

1 **Qualidade de tomates de mesa produzidos com diferentes sistemas de** 2 **irrigação em condições orgânicas**

3 **Taynara Camilo de Macedo^{1,3}; Waldir Aparecido Marouelli^{2,4}; Yuri Cardoso Barreto^{1,4};**
4 **Neide Botrel².**

5 ¹Faculdades Integradas Promove de Brasília, QS 5, Rua 300, Lote 1, Areal, 71961-720 Brasília-DF,
6 taynara_cm@hotmail.com, yuricardosob@gmail.com; ²Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, 70359-970
7 Brasília-DF, waldir@cnph.embrapa.com.br; nbotrel@cnph.embrapa.br; ³Bolsista PIBIC-CNPq; ⁴Bolsista
8 PQ-CNPq.
9

10 **RESUMO**

11 Avaliou-se o efeito de distintos sistemas de irrigação na qualidade física e química de
12 tomates de mesa produzidos em condições orgânicas. O trabalho foi conduzido na
13 Embrapa Hortaliças, Brasília, DF. Avaliou-se os sistemas por gotejamento com uma
14 linha lateral por fileira de plantas (GO_{1L}), duas linhas laterais (GO_{2L}) e com “mulch” de
15 plástico preto (GO_M), sulco (SU), microaspersão “subcopa” (MI_S), microaspersão
16 acima do dossel (MI_A), combinado (gotejamento e microaspersão acima do dossel -
17 CO_C), aspersão convencional (AS) e aspersão com “mulch” de palhada (AS_P). A
18 qualidade de frutos (acidez total titulável, sólidos solúveis totais, firmeza, cor e teor de
19 matéria seca) foi avaliada em três colheitas intermediárias. Maior produtividade total e
20 porcentagem de frutos comerciais foram obtidas no sistema CO_C. Os tratamentos com
21 maior acidez de frutos foram MI_A e AS. No geral, os tratamentos por aspersão,
22 incluindo o CO_C, produziram frutos com maior teor de sólidos solúveis, enquanto os
23 por gotejamento produziram frutos mais firmes. Frutos mais avermelhados foram
24 obtidos nos MI_A, SU, MI_S, CO_C, GO_M e AS_P. O sistema MI_A permitiu a produção de
25 tomates com melhor qualidade global.

26 **PALAVRAS-CHAVE:** *Solanum lycopersicum* L., agricultura orgânica, tomate de
27 mesa.

28 **ABSTRACT**

29 **Quality of fresh-market tomatoes produced in organic conditions under different** 30 **irrigation systems**

31 It was evaluate the effect of different irrigation systems on the chemical and physical
32 quality of fresh-market tomatoes cultivated under organic system. The work was carried
33 out at Embrapa Vegetables, Brasilia, Brazil. The following system were evaluated: drip
34 system with one lateral per line of plants (GO_{1L}), two laterals (GO_{2L}) and drip under
35 plastic mulch (GO_M); furrow (SU); microsprinkler below (MI_S) and above (MI_A) plant

36 canopy; combined systems (drip and microsprinkler above canopy - CO_C); overhead
37 sprinkler without (AS) and with straw mulch (AS_P). Fruit quality (firmness, total
38 soluble solids, titratable total acidity, color, and dry matter) was evaluated in three
39 intermediated harvests. Higher total yield and percentage of marketable fruits were
40 obtained from tomato crops irrigated by CO_C. The treatments with high fruit acidity
41 were MI_A and AS. In general, the treatments irrigated by sprinklers, including CO_C,
42 produced fruits with higher soluble solids content, while those under drip irrigation
43 produced fruits with greater firmness. Redder fruits were obtained in MI_A, SU, MI_S,
44 CO_C, GO_M, and AS_P. The MI_A system enabled the production of tomatoes with better
45 overall quality.

46 **Keywords:** *Solanum lycopersicum*, organic agriculture, fresh-market tomatoes.

47 INTRODUÇÃO

48 Existe grande dificuldade de cultivo do tomateiro em sistemas orgânicos devido a
49 problemas fitossanitários (Schallenberger *et al.*, 2008), sendo este um dos principais
50 fatores que torna o custo do tomate orgânico muito superior ao produzido em sistema
51 convencional.

52 A forma como a água é aplicada às plantas, além de afetar a produtividade e a qualidade
53 de frutos, possui uma estreita relação com o aparecimento de doenças e insetos-pragas
54 no tomateiro (Marouelli & Silva, 2008). Segundo Lopes *et al.* (2006), o uso da aspersão
55 acentua a sobrevivência e a dispersão de patógenos na lavoura em razão da água de ser
56 aplicada sobre a parte aérea, enquanto os sistemas por gotejamento e por sulco
57 favorecem doenças causadas por patógenos de solo. Por outro lado, a aspersão minimiza
58 a incidência de insetos-pragas, como os ácaros e a traça-do-tomateiro, bem como de
59 oídio.

60 Os fatores pré-colheita que ocorrem durante todo o processo de produção do tomateiro
61 são responsáveis por perdas expressivas de produtividade e de qualidade física e
62 química de frutos. Segundo Souza *et al.* (2009), existem poucos estudos sobre a
63 influência dos fatores de pré-colheita, como aqueles associados à irrigação, na qualidade
64 de tomates, principalmente quando produzidos em sistemas orgânicos.

65 O objetivo do atual trabalho foi avaliar a influência de sistemas de irrigação na
66 qualidade química e física de tomates de mesa produzidos em sistema orgânico de
67 cultivo, durante a estação seca no Distrito Federal.

68 MATERIAL E MÉTODOS

69 O experimento de campo foi conduzido na Área de Pesquisa em Produção Orgânica,
70 localizada na Embrapa Hortaliças, DF, entre maio e outubro de 2011. Foram avaliados
71 os seguintes sistemas de irrigação: gotejamento com uma linha lateral por fileira de
72 plantas (GO_{1L}); gotejamento com duas laterais por fileira de plantas (GO_{2L});
73 gotejamento com uma lateral por fileira de plantas com “mulch” de plástico preto
74 (GO_M); sulco (SU); microaspersão “subcopa” (MI_S); microaspersão acima do dossel
75 (MI_A); combinado, com duas laterais de gotejadores por fileira de plantas e
76 microaspersão acima do dossel (CO_C); aspersão convencional acima do dossel (AS); e
77 aspersão convencional acima do dossel com “mulch” de palhada (AS_P).

78 As mudas, cultivar Pérola, foram transplantadas no sistema de fileiras simples,
79 espaçadas de 1,00 m x 0,50 m. As plantas foram tutoradas e conduzidas com uma haste
80 por planta. Cada parcela era composta de cinco fileiras de plantas com 10,0 m de
81 comprimento e a área útil de avaliação foi de 21 m².

82 As irrigações foram realizadas considerando as tensões-limite de água no solo de 15/30
83 kPa, exceto para o sistema SU, para o qual foi adotado 30/60 kPa (Marouelli *et al*,
84 2011a). As irrigações foram realizadas por tratamento quando a média das leituras de
85 tensiômetros atingia as tensões-limite preestabelecidas.

86 No tratamento CO_C, as regas eram feitas preferencialmente por microaspersão, visando
87 o controle de insetos-pragas e oídio, com exceção dos períodos em que as condições
88 climáticas (orvalho/umidade relativa > 70%) eram favoráveis à ocorrência das demais
89 doenças foliares (Marouelli *et al*, 2011b), quando se irrigava por gotejamento.

90 No total foram realizadas nove colheitas semanais entre 19/08 e 14/10, tendo sido
91 avaliada a produtividade total e a porcentagem de frutos comercializáveis. Os frutos de
92 três colheitas intermediárias foram avaliados quanto à firmeza, acidez titulável total,
93 sólidos solúveis totais, cor, matéria seca na colheita.

94 Os frutos de cada parcela experimental, após pesados, eram selecionados, eliminando-se
95 os refugos. Para avaliação das características físicas e químicas foram selecionados, de
96 cada parcela, dezesseis frutos, no estágio de maturação “pintado”. Os frutos foram
97 lavados em água corrente, sanitizados por 10 minutos em solução de cloro a 100 mg L⁻¹
98 e secados com papel toalha.

99 A firmeza, acidez total titulável e teor de sólidos solúveis dos frutos foram avaliados
100 segundo Moretti (2006). A acidez titulável e o teor de sólidos solúveis foram
101 determinados a partir da trituração e homogeneização de todos os frutos selecionados da
102 parcela. As leituras de firmeza foram realizadas na região equatorial dos frutos. A
103 porcentagem de matéria seca foi determinada pela relação entre a massa seca e a de
104 fruto fresco. Para tal, foi levado uma amostra de 10g para secagem em estufa a uma
105 temperatura de 105 °C durante seis horas.

106 A determinação da cor, também realizada na região equatorial do fruto, foi realizada
107 utilizando um colorímetro digital portátil, com resultado expresso pela escala L*, a* e
108 b*. Calculou-se o croma [$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$]; e o ângulo hue [$h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$] para
109 cor, conforme Reis et al. (2006). O espaço cromático L* a* b* consiste em três
110 coordenadas cartesianas: a luminosidade (L*), a tonalidade esverdeada-avermelhada
111 (a*) e a tonalidade azulada-amarelada (b*), enquanto o espaço L*C*^oh é composto pela
112 coordenada cartesiana L* e coordenadas polares denominadas saturação (C*) e ângulo
113 de tom (h^o).

114 Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso, com nove tratamentos. Foram realizadas
115 análises de variância e de comparação de médias, das três colheitas, utilizando-se o teste
116 Schott e Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

117 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

118 A análise de variância indicou que houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos tratamentos
119 sobre a produtividade total de frutos, taxa de frutos comerciais e sobre a maioria das
120 variáveis de qualidade (Tabela 1 e 2).

121 Pelo teste de Schott e Knott, a 5% de probabilidade, a maior produtividade foi
122 verificada no tratamento CO_C. Já os sistemas SU e MIA apresentaram produtividade
123 inferior ao CO_C, mas significativamente superiores aos demais sistemas de irrigação.

124 O tratamento CO_C também foi o sistema de irrigação que possibilitou maior
125 porcentagem de frutos comerciais, não tendo diferido, no entanto, dos MI_A, AS e AS_P.
126 As médias das porcentagens de frutos comerciais nos demais sistemas de irrigação não
127 diferiram entre si, pelo teste de Schott e Knott.

128 Os tratamentos que apresentaram frutos com maior acidez total titulável foram o MI_A e
129 o AS, não tendo havido diferenças significativas entre os demais (Tabela 1).

130 Em relação ao teor de sólidos solúveis totais, os tratamentos AS, GO_{2L}, AS_P, MI_A e
131 CO_C apresentaram melhor desempenho. Os teores de sólidos solúveis totais nos demais
132 tratamentos foram estatisticamente menores, não tendo sido verificadas diferenças entre
133 suas médias, pelo teste de Schott e Knott. Segundo Alvarenga *et al.* (2004), teores
134 desejáveis de sólidos solúveis totais para tomate de mesa devem variar entre 3,5 e 6,0
135 °Brix. Assim, todos os tratamentos, com exceção dos MI_S e SU, produziram tomates
136 com adequado nível de sólidos solúveis.

137 Frutos de tomate produzidos com irrigação por GO_{1L}, GO_{2L}, GO_M, MI_S e MIA
138 apresentaram maior firmeza que aqueles produzidos nos demais tratamentos, indicando
139 uma maior resistência para o armazenamento e transporte. Não houve diferenças
140 significativas para firmeza de frutos produzidos nos tratamentos SU, CO_C, AS e AS_P.

141 Dentre as variáveis de qualidade, somente a fração de matéria seca não foi afetada pelos
142 tratamentos (Tabela 1), o que pode ser explicado em razão de as plantas de tomate não
143 terem sido submetidas a níveis distintos de água no solo.

144 Os resultados referentes à coloração, representados pelo ângulo hue e pelo croma,
145 indicaram ter havido diferença estatísticas apenas para o ângulo hue. Tal fato indica que
146 a intensidade do vermelho foi afetada pelos tratamentos. Considerando que os frutos em
147 todos os tratamentos foram colhidos no mesmo estágio de maturação, conclui-se que os
148 frutos produzidos com irrigação por MI_A, SU, MI_S, CO_C, GO_M e AS_P apresentaram
149 frutos mais atraentes ao consumidor final.

150 REFERÊNCIAS

- 151 ALVARENGA MAR. 2004. *Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em*
152 *hidropônia*. Lavras: Ed. UFLA. 400 p.
- 153 LOPES CA; MAROUELLI WA; CAFÉ FILHO AC. 2006. Associação da irrigação
154 com doenças de hortaliças. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 14: 151-179.
- 155 MAROUELLI W A; SILVA HR. 2008. Hortaliças orgânicas: irrigação adequada.
156 *Cultivar Hortaliças e Frutas*, 8(52): 12-16.
- 157 MAROUELLI WA; CARRIJO OA; SOUZA RB; SILVA WLC. 2011a. Irrigação e
158 fertirrigação na cultura do tomate. In: SOUSA VF; MAROUELLI WA; COELHO
159 EF; PINTO JM; COELHO FILHO MA (Ed.). *Irrigação e fertirrigação em fruteiras*
160 *e hortaliças*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 739-769.
- 161 MAROUELLI WA; MEDEIROS MA; SOUZA RF; RESENDE FV. 2011b. Produção
162 de tomateiro orgânico irrigado por aspersão e gotejamento, em cultivo solteiro e
163 consorciado com coentro. *Horticultura Brasileira* 29(3): 429-434.
- 164 MORETTI CL. 2006. *Protocolos de avaliação da qualidade química e física de tomate*.
165 Brasília: Embrapa Hortaliças, 12p. (Comunicado Técnico, 32).

- 166 REIS FR; MASSON ML; WASZCZYNSKYJ N. 2006. Efeitos da secagem convectiva
167 e a vácuo sobre parâmetros de qualidade de fatias de berinjela. *Revista Brasileira*
168 *de Produtos Agroindustriais* 8(2): 163-169.
- 169 SCHALLENBERGER E; REBELO JA; MAUCH CR; TERNES M; PEGORARO RA.
170 2008. Comportamento de plantas de tomateiros no sistema orgânico de produção
171 em abrigos de cultivo com telas anti-insetos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*
172 7: 23-29.
- 173 SOUZA RF; MAROUELLI WA; BOTREL N; ABDALLA RP. 2009. Qualidade e
174 conservação pós-colheita de tomates orgânicos produzidos em consorcio com
175 coentro sob irrigação por aspersão e gotejamento. *Revista Brasileira de*
176 *Agroecologia* 4(2): 121-125.
- 177
- 178

179 **Tabela 1.** Produtividade total, porcentagem de frutos comerciais (PFC), acidez total
 180 titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), firmeza e matéria seca (MS) de tomates,
 181 conforme o sistema de irrigação adotado. Brasília, DF, Embrapa Hortaliças, 2011.

Sistema	Prod. total (t/ha)	PFC (%)	ATT (g de ác. cítrico/100g)	SST (°Brix)	Firmeza (N)	MS (g/kg)
GO _{1L}	134,7 c	61,6 b	0,24 b	3,60 b	20,18 a	59,5
GO _{2L}	139,2 c	66,3 b	0,22 b	3,92 a	18,58 a	58,5
GO _M	153,3 c	58,9 b	0,22 b	3,52 b	18,26 a	58,7
MI _{S.}	148,5 c	63,2 b	0,24 b	3,33 b	17,79 a	59,0
SU	163,5 b	64,2 b	0,23 b	3,47 b	15,77 b	58,3
MI _A	144,4 b	68,8 a	0,26 a	3,73 a	17,57 a	57,2
CO _C	166,6 a	74,4 a	0,24 b	3,72 a	15,59 b	56,6
AS	137,6 c	68,5 a	0,26 a	4,05 a	16,82 b	57,8
AS _P	110,7 c	69,5 a	0,23 b	3,91 a	15,28 b	53,8
Pr > F	<0,001	0,003	0,014	0,048	0,015	0,063
CV (%)	8,06	10,9	9,18	10,52	15,16	8,67

182 GO_{1L}: gotejo com uma lateral por fileira de plantas, GO_{2L}: gotejo com duas laterais por fileira, GO_M: gotejo com
 183 “mulch” de plástico preto, SU: sulco, MI_{S.}: microaspersão “subcopa”, MI_A: microaspersão acima do dossel, CO_C:
 184 sistema combinado, AS: aspersão acima do dossel, AS_P: aspersão acima do dossel com “mulch” de palhada.

185 Obs.: médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Schott e Knott (p<0,05).

186

187 **Tabela 2.** Parâmetros L, A, B, C* e h° de cor de tomates, conforme o sistema de
 188 irrigação adotado. Brasília, DF, Embrapa Hortaliças, 2011.

Sistema	Cor				
	L	A	B	C*	h°
GO _{1L}	46,87 a	22,06	34,03	40,64	61,70 a
GO _{2L}	47,75 a	20,02	34,87	40,57	58,56 a
GO _M	44,50 b	24,21	33,63	41,53	53,56 b
MI _{S.}	45,36 b	21,91	33,53	40,21	52,41 b
SU	45,73 b	21,72	33,82	40,30	48,19 b
MI _A	46,00 b	22,14	33,95	40,74	47,69 b
CO _C	46,11 b	21,38	33,06	39,44	52,96 b
AS	47,46 a	20,22	35,04	40,75	56,10 a
AS _P	48,90 a	19,38	35,66	40,87	54,07 b
Pr > F	0,002	0,296	0,112	0,055	0,018
CV (%)	4,72	18,19	5,65	4,15	7,86

189 GO_{1L}: gotejo com uma lateral por fileira de plantas, GO_{2L}: gotejo com duas laterais por fileira, GO_M: gotejo com
 190 “mulch” de plástico preto, SU: sulco, MI_{S.}: microaspersão “subcopa”, MI_A: microaspersão acima do dossel, CO_C:
 191 sistema combinado, AS: aspersão acima do dossel, AS_P: aspersão acima do dossel com “mulch” de palhada.

192 Obs.: médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Schott e Knott (p<0,05).