refrigeração, de oito dias. Também foram quantificadas a produtividade e a massa média de frutos comercializáveis. Os sistemas de irrigação MIC, SUL e GO<sup>2L</sup>, além de possibilitarem as maiores produtividades de frutos, também foram responsáveis por produzir frutos de maior tamanho, mais firmes e com melhor conservação pós-colheita. O teor de sólidos solúveis (SS) e a relação SS/acidez titulável, na colheita, não foram afetados pelo sistema de irrigação utilizado.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum* L., agricultura orgânica, manejo de água.

### ABSTRACT

#### Postharvest quality and shelf life of organic tomatoes produced in different irrigation systems.

It was evaluate the effect of different configurations of irrigation systems on the postharvest quality and shelf life of tomatoes cultivated in organic system. The work was carried out at Embrapa Vegetables, Brazil. It was evaluated the irrigation systems: one drip line per plant row (GO<sup>1</sup>), two drip lines (GO<sup>2L</sup>), one drip line with black plastic mulch (GO<sup>1M</sup>), furrow (SUL), micro spray under-canopy with a lateral between plants rows (MIC), and solid-set sprinkler above plant canopy (ASP). The field experimental design was randomized blocks with six replications. The fruit evaluations were performed in three intermediated harvests from a total of nine. The first lot of fruit was evaluated after each harvest and the other after a stored period of eight days in an environment without refrigeration. It was also evaluated the commercial yield and the average mass of fruit. In addition to allowing higher fruit yield, the systems MIC, SUL e GO<sup>2L</sup> were also responsible for producing fruit of increased size, firmness and better shelf life. The soluble solids (SS) and the relationship SS/titratable acidity at harvest were not affected by the irrigation systems.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum* L., organic agriculture, water management.

O uso eficiente dos recursos naturais em sistemas orgânicos é fundamental para a busca do equilíbrio e da sustentabilidade do sistema produtivo. Dentre estes recursos, a água é vital para a produção de tomate, que é normalmente produzido sob irrigação.

Além de afetar a produtividade e a qualidade de frutos, existe uma estreita relação entre o aparecimento de algumas doenças e insetos-pragas no tomateiro e a forma com que a água é aplicada às plantas (Marouelli & Silva, 2008). Segundo Lopes *et al.* (2006), o uso da aspersão acentua a sobrevivência e a dispersão de patógenos na lavoura em razão da água ser aplicada sobre a parte aérea, enquanto os sistemas por gotejamento e por sulco favorecem doenças causadas por patógenos de solo. Por outro lado, a aspersão minimiza a incidência de insetos-pragas, como de ácaros e traça-do-tomateiro, bem como de oídio, devido à ação mecânica das gotas. Desta forma, muitos produtores orgânicos, diferentemente de produtores convencionais de tomate, têm utilizado a irrigação por aspersão como forma de controlar algumas doenças e insetos-pragas (Menezes *et al.*, 2007).

A fase de pós-colheita é responsável por perdas expressivas de qualidade de frutos, causadas por injúrias mecânicas, condições impróprias de armazenamento, manuseio e transporte inadequados e por problemas oriundos da fase de pré-colheita. Segundo Souza *et al.* (2009), existem poucos estudos sobre a influência dos fatores de pré-colheita, como aqueles associados à irrigação, na qualidade e vida útil de tomates, principalmente em sistemas orgânicos de produção.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência de diferentes configurações de sistemas de irrigação na qualidade e a conservação pós-colheita de tomates de mesa produzidos em sistema orgânico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido na Área de Pesquisa em Produção Orgânica de Hortaliças (APPOH) localizada no Campo Experimental da Embrapa Hortaliças, DF, entre maio e outubro de 2009. Trata-se de uma área total de dezoito hectares manejada, desde 2001, de acordo com os princípios da agricultura orgânica (Brasil, 2008).

Foram avaliadas as seguintes configurações de sistemas de irrigação: gotejamento com uma linha lateral por fileira de plantas (GO<sub>1</sub>), com duas linhas laterais (GO<sub>2</sub>), com uma linha lateral e “mulch” de plástico preto (GO<sub>M</sub>), sulco (SUL), microaspersão subcôpa (MIC) e aspersão acima do dossel (ASP).

As mudas de tomateiro (cultivar Duradouro) foram transplantadas no sistema de fileiras simples, espaçadas de 1,00 m x 0,50 m. As plantas foram tutoradas com uso de fitilho e conduzidas com uma haste até 1,70 m de altura. Cada parcela experimental era composta de cinco fileiras de plantas com 10,0 m de comprimento, num total de 50 m<sup>2</sup>. A área útil de avaliação foi de 21 m<sup>2</sup>, tendo sido colhidas 7,0 m de cada uma das três fileiras centrais.

No tratamento ASP foram utilizados aspersores de impacto com bocais de 5 mm x 8 mm, espaçados de 18 m x 12 m, nos tratamentos irrigados por gotejamento foram usados tubos gotejadores com emissores espaçados de 0,20 m, no tratamento MIC foram utilizados microaspersores do tipo difusor (subcôpa) com bocal de 1,4 mm e espaçamento triangular de 1,0 m x 1,0 m, enquanto no tratamento SUL a distribuição da água foi feita com tubos de PVC, com um sulco por fileira de plantas.

O manejo da água de irrigação foi individualizado por tratamento, sendo as regas realizadas a todo o momento que a tensão de água no solo, avaliada por tensiômetros, atingia entre 20-40 kPa na profundidade correspondente a 40-50% da profundidade efetiva do sistema radicular (Marouelli & Silva, 2008). A quantidade de água aplicada a cada irrigação era a necessária para que o solo (fração de área molhada) retornasse à condição de capacidade de campo. No total foram realizadas nove colheitas, com intervalos semanais, no período de 19/08 a 14/10. Os frutos das três colheitas intermediárias (2<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup>), de cada parcela experimental, foram avaliados quanto à firmeza, acidez titulável, sólidos solúveis e cor, na ocasião das colheitas e após um período de armazenagem, e conservação pós-colheita.

Depois de colhidos e pesados, para determinação da produtividade e da massa de frutos comercializáveis, os frutos comercializáveis foram levados ao Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças onde foram lavados em água corrente, sanitizados por 10 minutos em solução de cloro a 100 mg L<sup>-1</sup> e secados com papel toalha.

Para avaliação das qualidades físicas e químicas foram selecionados, de cada parcela experimental, dezesseis frutos sem danos, com diâmetro entre 55-85 mm e no estágio de maturação "pintado". Deste total, oito frutos foram deixados sem refrigeração por quatro dias para uniformização da maturação. Ao término desse período, foram escolhidos cinco frutos com maturação mais uniforme para avaliação das qualidades físicas e químicas.

Os outros oito frutos de cada parcela experimental foram colocados em bandejas de isopor individuais (um fruto por bandeja), pesados em balança digital com precisão de 100 mg e armazenados por oito dias em ambiente sem refrigeração, com temperatura de 20-30 °C e umidade relativa de 35-55%. Findo o período de armazenamento as bandejas foram pesadas para avaliação da perda de massa dos frutos. Os frutos próprios para o consumo foram utilizados para avaliação das qualidades físicas e químicas e determinação da taxa de frutos próprios para o consumo. A firmeza, acidez titulável e teor de sólidos solúveis dos frutos foram avaliados segundo protocolos descritos por Moretti (2006). A acidez titulável e o teor de sólidos solúveis foram determinados a partir da trituração e homogeneização de todos os frutos selecionados da parcela experimental. Para determinação da cor foi utilizando um colorímetro portátil digital, com resultado expresso pela escala L\*, a\* e b\*. As leituras de firmeza e cor foram realizadas na região equatorial de cada fruto.

Calculou-se o chroma (C\*) e o ângulo hue (h°) para cor pelas equações:  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$ ;  $h^{\circ} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ , conforme Reis et al. (2006). O espaço cromático L\*a\*b\* consiste em três coordenadas cartesianas: a luminosidade (L\*), a tonalidade esverdeada-avermelhada (a\*) e a tonalidade azulada-amarelada (b\*), enquanto o espaço L\*C\*<sup>o</sup>h é composto pela coordenada cartesiana L\* e coordenadas polares denominadas saturação (C\*) e ângulo de tom (°h). Para análise de variância utilizou-se delineamento de blocos ao acaso, com seis repetições. Foi utilizado o teste de Duncan, ao nível de 10% de probabilidade, para comparação de médias entre os diferentes sistemas de irrigação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como as relações entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo das variáveis avaliadas em cada colheita foram todas menores que sete, caracterizando homogeneidade,

os dados de qualidade e conservação pós-colheita de frutos das três colheitas foram analisados de forma conjunta (Gomes, 1991).

Os sistemas de irrigação que possibilitaram maior produtividade de frutos comercializáveis foram, respectivamente, MIC, SUL e GO<sup>1L</sup>, sem contanto ter havido diferença significativa entre eles (Tabela 1). Esses sistemas, juntamente com o GO<sup>2L</sup>, foram também aqueles com maior tamanho de frutos. As menores produtividade e massa de frutos comercializáveis foram verificadas para o sistema GO<sup>1L</sup>.

Os valores médios de qualidade de frutos por ocasião das colheitas e após o período de armazenamento dos frutos, assim como a conservação pós-colheita, conforme o sistema de irrigação utilizado, e respectivos testes estatísticos são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Os sistemas de irrigação não tiveram efeito significativo ( $p>0,10$ ) sobre o teor de sólidos solúveis (SS) e relação SS/acidez titulável em frutos avaliados na colheita, mas afetaram de forma significativa as demais variáveis (Tabela 1). Por outro lado, quando se analisou a qualidade de frutos ao término do período de armazenamento não foi verificado efeito significativo dos tratamentos sobre a acidez titulável, firmeza e parâmetros de cor L\* e °h dos frutos avaliados depois do período de armazenamento de oito dias (Tabela 2).

A ausência da variação do SS nos frutos avaliados na colheita ocorreu devido as plantas terem sido irrigadas sempre que a água no solo atingia a mesma faixa de tensão (20-40 kPa), independente do sistema de irrigação avaliado. Por outro lado, após o período de armazenamento verificou-se que os frutos produzidos no sistema MIC apresentaram menor SS, não tendo diferido, pelos teste de Duncan ( $p<0,10$ ) do sistema ASP.

No caso da acidez titulável e da firmeza dos frutos, as variações entre tratamentos verificadas logo após a colheita deixaram de existir após o período de oito dias de armazenamento. Maior acidez titulável na colheita foi verificada nos frutos produzidos nos tratamentos MIC, SUL e GO<sup>1L</sup>, os quais diferiram estatisticamente apenas do tratamento GO<sup>1L</sup>. Frutos mais firmes foram produzidos nos tratamentos SUL e GO<sup>1L</sup>, que não diferiram dos tratamentos GO<sup>2L</sup>, GO<sup>M</sup> e MIC. Após o período de armazenamento, frutos com menor SS foram obtidos no tratamento MIC, que não diferiu do ASP. Diferentemente do observado por Souza *et al.* (2009), ocorreu no presente estudo redução no SS dos frutos armazenados por oito dias, independente do tratamento. Redução após o período de armazenamento também foi observado para acidez titulável e firmeza dos frutos, similarmente ao relatado por Souza *et al.* (2009).

Quanto à coloração dos frutos avaliados na colheita, maiores valores dos parâmetros cor L\*, C\* e °h foram observados, de uma maneira geral, nos tratamentos irrigados por gotejamento e SUL, enquanto os menores valores ocorreram quando os frutos foram irrigados por ASP e MIC. Já após o período de oito dias de armazenamento, em função da uniformização da maturação dos frutos, não foi verificado diferença entre tratamentos para os parâmetros L\* e °h. Menor valor de C\* foi verificado no tratamento MIC, que não diferiu dos tratamentos ASP, GO<sup>1L</sup> e GO<sup>2L</sup>. A relação SS/acidez titulável por ocasião da colheita não variou, mas foi afetada significativamente pelos tratamentos após o período de armazenamento dos frutos. Nesse caso, a maior relação SS/acidez titulável foi observada nos tratamentos irrigados por gotejamento.

Variações de resposta das variáveis de qualidade de frutos em função do sistema de irrigação podem ser devidas à forma com que a água é aplicada às plantas e ao solo (fração

de molhamento), que afeta, por intervalos variáveis de tempo, o microclima em torno da planta e na rizosfera. Tais condições podem afetar, de forma distinta, as atividades fisiológicas das plantas, absorção de nutrientes e de água, e a incidência de doenças e insetos pragas.

Com relação à conservação pós-colheita de frutos, avaliada pela perda de massa e taxa de frutos próprios para o consumo, verificou-se que a menor perda de massa de frutos, após o período de oito dias de armazenamento, foi verificada para os tratamentos ASP, MIC e SUL (média de 3,41 %). Quanto à taxa de frutos próprios para o consumo, verificou-se que o GO foi o sistema que acarretou maior perda, não tendo diferido significativamente, todavia, dos sistemas GO, SUL e MIC (Tabela 2). Os sistemas de irrigação MIC, SUL e GO, além de possibilitarem as maiores produtividades de frutos, também foram responsáveis por produzir frutos de maior tamanho, mais firmes e com melhor conservação pós-colheita, sem prejudicar o teor de SS e a relação SS/acidez titulável nos frutos por ocasião das colheitas.

## AGRADECIMENTOS

Ao CDTOrg-DF e ao CNPq pelo apoio financeiro parcial na condução do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. 2008. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 64, de 18 de Dezembro de 2008. Dispõe sobre regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal e revoga a Instrução Normativa nº 7, de 17 de maio de 1999. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1, p.21-26.
- GOMES FP. 1991. Análise de grupos de experimentos. Curso de estatística experimental. Piracicaba: Nobel, p.168-197.
- LOPES CA; MAROUELLI WA; CAFÉ FILHO AC. 2006. Associação da irrigação com doenças de hortaliças. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 14: p.151-179.
- MAROUELLI WA; SILVA HR. 2008. Hortaliças orgânicas: irrigação adequada. *Cultivar Hortaliças e Frutas* 8(52): 12-16.
- MENEZES AH; PINHEIRO JCV; LIMA HJM. 2007. Rentabilidade mínima do tomate de mesa orgânico e sua competitividade em relação ao tomate convencional – Serra da Ibiapaba, Ceará. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 45. *Anais...* Londrina: SOBER, (CD-ROM).
- MORETTI CL. 2006. *Protocolos de avaliação da qualidade química e física de tomate*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 12p. (Comunicado Técnico, 32).
- REIS FR; MASSON ML; WASZCZYNSKYJ N. 2006. Efeitos da secagem convectiva e a vácuo sobre parâmetros de qualidade de fatias de berinjela. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 8(2): 163-169.
- SOUZA RF; MAROUELLI, WA; BOTREL N; ABDALLA RP. 2009. Qualidade e conservação pós-colheita de tomates orgânicos produzidos em consorcio com coentro sob irrigação por aspersão e gotejamento. *Revista Brasileira de Agroecologia* 4(2): 121-125.

**Tabela 1.** Valores médios de produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) e massa (g) de frutos comercializáveis, sólidos solúveis ( $^{\circ}brix$ ), acidez titulável (g de ác. cítrico/100g), firmeza ( $N\ cm^{-2}$ ), cor ( $L^*$ ,  $C^*$  e  $h^{\circ}$ ) e relação brix/acidez para frutos avaliados após as colheitas, conforme o sistema de irrigação. [Average values of marketable yield ( $t/ha$ ) and marketable fruit weight (g), total soluble solids ( $^{\circ}brix$ ), titratable acidity (g of acid citric/100g), fruit firmness ( $N\ cm^{-2}$ ), color ( $L^*$ ,  $C^*$  e  $h^{\circ}$ ) and brix/acidity for fruits evaluated after harvests, according to the irrigation system]. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2009.

Trat.	Prod	Massa	Brix	Acidez	Firmeza	$L^*$	$C^*$	$h^{\circ}$	Brix/Acidez
GO <sup>1L</sup>	46,5 d	135 c	3,49	1,48 ab	19,1 ab	44,36 a	37,2 a	47,5 a	2,41
GO <sup>M</sup>	53,2 cd	162 ab	3,37	1,56 a	10,2 a	42,54 b	36,6 ab	46,3 ab	2,21
GO <sup>2L</sup>	60,7 abc	156 ab	3,27	1,43 b	19,2 ab	43,38 ab	36,4 abc	45,0 abc	2,31
SUL	64,6 ab	153 ab	3,43	1,57 a	10,2 a	42,89 ab	35,6 bc	46,0 abc	2,19
MIC	67,6 a	170 a	3,37	1,58 a	19,0 ab	40,79 c	35,7 bc	42,7 bc	2,14
ASP	55,7 bcd	149 bc	3,45	1,49 ab	18,6 b	40,45 c	35,5 c	42,2 c	2,34
Pr>F	0,008	0,017	0,678	0,096	0,420	0,000	0,035	0,063	0,404

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Duncan, ao nível de 10 % de probabilidade.

**Tabela 2.** Valores médios de sólidos solúveis (°brix), acidez titulável (g de ác. cítrico/100g), firmeza (N cm<sup>-2</sup>), cor (L\*, C\* e °h) e relação brix/acidez, perda de massa (PM) e taxa de frutos próprios para o consumo (FPC) de frutos avaliados depois de armazenados por oito dias, conforme o sistema de irrigação. [Average values of total soluble solids (°brix), titratable acidity (g of acid citric/100g), fruit firmness (N cm<sup>-2</sup>), color (L\*, C\* e °h) and brix/acidity, weight loss (PM) and rate of fruits appropriate to consumption (FPC) of fruits evaluated after storage for eight days, according to the irrigation system.]. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2009.

Trat.	Brix	Acidez	Firmeza	L*	C*	°h	Brix/Acidez	PM (%)	FPC (%)
GO	3,04 a	1,27	8,1	39,44	40,5 ab	43,6	2,40 a	4,26 ab	89,6 a
GO <sup>1L</sup>	3,05 a	1,42	7,7	39,86	40,3 ab	44,2	2,14 ab	4,39 a	66,7 b
GO <sup>M</sup>	2,96 a	1,36	8,8	39,43	41,4 a	43,6	2,17 ab	4,14 ab	78,1 ab
SUL <sup>2L</sup>	2,85 a	1,66	7,5	40,21	41,4 a	45,4	1,89 b	3,60 abc	77,1 ab
MIC	2,52 b	1,30	7,6	39,23	39,5 b	44,0	1,96 b	3,47 bc	81,2 ab
ASP	2,74 ab	1,34	7,9	39,44	40,6 ab	43,9	2,07 b	3,16 c	86,5 a
Pr>F	0,015	0,052	0,845	0,839	0,027	0,711	0,088	0,051	0,092

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Duncan, ao nível de 10 % de probabilidade.