



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

Palavras-Chave: sistema sustentável de produção, cultivo sem solo de tomate, teor de licopeno,

Autoras:

Maria Isabel Martins de Oliveira, FEAGRI, UNICAMP

Vicky Janeth Iglesias Guerrero, FEAGRI, UNICAMP

Profª Drª Thais Queiroz Zorzeto Cesar, FEAGRI, UNICAMP

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, perda de massa, sólidos solúveis e acidez 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. A proposta integrou tema interdisciplinar sobre sistemas de cultivo sem solo em ambiente protegido para a produção de minitomates e foi parte de um projeto de pesquisa de Mestrado no Programa de Pós-Graduação da FEAGRI. O projeto se enquadrou em áreas de pesquisa prioritárias relacionadas a tecnologias de produção para o desenvolvimento sustentável do agronegócio.

METODOLOGIA:

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 estádio 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. O pH e os SST foram determinados por leitura direta na polpa homogeneizada com um potenciômetro e um refratômetro (IAL, 2008). O teor de íons de hidrogênio presente na amostra é expresso pelo pH, com determinação direta e simples, indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade da solução. O teor de SST é expresso em grau Brix (°Brix), indica a quantidade de sólidos dissolvidos no suco ou na polpa dos frutos e, caso a leitura seja feita em temperatura da amostra superior a 20°C, anotou-se a temperatura e fez-se a correção do resultado (adicionando valor tabelado à % de sacarose, em g 100 g⁻¹). Já a Acidez Total Titulável (ATT) foi determinada usando-se 10 g da polpa homogeneizada, diluídos em 100 ml de água destilada (CARVALHO, 1990). A titulação foi feita com hidróxido de sódio (NaOH) até que a solução atingisse pH igual a 8.1, no potenciômetro, e calculada pela relação a normalidade da solução de NaOH e a quantidade do mesmo gasto na titulação. A firmeza foi determinada segundo método de penetração, com uma ponteira de 5 mm de diâmetro. A firmeza foi definida como a força máxima (expressa em Newton) necessária para penetrar o tecido dos frutos (SCHWANTES, 2008; DE PONTES, 2019; PAVARIN, 2020).

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).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Durante os 20 dias de armazenamento (a 23 ± 1.2°C e 60±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

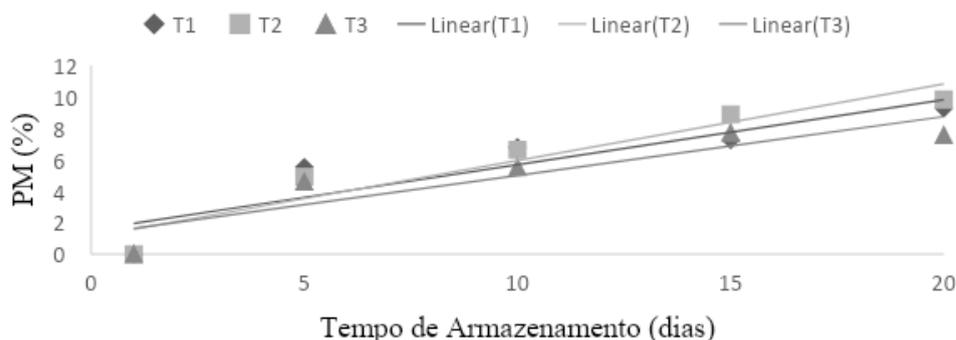


FIGURA 1. Perda de massa (PM) dos minitomates cultivados nos três tratamentos (T1- sistema de cultivo com substrato e sem recirculação da solução nutritiva; T2- sistema de cultivo com substrato e com recirculação da solução nutritiva; T3- sistema NFT), armazenados após a colheita ao longo de 20 dias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

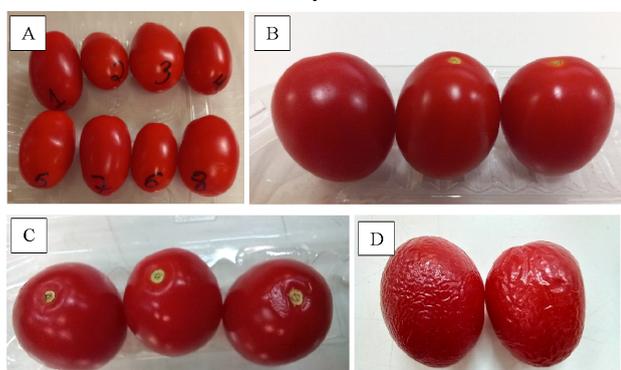


FIGURA 2. Aparência visual dos minitomates armazenados sob condições controladas a temperatura de $23 \pm 1.2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $60 \pm 5\%$, por (A) 5 dias, (B) 10 dias, (C) 15 dias e (D) 20 dias após a colheita.

O pH é uma propriedade importante para determinações de deterioração dos alimentos com o crescimento de microorganismos, atividades de enzimas, verificação do estado de maturação, entre outras (CECCHI, 2003). Os valores obtidos estão concordantes com a literatura: em frutos da variedade *Sweet grape*, armazenados em embalagem PET durante 20 dias, houve aumento de pH de 4.35 até 5.37 (MESQUITA, 2020); em diferentes variedades de tomate, os valores de pH variaram de 4.5 até 4.9, durante 17 dias de armazenamento (AGUIAR, et. al., 2012); e de 3.7 a 5.4 em diversos outros trabalhos (CUNHA, 2001; ABRAHÃO, et. al., 2011; NUNES, 2012).

A acidez é resultante dos ácidos orgânicos presentes nos alimentos, que influenciam o sabor, o odor, a cor, a estabilidade, entre outros (CECCHI, 2003). Com o armazenamento, ao longo do tempo e a degradação dos ácidos orgânicos, os valores resultantes da acidez total titulável reduziram como esperado. Resultados similares foram

observados na literatura: redução de 0.48 até $0.45 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$, ao longo dos dias de análises, como minitomate (MESQUITA 2020).

O teor de sólidos solúveis totais indica a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou na polpa dos frutos, apresentando uma tendência de aumento com o grau de amadurecimento e a degradação dos ácidos orgânicos. Os níveis de sólidos solúveis totais obtidos foram similares aos valores encontrados na literatura: faixas de 6.6 a 9.4°Brix (TAKASHI, et. al., 2015; ABRAHÃO, et. al., 2011; MESQUITA, 2020).

O teor de licopeno é um dos compostos de importância no minitomate, sendo um carotenóide 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).

A firmeza dos frutos não apresentou diferença significativa entre os três tratamentos,

tal qual entre os diferentes períodos de armazenamento.

TABELA 1. Valores de pH, Acidez total titulável, Sólidos Solúveis, firmeza e teores de licopeno em frutos de minitomate analisados nos dias inicial e final, e ao longo de 20 dias de armazenamento (para pH, ATT, SST e firmeza) 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).

Dias de armazenamento	T1	T2	T3
	pH		
0	4.42 ± 0.02 ^{Aa}	4.41 ± 0.01 ^{Aa}	4.42 ± 0.01 ^{Aa}
5	4.43 ± 0.04 ^{Aa}	4.42 ± 0.01 ^{Aa}	4.45 ± 0.03 ^{Aa}
10	4.51 ± 0.01 ^{Ab}	4.52 ± 0.02 ^{Ab}	4.50 ± 0.02 ^{Ab}
15	4.62 ± 0.04 ^{Ac}	4.63 ± 0.05 ^{Ab}	4.58 ± 0.07 ^{Ac}
20	4.69 ± 0.01 ^{Ac}	4.70 ± 0.02 ^{Ac}	4.68 ± 0.03 ^{Ad}
	ATT (mg 100 mL⁻¹)		
0	0.48 ± 0.004 ^{Aa}	0.47 ± 0.004 ^{Aa}	0.47 ± 0.02 ^{Aa}
5	0.44 ± 0.004 ^{Ab}	0.44 ± 0.01 ^{Ab}	0.45 ± 0.01 ^{Ab}
10	0.43 ± 0.01 ^{Ab}	0.44 ± 0.01 ^{Ab}	0.45 ± 0.01 ^{Ab}
15	0.43 ± 0.01 ^{Ab}	0.41 ± 0.01 ^{Ab}	0.43 ± 0.01 ^{Ab}
20	0.42 ± 0.03 ^{Ab}	0.41 ± 0.01 ^{Ab}	0.39 ± 0.01 ^{Ab}
	SST (°Brix)		
1	6.37 ± 0.15 ^{Aa}	6.59 ± 0.31 ^{Aa}	6.58 ± 0.06 ^{Aa}
5	6.75 ± 0.21 ^{Ab}	7.01 ± 0.19 ^{Ab}	6.83 ± 0.22 ^{Ab}
10	7.11 ± 0.22 ^{Ac}	7.43 ± 0.08 ^{Ab}	7.30 ± 0.14 ^{Ab}
15	7.43 ± 0.25 ^{Ad}	7.67 ± 0.13 ^{Ab}	7.63 ± 0.09 ^{Ab}
20	7.63 ± 0.10 ^{Ae}	7.74 ± 0.19 ^{Ab}	7.86 ± 0.10 ^{Ab}
	FIRMEZA (N)		
0	2.01±0.20 ^{Aa}	2.30±0.18 ^{Aa}	2.15±0.15 ^{Aa}
5	2.10±0.19 ^{Aa}	2.20±0.18 ^{Aa}	2.16±0.16 ^{Aa}
10	2.12±0.18 ^{Aa}	2.32±0.18 ^{Aa}	2.32±0.18 ^{Aa}
15	2.22±0.17 ^{Aa}	2.37±0.18 ^{Aa}	2.27±0.14 ^{Aa}
20	2.25±0.20 ^{Aa}	2.37±0.18 ^{Aa}	2.25±0.14 ^{Aa}
	LICOPENO (µg g⁻¹)		
0	58.70±17.93 ^{Aa}	94.10±23.25 ^{Ba}	112.21±17.72 ^{Ca}
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 tempos nas linhas; mesmas letras atestam resultados iguais entre si. Nos dados de pH, ATT e SST, foram realizadas análises post-hoc com ajuste de Bonferroni ($p \leq 0.05$). Para a firmeza e o teor de licopeno foi aplicado o método Kruskal-Wallis – Teste de Tukey ($p \leq 0.05$).

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.

BIBLIOGRAFIA:

ABRAHÃO, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; KOYANAGUI, M. T.; TREMOCOLDI, M. A.; EVANGELISTA, R.M. Efeito de Diferentes Relações K:Ca:Mg Na Qualidade de Frutos de Minitomate Cultivados Em Substrato. *Rev. Hortic. Bras.* **2011**, n. 29, 5226-5231 p.

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013.
- AGUIAR, F. P. C.; ABRAHÃO, R. M. S.; ANJOS, V. D. A., BENATO, E.A. Determinação Da Vida Útil de Tomate Tipo Cereja e "sweet Grape". In Proceedings of the CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA; EMBRAPA, Ed.; Jaguariúna Anais, Jaguariúna, 2012.
- BERLIZT, F. (2017). Sistemas de produção de hortaliças folhosas em ambiente protegido. *Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul*, 93(1), 259.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Agropecuária. DIRETRIZES SOBRE ENSAIOS OBJETIVOS PARA DETERMINAR A QUALIDADE DE FRUTAS E PRODUTOS HORTÍCOLAS FRESCOS E PRODUTOS VEGETAIS DESIDRATADOS, NOZES E CASTANHAS. [Brasília]. Ministério da Agricultura e Agropecuária. 2018.
- CALBO, A. G., NERY, A. A. Medição da firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. *Horticultura Brasileira*, v.13, n. 1, p. 7333-739, 1995.
- 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.
- CUNHA, A.R. da Parâmetros Agrometeorológicos de Cultura de Pimentão (*Capsicum Annuum L.*) Em Ambientes Protegido e Campo. **2001**, 128.
- 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.
- DE PONTES, C. C. G., GARCIA, C. C., STEINMACHER, N. C., MOREIRA, G. C., & FERREIRA, F. A. B. APLICAÇÃO DE AMIDO DA AMÊNDOA DO CAROÇO DE MANGA COMO COBERTURA COMESTÍVEL EM TOMATE. *ALIMENTOS*, 39.
- 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.
- PAVARIN, F. F. A. (2020). *Reconstrução tridimensional de tomates com integração de dados de biospeckle laser* (Doctoral dissertation, 2020).
- RAVIV, M.; LIETH, J.H.; BAR-TAL, **Soilless culture: theory and practice**. 2. ed. London: Elsevier, 2019.
- NUNES, A.C. Cultivo de Tomate Sweet Grape Em Hidroponia Com Diferentes Substratos Utilizando Água Residuária, Universidade Estadual de Goiás – UEG, 2012.
- 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,.
- SCHWANTES, J. M. (2008). Processamento mínimo, fisiologia e conservação refrigerada de genótipos de tomate.
- 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.
- Takahashi, K.; Cardoso, A.I.I. Production and Quality of Mini Tomato in Organic System with Two Stems Conduction and Top Pruning. *Hortic. Bras.* **2015**, 33, 515–520, doi:10.1590/S0102-053620150000400018.
- VAN OS, E. A. Recent advances in soilless culture in Europe. *Acta Horticulturae*, v. 1176, p. 1–8, 2017.