

DETERMINAÇÕES PÓS-COLHEITA EM MINITOMATES PRODUZIDOS EM SISTEMAS DE CULTIVO SEM SOLO EM AMBIENTE PROTEGIDO

MARIA ISABEL MARTINS DE OLIVEIRA¹, VICKY JANETH IGLESIAS GUERRERO², RENAN BENARDINO BANDEIRA³, ANTONIO PIRES DE CAMARGO⁴, THAIS QUEIROZ ZORZETO CESAR⁵

¹ Graduanda em Engenharia Agrícola, Laboratório de Controle Ambiental, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP, moliveira.misabel@gmail.com.

² Eng. Agrônoma, Mestre em Engenharia Agrícola, Laboratório de Hidráulica e Irrigação, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

³ Graduando em Engenharia Agrícola, Laboratório de Controle Ambiental, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

⁴ Eng. Agrônomo, Prof. Livre-Docente, Laboratório de Hidráulica e Irrigação, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

⁵ Eng. Agrícola, Profa. Doutora, Laboratório de Controle Ambiental, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 - Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: Avaliar diferentes formas de cultivo de minitomates em ambiente protegido e em substrato, com e sem recirculação da solução nutritiva, principalmente com relação à qualidade dos frutos, possibilita que os produtores tenham novas possibilidades de produção viáveis, mais acessíveis e sustentáveis. A análise dos frutos após a colheita pode ser um indicador do desempenho no manejo adotado. Objetivou-se avaliar se indicadores da qualidade pós-colheita de minitomates, como teor de licopeno, ácido ascórbico e perda de massa, são influenciados positivamente pelos três sistemas de cultivo sem solo: T1) substrato, sem recirculação de solução nutritiva; T2) substrato com recirculação de solução nutritiva; T3) sistema hidropônico NFT. Os sistemas de cultivo sem solo com recirculação da solução nutritiva apresentaram qualidade (perda de massa, teor de licopeno e ácido ascórbico) de frutos semelhantes aos sistemas tradicionais de cultivo com substrato sem recirculação da solução nutritiva. Com manejo adequado, qualidade semelhante de frutos pode ser alcançada com diferentes sistemas de cultivo em estufas de baixa tecnologia, indicando que sistemas de cultivo com recirculação da solução nutritiva podem ser uma opção promissora para produção de minitomate.

PALAVRAS-CHAVE: ácido ascórbico, perda de massa, recirculação da solução nutritiva, sistema sustentável de produção, teor de licopeno.

POST-HARVEST ASSESSMENTS IN MINITOMATOES PRODUCED IN SOILLESS CULTIVATION SYSTEMS IN A PROTECTED ENVIRONMENT

ABSTRACT: Analyzing different minitomatoes cultivation methods in protected environments and soilless, with and without recirculation of nutrient solution, especially regarding fruit quality, enables growers to have new viable, accessible, and sustainable production possibilities. The analysis of the fruits after harvesting can be an indicator of the performance of the adopted management. The goal of this work was to evaluate if the post-harvest quality indicators of minitomatoes, as lycopene content, mass loss, and ascorbic acid, are positively influenced by the three soilless cultivation systems: (1) substrate cultivation

without recirculation of nutrient solution, (2) substrate cultivation with recirculation of nutrient solution, (3) NFT hydroponic cultivation (without substrate). Soilless cultivation systems with nutrient solution recirculation showed quality (mass loss, lycopene and ascorbic acid content) of fruits similar to traditional cultivation systems with substrate without nutrient solution recirculation. With proper management, similar fruit quality can be achieved with different cultivation systems in low-technology greenhouses, indicating that cultivation systems with nutrient solution recirculation can be a promising option for mini tomato production.

KEYWORDS: ascorbic acid, mass loss, nutrient solution recirculation, sustainable production system, lycopene content.

INTRODUÇÃO:

O Brasil, em 2021, foi um dos dez maiores produtores de tomate do mundo, com área cultivada de 52 mil hectares e produção anual de 3,6 milhões de toneladas (FAO). Em ambiente protegido, os sistemas de cultivo sem solo ou sem substrato vêm sendo amplamente usados para produção de minitomates. Os sistemas de cultivo sem substrato, como os sistemas NFT (*Nutrient Film Technique*) são outra alternativa para desenvolver culturas de hortaliças como tomate, em que as raízes das plantas são desenvolvidas numa lâmina fina de solução nutritiva que é recirculada por calhas de PVC (BERLIZT, 2017; CARRIJO et al., 2004). Nos sistemas abertos, ou seja, sem recirculação da solução nutritiva, no entanto, o descarte da água com nutrientes é um problema que prejudica a qualidade do solo, causando impactos ambientais (VAN OS, 2017), além de representar desperdício de recursos, gastos pelo produtor (RAVIV et al., 2017). Somado a isso, o tomate é uma cultura que necessita de altas quantidades de água e nutrientes (ALVARENGA, 2013). Logo, o cultivo do minitomate em ambiente protegido com recirculação da solução nutritiva apresenta diversas vantagens como a redução do uso de nutrientes, eficiência no uso da água, melhor controle de pragas e doenças, diminuindo o uso de defensivos e reduzindo os gastos no manejo da cultura (LENHARD et al., 2017). Compreendendo essa relevância, o objetivo deste trabalho foi avaliar se indicadores da qualidade pós-colheita de minitomates, como teor de licopeno, ácido ascórbico e perda de massa, são influenciados positivamente pelos três sistemas de cultivo sem solo: (T1) cultivo em substrato, sem recirculação de solução nutritiva; (T2) cultivo em substrato com recirculação de solução nutritiva; (T3) cultivo em sistema hidropônico NFT.

MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi conduzido em uma estufa agrícola localizada no Campo Experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI/UNICAMP) (22°48'57" S. 47°03'33" W. 640 m), com orientação norte-sul. Na estufa, foram posicionadas 6 fileiras de cultivo com 15 m de comprimento e 1 m entre fileiras. O espaçamento entre plantas foi de 0,6 m, com 22 plantas por fileira, totalizando 132 plantas na estufa. O espaçamento entre plantas e fileiras foi mantido igual em todos os tratamentos.

Foi avaliada a cultivar BRS Zamir, que pertence ao grupo de minitomates e apresenta hábito de crescimento indeterminado. Os tratamentos foram: T1- sistema de cultivo com substrato e sem recirculação da solução nutritiva; T2- sistema de cultivo com substrato e com recirculação da solução nutritiva; T3- sistema NFT. O delineamento experimental foi caracterizado por blocos ao acaso com 3 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela dentro do bloco foi composta por 12 plantas. Nos tratamentos com substrato (T1 e T2), as plantas foram cultivadas em vasos de 8 L contendo substrato fibra de coco. A fibra de coco é recomendada como uma das melhores opções para cultivos sem solo do tomateiro (ALVARENGA, 2013). No tratamento T3 foram utilizadas calhas de PVC com dimensões mínimas de 150 mm de largura e 75 mm de altura (ALVARENGA, 2013).

Os frutos foram coletados no mesmo dia para os três tratamentos e no estágio vermelho de maturação. Foram selecionados quanto à ausência de lesões, uniformidade de tamanho e coloração da casca vermelha, conforme classificação CQH/CEAGESP (2003) e IN nº 33, de 18 de julho de 2018 (define as características de identidade e qualidade de tomate *in natura* após acondicionado e embalado).

Foram consideradas seis das 12 plantas de cada parcela e colhidos 8 frutos por parcela por tratamento e bloco, sendo realizadas as avaliações em triplicata. Para determinar o teor de licopeno dos frutos, foi utilizada a metodologia descrita em IAL (2008) e MORETI (2006). Para a perda de massa (PM), foram colhidos 8 frutos por tratamento e bloco, os frutos foram pesados a cada cinco dias, durante 20 dias. Para a determinação do ácido ascórbico (vitamina C), 5 g da polpa centrifugada foram diluídos em 50 ml de ácido oxálico a 1% em erlenmeyer. A mistura foi titulada com solução de 2,6-diclorofenol-indofenol-sódio (DCFI) até que apresentasse coloração rosada persistente por 15 s (CARVALHO, 1990). A solução padrão foi obtida com 10 ml de ácido ascórbico e 50 ml de ácido oxálico a 1%, sendo os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g polpa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Durante os 20 dias de armazenamento (a $23 \pm 1.2^\circ\text{C}$ e $60 \pm 5\%$), houve perda de massa crescente nos frutos (Figura 1). No tratamento T1, os tomates apresentaram de 5.53% até 9.26% de perda de massa; no T2 houve perda de 4.92% até 9.82%; e o T3 foi o tratamento que apresentou menor perda, de 4.61% até 7.57%, comparado com os outros tratamentos.

Após 20 dias e com perda de massa de mais de 5%, os frutos sofrem alterações fisiológicas e bioquímicas, como amolecimento dos tecidos e o murchamento (Figura 2). Com a transpiração, o fruto perde água na forma de vapor, consequência do déficit de pressão de vapor entre o fruto e o ambiente (Mesquita et al., 2020).

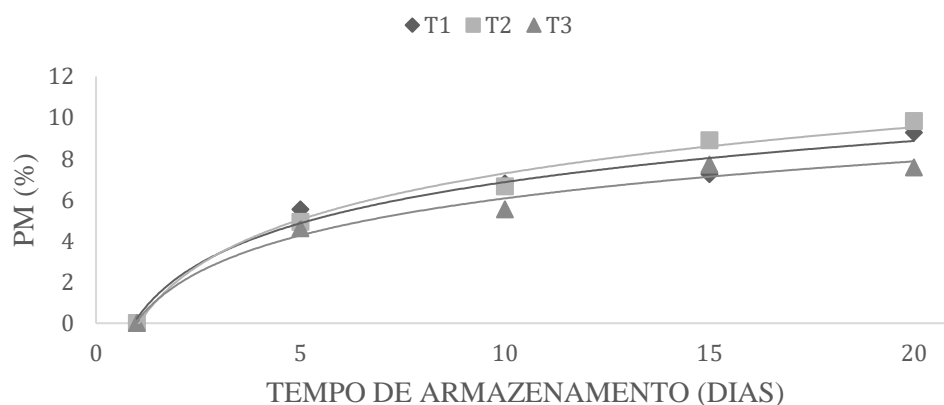


FIGURA 1. Perda de massa (PM) dos minitomates cultivados nos três tratamentos (T1- sistema de cultivo com substrato e sem recirculação da solução nutritiva; T2- sistema de cultivo com substrato e com recirculação da solução nutritiva; T3- sistema NFT), armazenados após a colheita ao longo de 20 dias a $23 \pm 1.2^\circ\text{C}$ e $60 \pm 5\%$.

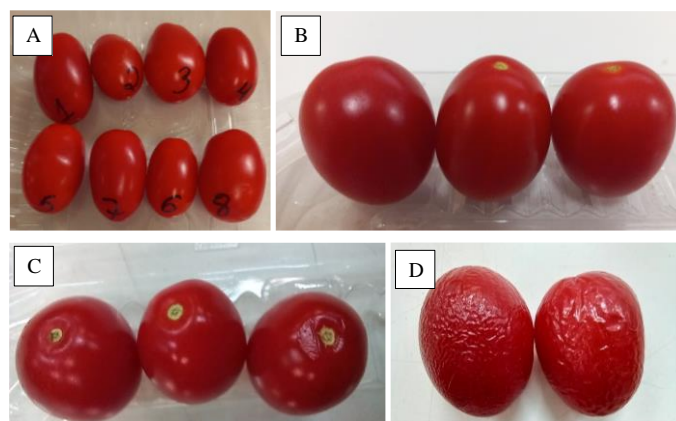


FIGURA 2. Aparência visual dos minitomates armazenados sob condições controladas a temperatura de $23 \pm 1.2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $60 \pm 5\%$, por (A) 5 dias, (B) 10 dias, (C) 15 dias e (D) 20 dias após a colheita.

O teor de licopeno é um dos compostos de importância no minitomate, sendo um carotenoide e antioxidante, cuja síntese e decomposição são marcadas na etapa de maturação e senescência. Os resultados mostraram que, ao longo do armazenamento, houve síntese e posterior aumento do teor de licopeno nos tratamentos, com diferenças significativas entre tratamentos no início das análises e ao longo do tempo para T1 e T2 (Tabela 1). No início do armazenamento, o T3 apresentou o maior teor de licopeno ($112.21 \mu\text{g g}^{-1}$); e no final, houve aumento do teor obtido ($117.31 \mu\text{g g}^{-1}$), mas não diferiu significativamente dos demais tratamentos.

Os processos de maturação e sínteses de licopeno são influenciados por diversos fatores, como a temperatura ou fitormônios, como o etileno, que influencia nas sínteses de carotenos que podem retardar o intensificar seus níveis (MESQUITA, 2020; IGLESIA, et. al., 2013; TAIZ, et. al., 2017). Os valores de teor de licopeno obtidos concordaram com os valores registrados por outras pesquisas: $30 \mu\text{g g}^{-1}$ de licopeno em frutos *in natura*, $150 \mu\text{g g}^{-1}$ em amostras de suco de tomate (LORO, 2015; RODRIGUES, et. al., 2003) $104 \mu\text{g g}^{-1}$ em frutos de minitomate ‘BRS Tospodoro’ totalmente maduros (GIORDANO, et. al., 2010).

TABELA 1. Teores de licopeno em frutos de minitomate analisados nos dias inicial e final, durante 20 dias de armazenamento a $23 \pm 1.2^\circ\text{C}$ e $60 \pm 5\%$ de umidade relativa, para cada tratamento (T1- sistema de cultivo com substrato e sem recirculação da solução nutritiva; T2- sistema de cultivo com substrato e com recirculação da solução nutritiva; T3- sistema NFT).

Tempo (dias)	Licopeno ($\mu\text{g g}^{-1}$)		
	T1	T2	T3
Inicial (0)	58.70 ± 17.93 ^{Aa}	94.10 ± 23.25 ^{Ba}	112.21 ± 17.72 ^{Ca}
Final (20)	92.42 ± 6.47 ^{Ab}	120.62 ± 35.83 ^{Ab}	117.31 ± 31.02 ^{Aa}

Letras maiúsculas comparam tratamentos nas colunas e minúsculas comparam tempo inicial e final nas linhas; mesmas letras atestam resultado iguais entre si. Kruskal-Wallis – Teste de Tukey ($p \leq 0.05$).

Os teores de ácido ascórbico aumentaram ao longo do tempo de armazenamento, sem diferenças significativas entre os três tratamentos (Tabela 2). Em média, no início das análises, foram obtidos 19.4 mg de ácido ascórbico 100 ml^{-1} ; até 24.2 mg 100 ml^{-1} no dia final. Neste trabalho, a adubação e a intensidade da radiação solar foram iguais, diferindo apenas no sistema de cultivo, que não afetou o teor de ácido ascórbico dos minitomates cultivados.

TABELA 2. Ácido ascórbico para frutos de minitomate, cultivados nos três sistemas de cultivo (T1- sistema de cultivo com substrato e sem recirculação da solução nutritiva; T2- sistema de cultivo com substrato e com recirculação da solução nutritiva; T3- sistema NFT).

Tempo (dias)	Ácido ascórbico (mg 100 mL ⁻¹)		
	T1	T2	T3
1	19.82 ± 0.35 ^{Ad}	19.21 ± 0.27 ^{Ad}	19.21 ± 0.11 ^{Ad}
5	20.68 ± 0.23 ^{Ad}	21.11 ± 0.72 ^{Ac}	21.45 ± 0.96 ^{Ac}
10	21.31 ± 0.26 ^{Ac}	22.46 ± 0.19 ^{Ab}	22.50 ± 0.30 ^{Ab}
15	22.90 ± 0.46 ^{Ab}	22.13 ± 0.31 ^{Ab}	23.33 ± 1.07 ^{Aa}
20	24.25 ± 0.62 ^{Aa}	24.09 ± 0.57 ^{Aa}	24.28 ± 0.29 ^{Aa}

Letras maiúsculas comparam tratamentos nas colunas e minúsculas comparam tempos nas linhas; mesmas letras atestam resultados iguais entre si. Análises post-hoc com ajuste de Bonferroni ($p \leq 0.05$).

CONCLUSÕES: Os sistemas de cultivo sem solo com recirculação da solução nutritiva apresentaram resultados semelhantes em termos de qualidade dos frutos (perda de massa, teor de licopeno e ácido ascórbico) quando comparados aos sistemas tradicionais de cultivo com substrato sem recirculação da solução nutritiva. Logo, com um manejo adequado, é possível alcançar qualidade semelhante de frutos usando diferentes sistemas de cultivo em estufas de baixa tecnologia. Portanto, os sistemas de cultivo com recirculação da solução nutritiva podem ser uma opção promissora para a produção de minitomate em casa de vegetação.

REFERÊNCIAS:

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013.
- BERLIZT, F. (2017). Sistemas de produção de hortaliças folhosas em ambiente protegido. *Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul*, 93(I), 259.
- CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. Análises Químicas de Alimentos. Campinas: **ITAL**, 1990, 121p. (Manual Técnico).
- CARRIJO, O.A.; VIDAL, M.C.; REIS, N.V.B.; SOUZA, R.B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v.22, n.1, p.05-09, jan-mar 2004.
- CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Tomate: análise dos indicadores da produção e comercialização no mercado mundial, brasileiro e catarinense. *Compêndio de estudos Conab*, v. 21, p. 11-12, 2020.
- DA SILVA, J. et al. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. v. 17, n. 1, p. 40–46, 2013.
- FAO Crops and Livestock Products - FAOSTAT Disponível online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (acessado em 6 junho 2023).
- Giordano, L. de B.; Boiteux, L.S.; Quezado-Duval, A.M.; Fonseca, M.E. de N.; Resende, F. V.; Reis, A.; González, M.; Nascimento, W.M.; Mendonça, J.L. “BRS Tospodoro”: A High Lycopene Processing Tomato Cultivar Adapted to Organic Cropping Systems and with Multiple Resistance to Pathogens. *Hortic. Bras.* **2010**, 28, 241–245, doi:10.1590/s0102-05362010000200019.
- IGLESIA, N.; M. S.; QUEVEDO, M. A.; GONZAGA, Z, C. Physico-Chemical Changes in Tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) Fruits as Influenced by Cultivation Systems and Modified Atmosphere Packaging. *Ann. Trop. Res.* **2013**, 104, 74–104, doi:10.32945/atr3516.2013.

LENHARDT, E. et al. CULTIVO DO TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO. [2017]. Disponível em: <https://eventos.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/agrotec2017/602.pdf>.

LORO, A.C. Caracterização Química e Funcional de Tomates “Sweet Grape” e Italiano Submetidos à Desidratação Osmótica e Adiabática, Universidade de São Paulo, 2015.

MESQUITA, A. Qualidade Do Tomate Do Tipo Grape Em Diferentes Cultivos e Uso de Embalagem Ativa Na Retenção de Compostos Bioativos e Na Atividade Antioxidantes, Universidade Federal São João del-Rei, 2020.

MORETTI, C.L. Protocolos de Avaliação Da Qualidade Química e Física de Tomate. *Embrapa Hortaliças - Circ. Técnica* **2006**, 11p.

RAVIV. M.; LIETH, J.H.; BAR-TAL, **Soilless culture: theory and practice**. 2. ed. London: Elsevier, 2019.

RODRIGUES, H.G.; DINIZ, Y.S.A.; FAINE, L.A.; ALMEIDA, J.A.; FERNANDES, A.A.H.; NOVELLI, E.L.B. *Revista de Nutrição*. Campinas 2003, p. v. 16, 315-320,.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. **2017**, 82, 227–236, doi:https://doi.org/10.1007/978-3-642-32304-1_19.

VAN OS, E. A. Recent advances in soilless culture in Europe. *Acta Horticulturae*, v. 1176, p. 1–8, 2017.