

Desempenho econômico de sistemas de irrigação com viabilidade técnica de serem utilizados na produção orgânica de tomate no Distrito Federal

Yuri Cardoso-Barreto^{1,3}; Waldir Aparecido Marouelli^{2,4}; Taynara Camilo de Macedo^{1,3}; Marcos Brandão Braga²

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

RESUMO

Avaliou-se a eficiência econômica do uso de distintos sistemas de irrigação na produção de tomate orgânico no Distrito Federal. O estudo foi realizado com dados obtidos em unidades demonstrativas conduzidas em 2011. Os sistemas avaliados foram: gotejamento com uma lateral por fileira de plantas (GO_{1L}), duas laterais (GO_{2L}) e com *mulching* plástico preto (GO_M); sulco (SU); microaspersão “subcopa” (MI); aspersão convencional (AS), e sistema combinado (gotejamento e aspersão) com irrigações alternadas (CO_A) e visando o controle de pragas (CO_C). As produtividades de frutos comerciais foram de 84, 92, 90, 105, 100, 90, 103 e 124 t ha⁻¹, respectivamente. Os indicadores econômicos considerados foram receita líquida, taxa de retorno, ponto de nivelamento e lucratividade. Todos os sistemas apresentaram excelente eficiência econômica. Apesar de ser um dos sistemas com maior custo, o CO_C possibilitou a maior receita líquida, taxa de retorno e lucratividade. O SU foi o sistema com a segunda melhor eficiência econômica e aquele com menor custo de implantação. O GO_{1L}, um dos sistemas mais utilizados para a irrigação do tomateiro, foi o de pior desempenho global.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum*, análise econômica, agricultura orgânica.

ABSTRACT

Economic performance of irrigation systems with technical feasibility of use in organic production of tomatoes in the Federal District of Brazil

The objective of this work was to evaluate the economic efficiency of using different irrigation systems in organic production of tomatoes. The analysis was performed using data from demonstration units carried out on 2011 at Federal District of Brazil. The systems evaluated were: drip system with one lateral per line of plants (GO_{1L}), two laterals (GO_{2L}), and with plastic *mulching* (GO_M); furrow (SU); microsprinkler below plant canopy (MI); overhead sprinkler (AS); and combined systems (drip and overhead

37 sprinkler) with alternated irrigations (CO_A) and pest control (CO_C). The marketable
38 yields were, respectively, 84, 92, 90, 105, 100, 90, 103, and 124 t ha⁻¹. The economic
39 indicators considered were net income, return rate, breakeven point and profitability. All
40 irrigation systems presented excellent economic efficiency performance. Despite being
41 one of the more expensive systems, the CO_C allowed the highest net income, return rate
42 and profitability. The SU was the system with the second best economic performance
43 and the lower cost. The GO_{IL} , one of the most widely used systems to irrigate tomato
44 crop, had the worst global economic efficiency.

45 **Keywords:** *Solanum lycopersicum*, economic analysis, organic agriculture.

46 INTRODUÇÃO

47 Dentre as hortaliças produzidas em sistemas orgânicos, o tomate é uma das mais
48 demandadas pelos consumidores. No entanto, existe dificuldade do cultivo do tomateiro
49 em sistemas orgânicos devido a ocorrências de problemas fitossanitários
50 (Schallenberger *et al.*, 2008), o que torna o custo do cultivo do tomate orgânico muito
51 superior ao convencional.

52 A irrigação é uma prática utilizada pelos produtores de tomate, pois a deficiência de
53 água prejudica a produtividade e a qualidade de frutos. No entanto, o excesso de água
54 também é prejudicial (Marouelli *et al.*, 2011).

55 Existe uma estreita relação entre a incidência de algumas pragas e a forma com que a
56 água é aplicada ao tomateiro. As condições que favorecem a maioria de doenças do
57 tomateiro são a existência de água livre nas folhas e de alto teor de água no solo.
58 Segundo Rotem & Palti (1969) e Lopes *et al.* (2006), a irrigação por aspersão pode
59 auxiliar a dispersão e proporcionar um microambiente favorável à infecção de vários
60 patógenos que atacam a parte aérea. Por outro lado, o impacto das gotas de água nas
61 folhas pode agir na remoção de propágulos de alguns patógenos, desfavorecendo o
62 desenvolvimento de oídios, assim como de ovos e larvas de insetos-pragas, como da
63 traça-do-tomateiro (Lopes *et al.*, 2006).

64 Os sistemas por sulco e gotejamento, diferentemente da aspersão, minimizam a
65 incidência de várias doenças foliares por não molharem as plantas, mas podem
66 favorecer doenças causadas por patógenos de solo, sobretudo em condições de
67 drenagem deficiente (Lopes *et al.*, 2006).

68 Diferentemente dos produtores convencionais de tomate de mesa, que irrigam
69 basicamente por sulco e gotejamento, a aspersão também tem sido utilizada por
70 produtores orgânicos (Togni *et al.*, 2009), especialmente como forma de controlar
71 alguns insetos-praga e oídios.

72 Além da viabilidade técnica, a decisão sobre o melhor sistema de irrigação deve ser
73 fundamentada numa análise econômica. Nesse sentido, podem ser adotadas duas
74 abordagens teórico-analíticas, uma considerando um horizonte de curto prazo, em que
75 os retornos econômicos são obtidos ao final de uma safra, e outra de longo prazo, que
76 envolve análise de investimento (Martin *et al.*, 1998; Antonik, 2004).

77 O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência econômica da utilização de distintos
78 sistemas para a irrigação de tomateiro orgânico, nas condições de Distrito Federal.

79 **MATERIAL E MÉTODOS**

80 A análise de eficiência econômica foi realizada a partir de dados obtidos em unidades
81 demonstrativas (UD's) instaladas na Área de Pesquisa e Produção Orgânica de
82 Hortaliças (APPOH), localizada na Embrapa Hortaliças, Distrito Federal, entre maio e
83 outubro de 2011.

84 Os sistemas avaliados foram: gotejamento com uma lateral por fileira de plantas
85 (GO_{1L}); gotejamento com duas laterais por fileira de plantas (GO_{2L}); gotejamento com
86 uma lateral em solo coberto com *mulching* de plástico preto (GO_M); sulco (SU);
87 microaspersão “subcopa” (MI_S); aspersão convencional acima do dossel (AS); sistema
88 combinado (gotejamento e aspersão) com irrigações alternadas (CO_A); sistema
89 combinado visando o controle de pragas (CO_C).

90 As mudas de tomate (cultivar Pérola) foram transplantadas no espaçamento de 1,0 m x
91 0,5 m. Cada UD foi composta de uma área útil de plantas com 176 m². As plantas foram
92 tutoradas na vertical e conduzidas com uma haste. Os demais tratos culturais foram os
93 comumente utilizados na APPOH.

94 Dependendo do sistema de irrigação, utilizou-se aspersores de impacto com bocais de 5
95 mm x 8 mm, espaçados de 18 m x 12 m, tubos gotejadores com emissores a cada 0,20 m
96 ou microaspersores “subcopa” espaçados de 1,0 m x 1,0 m. Na irrigação por sulco foi
97 utilizado um sulco por fileira de plantas.

98 O manejo de água foi realizado por UD, sendo as regas feitas quando a média das
99 leituras de tensiômetros, instalados a 40-50% da profundidade efetiva radicular, atingia
100 entre 20-40 kPa (Marouelli et al., 2011).

101 O custo total anual do tomateiro irrigado pelos diferentes sistemas foi determinado com
102 base nas despesas operacionais e no custo de oportunidade total dos recursos envolvidos
103 nas diversas fases de produção, calculado sobre o capital físico e financeiro. O custo
104 operacional compreendeu os dispêndios mínimos de custeio e a depreciação do sistema
105 de irrigação ao longo de uma safra de produção. Os dispêndios de custeio foram
106 determinados pelo somatório do custeio parcial ocorridos na condução da cultura
107 (despesas com mudas, defensivos, fertilizantes, mão de obra, combustível, além das
108 despesas com alugueis e manutenção de máquinas usadas na produção do tomate) e nas
109 despesas operacionais com a irrigação. Como não foi considerada a depreciação do fator
110 terra, o custo operacional foi igual ao custeio mais o valor equivalente à depreciação do
111 sistema de irrigação.

112 Os custos de produção do tomateiro, excluindo os de irrigação, foram levantados
113 durante a condução das UD's e ajustados considerando coeficientes recomendados por
114 Souza (2005) e EMATER-DF.

115 O custo operacional relativo à irrigação englobou os custos com energia elétrica, mão de
116 obra e manutenção dos sistemas. O custo de mão-de-obra para fins de irrigação foi de
117 R\$7,80 h⁻¹ homem⁻¹ e para energia elétrica de R\$0,20 kWh⁻¹. O uso de energia foi de
118 0,20, 0,10, 0,50 e 0,35 kWh m⁻³ e o de mão-de-obra de 0,5, 6,0, 1,5 e 1,0 h-homen ha⁻¹
119 irrigação⁻¹ para GO/MI, SU, AS e CO, respectivamente. O custo de manutenção foi de
120 4% do custo dos GO e MI e de 3% para os demais sistemas. (Marouelli & Silva, 2011).

121 A depreciação foi determinada pelo método linear, subtraindo-se do valor inicial do
122 bem o valor final de mercado (valor de sucata) e dividindo-se o resultado pela vida útil
123 do equipamento (12 anos; exceto para tubos gotejadores - 3 anos, e microaspersores - 4
124 anos). O custo de oportunidade do capital investido foi determinado considerando-se
125 uma taxa de juros de 6% ao ano sobre o valor do equipamento. O custo de oportunidade
126 das despesas de custeio também foi calculado usando-se a mesma taxa de juros,
127 observando-se um período de seis meses, equivalente ao tempo que os recursos
128 financeiros permanecem imobilizados para a produção do tomate.

129 A receita bruta foi igual ao valor de venda da produção comercial, sendo o preço médio
130 recebido na propriedade pelo produtor de R\$2,00 kg⁻¹ de fruto.

131 A partir dos valores de custo total e receita total anual foram determinados os seguintes
132 indicadores: receita líquida (custo total menos receita total), taxa de retorno (relação
133 entre receita líquida e custo total), ponto de nivelamento (relação entre custo total e
134 preço recebido pelo produtor) e lucratividade (relação entre a receita líquida e receita
135 total).

136 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

137 Os custos dos sistemas, números e lâminas totais de irrigações aplicadas e produtividade
138 comercial de frutos são apresentados na Tabela 1. O menor investimento para a
139 aquisição e instalação dos sistemas de irrigação foi para o SU, enquanto o maior
140 investimento ocorreu para o MI. A menor demanda de água foi verificada no sistema
141 GO_M, enquanto a maior demanda ocorreu no SU. A produtividade de frutos variou de
142 84 t ha⁻¹ (GO_{IL}) a 124 t ha⁻¹ (CO_C).

143 Um resumo das despesas de custeio e operacionais associadas à irrigação, depreciação,
144 custo de oportunidade e das receitas para os diferentes sistemas, assim como os
145 indicadores de eficiência econômica, são apresentados na Tabela 2.

146 O sistema de irrigação que apresentou maior custo operacional anual foi o MI, 3,1%
147 maior que CO_C, 3,8% que o CO_A, 6,9% que o GO_M, 10,4% que o GO_{2L}, 12,0% que o
148 SU, 12,2% que o AS e 15,1% que o GO_{IL}. O sistema MI também foi aquele com maior
149 custo de oportunidade (R\$2.806 ano⁻¹), enquanto o SU teve o menor custo de
150 oportunidade (R\$1.488 ano⁻¹). O custo total anual por hectare variou de R\$45.283
151 (GO_{IL}) a R\$52.975 (MI).

152 A maior receita líquida anual foi verificada no sistema CO_C (R\$196.901), a qual foi
153 20,3%, 26,8%, 33,9%, 44,2%, 47,3%, 50,0% e 60,5% maior que a dos sistemas SU,
154 CO_A, MI, GO_{2L}, AS, MI e GO_{IL}, respectivamente.

155 A maior taxa de retorno do capital investido foi verificada no sistema CO_C (3,85),
156 seguindo do SU (3,54), enquanto o GO_{IL} teve a menor taxa (2,71). O maior retorno do
157 CO_C deve-se principalmente à sua alta produtividade de frutos, enquanto no SU deve-se
158 à boa produtividade associado ao baixo custo de aquisição do sistema.

159 O ponto de nivelamento da produção variou entre 22,6 t ha⁻¹ (GO_{IL}) e 26,5 t ha⁻¹ (MI),
160 portanto, muito menor que as produtividades obtidas no presente estudo. Excelente

161 desempenho de todos os sistemas também pode ser verificado na lucratividade da
162 atividade produtiva, que variou entre 72,9% (GO_M) e 79,4% (CO_C).
163 Estudos realizados em anos anteriores na Embrapa Hortaliças indicam que a
164 produtividade do tomateiro orgânico irrigado por AS é maior que a dos demais sistemas
165 em anos mais secos (UR < 70%), ou seja, menos favoráveis à ocorrência de doenças
166 foliares, como a requeima e septoriose. Por outro lado, em estações secas com
167 ocorrência de orvalho ou chuvas ocasionais (UR > 70%), o sistema MI tem se mostrado
168 ser o mais produtivo. Assim, o sistema CO_C pode garantir ao produtor maior
169 lucratividade e estabilidade na produção de tomate orgânico no Brasil Central,
170 independente das variações climáticas que podem ocorrer a cada ano.

171 REFERÊNCIAS

- 172 ANTONIK LR. 2004. Análise de projetos de investimento sob condições de risco.
173 *Revista FAE* 7(1): 67-76.
- 174 LOPES CA; MAROUELLI WA; CAFÉ FILHO AC. 2006. Associação da irrigação
175 com doenças de hortaliças. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 14: 151-179.
- 176 MAROUELLI WA; CARRIJO OA; SOUZA RB; SILVA WLC. 2011. Irrigação e
177 fertirrigação na cultura do tomate. In: SOUSA VF; MAROUELLI WA; COELHO
178 EF; PINTO JM; COELHO FILHO MA (Ed.). *Irrigação e fertirrigação em fruteiras
179 e hortaliças*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 739-769.
- 180 MAROUELLI WA; SILVA WLC. 2011. *Seleção de sistemas de irrigação para
181 hortaliças*. 2.ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011. 20 p. (Circular Técnica 11).
- 182 MARTIN NB; SERRA R; OLIVEIRA MDM; ÂNGELO JA; OKAWA H. 1998.
183 Sistema integrado de custos agropecuários: CUSTAGRI. *Informações Econômicas*
184 28(1): 7-28.
- 185 ROTEM J; PALTÍ J. 1969. Irrigation and plant diseases. *Annual Review of
186 Phytopathology* 7: 267-288.
- 187 SCHALLENBERGER E; REBELO JA; MAUCH CR; TERNES M; PEGORARO RA.
188 2008. Comportamento de plantas de tomateiros no sistema orgânico de produção
189 em abrigos de cultivo com telas antiinsetos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*
190 7(1): 23-29.
- 191 SOUZA JL. 2005. Tomateiro para mesa em sistema orgânico. *Informe Agropecuário*
192 24(219): 108-120.
- 193 TOGNI PHB; SUJII ER; MEDEIROS MA; FRIZZAS MR; ERDMAN M;
194 CAVALCANTE KR; NAKASU EYT. 2009. Dinâmica populacional da mosca-
195 branca em tomateiro sob monocultivo e consórcio, cultivo orgânico e convencional.
196 *Horticultura Brasileira* 27: 179-184.
- 197

198 **Tabela 1.** Custo do sistema, número de irrigações, lâmina total de água e produtividade
 199 comercial de tomate, conforme o sistema de irrigação. Brasília, DF, Embrapa
 200 Hortaliças, 2011.

Variável	GO _{1L}	GO _{2L}	GO _M	SU	MI	AS	CO _A	CO _C
Custo (R\$ha ⁻¹) ⁽¹⁾	4.000/ 3.000	6.000/ 6.000	4.000/ 3.000	2.500	8.000/ 12.000	5.500	11.500/ 6.000	11.500/ 6.000
Irrigações	60	61	52	35	45	42	52	55
Lâmina (mm)	460	505	400	890	700	710	725	620
Produtividade (t ha ⁻¹)	84	92	90	105	100	90	103	124

201 ⁽¹⁾No caso de dois números, o segundo refere-se aos tubos gotejadores ou microaspersores.
 202 GO_{1L}: gotejo com uma lateral por fileira de plantas, GO_{2L}: gotejo com duas laterais por fileira, GO_M: gotejo com
 203 *mulching* de plástico preto, SU: sulco, MI: microaspersão “subcopa”, AS: aspersão acima do dossel, CO_A: sistema
 204 combinado com irrigações alternadas, CO_C: sistema combinado com manejo visando controle de pragas.

205

206

207

208

209 **Tabela 2.** Componentes médios de custos e receita (R\$ha⁻¹ safra⁻¹) e indicadores de
 210 eficiência econômica para os diferentes sistemas de irrigação. Brasília, DF, Embrapa
 211 Hortaliças, 2011.

Despesas e receita	GO _{1L}	GO _{2L}	GO _M	SU	MI	AS	CO _A	CO _C
Custeio parcial ⁽¹⁾	41.400	41.700	44.800	42.700	43.300	42.900	43.500	43.900
Energia para irrigação	184	202	160	178	140	710	508	434
Mão de obra para irrigação	234	238	203	1.638	176	491	406	429
Manutenção sist. irrigação	460	840	460	75	1.920	165	1.003	1.003
Custeio	42.278	42.980	45.623	44.591	45.536	44.266	45.416	45.766
Depreciação sist. irrigação	1.317	2.475	1.317	198	4.633	435	2.910	2.910
Custo total operacional ⁽²⁾	43.595	45.455	46.939	44.789	50.169	44.702	48.326	48.676
Custo oport. sist. irrigação	420	720	420	150	1.440	330	1.050	1.050
Custo oport. do custeio	1.268	1.289	1.369	1.338	1.366	1.328	1.362	1.373
Custo total oportunidade	1.688	2.009	1.789	1.488	2.806	1.658	2.412	2.423
Indicadores								
Custo total (A + B)	45.283	47.464	48.728	46.277	52.975	46.360	50.738	51.099
Receita total	168.000	184.000	180.000	210.000	200.000	180.000	206.000	248.000
Receita líquida	122.717	136.536	131.272	163.723	147.025	133.640	155.262	196.901
Taxa de retorno	2,71	2,88	2,69	3,54	2,78	2,88	3,06	3,85
Ponto nivelamento (t/ha)	22,6	23,7	24,4	23,1	26,5	23,2	25,4	25,5
Lucratividade (%)	73,0	74,2	72,9	78,0	73,5	74,2	75,4	79,4

212

⁽¹⁾ Inclui todo o custeio para a produção do tomateiro, exceto os custos da irrigação.

213

⁽²⁾ Inclui as despesas de custeio mais a depreciação do sistema de irrigação.

214

GO_{1L}: gotejo com uma lateral por fileira de plantas, GO_{2L}: gotejo com duas laterais por fileira, GO_M: gotejo com *mulching* de plástico preto, SU: sulco, MI: microaspersão "subcopa", AS: aspersão acima do dossel, CO_A: sistema combinado com irrigações alternadas, CO_C: sistema combinado com manejo visando controle de pragas.

215

216

217