

Enxertia e densidade de hastes por planta na qualidade pós-colheita de minitomates em estufa de baixa tecnologia

Palavras-Chave: *Lycopersicon esculentum*, cultivo protegido, haste por planta, planta enxertada

Lucas Amaral Sousa, FEAGRI – UNICAMP

Adriano Ferreira de Araújo, FEAGRI - UNICAMP

Prof^a. Dr^a. Thaís Queiroz Zorzeto Cesar (orientadora), FEAGRI - UNICAMP

INTRODUÇÃO

A definição do número de hastes na condução do cultivo é uma das práticas fundamentais no manejo da cultura do tomate, influenciando diversos aspectos como o ciclo de crescimento da planta, o controle de doenças e a quantidade e qualidade dos frutos colhidos (MUELLER; WAMSER, 2009). Manter um rigoroso controle fitossanitário na área de cultivo é necessário no cultivo com mais de uma haste por planta, principalmente, pois ocorre a formação de um microclima propício ao surgimento de pragas e doenças, especialmente em condições de altas temperaturas (ALVARENGA, 2022).

Estudos indicam que plantas com uma ou duas hastes utilizam a luz de forma mais eficiente e alcançam maior produtividade por área cultivada, quando comparadas às plantas com três ou mais hastes. Isso ocorre porque a menor quantidade de hastes reduz o sombreamento entre elas e diminui a competição interna por recursos. AMARE; GEBREMEDHIN (2020) obtiveram uma produção de 6992 kg ha⁻¹ cultivando tomate híbrido wanda sob espaçamento entre plantas de 20 cm.

A técnica de enxertia envolve anexar a seção de uma planta (chamada rebento) em uma outra planta (chamada porta-enxerto). A fusão resultante das partes da planta permite a união física, resultando no crescimento conjunto como uma única planta (MELNYK; MEYEROWITZ, 2015). A enxertia de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) foi iniciada somente na década de 1960 (LEE; ODA, 2002). No contexto de sistemas agrícolas hidropônicos, as mudas que passaram pelo processo de enxertia são amplamente preferidas, pois reduzem significativamente o risco de propagação rápida de doenças (LEE et al., 2010). Sabe-se que a prática de enxertia em vegetais contribui para aumentar o vigor das plantas e estender o período de colheita (LEE et al., 2010), melhorar a produção e a qualidade dos frutos (HUANG et al., 2010; KHAH et al., 2006; RIGA et al., 2016; ROUPHAEL et al., 2010; TSABALLA et al., 2013). Também melhora a eficiência no uso da água, bem como a absorção de nutrientes e a eficiência de utilização. Essas características desempenham um papel fundamental para as plantas cultivadas em ambientes protegidos, nos quais se busca alcançar uma colheita prolongada e uma produtividade mais elevada das culturas.

Estufas agrícolas de baixa tecnologia são caracterizadas por adoção apenas da ventilação natural e altura limitada a 2 - 3 m (ALAM et al., 2016), refletindo em um ambiente excessivamente quente em determinadas épocas

do ano. O manejo da cultura protegida conduzida verticalmente e de natureza altamente intensiva representa um desafio para pequenos agricultores, com potencial de produção total nem sempre alcançado.

Conseqüentemente, diversas estratégias de gestão foram elaboradas com o objetivo de aprimorar o rendimento, incrementando tanto a quantidade como o tamanho e a qualidade dos frutos (MABOKO E DU PLOOY, 2008). Essas técnicas na horticultura compreendem o raleio de frutos, o controle da densidade populacional de plantas, a escolha de variedades específicas e a orientação do desenvolvimento das hastes (MABOKO E DU PLOOY, 2008). O projeto propôs avaliar se o uso da enxertia e o aumento da densidade de hastes em tomateiros produzidos em ambiente protegido de baixa tecnologia refletem em melhores indicadores de produção e qualidade pós-colheita dos frutos de minitomate. Este projeto de pesquisa de Iniciação Científica fez parte do projeto de Mestrado desenvolvido na FEAGRI-UNICAMP.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido com os seguintes tratamentos: T1 – Planta com uma haste; T2 – Planta com duas hastes; T3 – plantas com três hastes e E0 – Planta sem enxerto; E1 – Planta com enxerto. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, esquema fatorial, com 6 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela dentro do bloco foi composta por 6 plantas (Figura 1). O segundo ciclo de cultivo foi iniciado no dia 19 de março de 2024, com duração de 120 dias (Figura 2).

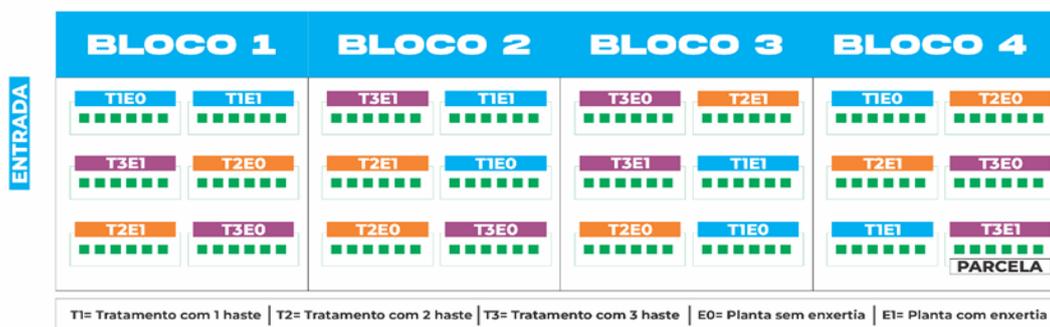


Figura 1. Esquema do delineamento experimental em blocos ao acaso.



Figura 2. Plantas distribuídas na estufa logo após o transplante, no florescimento e no momento de colheita.

No segundo ciclo, aos 72 DAT, 106 DAT e 134 DAT, foram realizadas as análises de pós-colheita dos frutos: pH e sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), teor de ácido ascórbico e teor de licopeno. As análises de qualidade das características pós-colheita foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita da FEAGRI. Os frutos foram coletados no mesmo dia para os seis tratamentos no estágio vermelho de maturação, selecionados

quanto à ausência de lesões, uniformidade de tamanho e coloração da casca vermelha, conforme classificação (CEAGESP, 2003) e IN nº 33, de 18 de julho de 2018. Foram selecionados aproximadamente 350g de frutos de cada tratamento. Os resultados foram submetidos à avaliação da normalidade, análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de sólidos solúveis, medido em °Brix, é um indicador direto do conteúdo de açúcares, como glicose e frutose, além de outros compostos dissolvidos. Valores mais elevados de sólidos solúveis estão associados ao sabor doce e são considerados um diferencial de qualidade para o mercado consumidor. Estudos mostram que estresses controlados, como a restrição de raízes, aumentam a concentração de sólidos solúveis, melhorando a palatabilidade do fruto (LIU et al., 2023; THISSEN et al., 2011). Conforme o manejo, o teor de açúcar pode atingir valores de até 11°Brix (ESPINDOLA; SANTOS, 2016). Obteve-se significância estatística para os resultados de sólidos solúveis relativos aos 134 DAT, ambos após 20 dias de armazenamento, mostrando interação entre os tratamentos (Tabela 1). O maior valor de SS foi obtido para o tratamento com três hastes e sem enxertia (T3E0), com média de 11,23°Brix. Em geral, os tratamentos sem enxertia apresentaram maiores valores de SS, em comparação com os tratamentos com enxertia.

Tabela 1. Sólidos solúveis (SS) (°Brix) sob interação entre números de haste (T1 – uma haste; T2 – duas hastes; T3 – três hastes) e enxertia (E0 – sem enxerto; E1 – com enxerto) dos frutos de minitomates ‘BRS Zamir F1’

134 DAT Dia 20			
	T1	T2	T3
E0	9,30 Ba	9,63 Ba	11,23 Aa
E1	8,13 Cb	9,03 Bb	9,60 Ab

Letras maiúsculas comparam tratamentos na linha e minúscula comparam tratamentos na coluna; mesma letras atestam resultados iguais entre si. Teste de tukey ($p \leq 0,05$).

A acidez titulável e o pH são parâmetros importantes para o sabor e a conservação do minitomate. Uma acidez equilibrada é associada à percepção de frescor e ao contraste de sabores. Práticas de manejo como a regulação da irrigação podem alterar significativamente esses parâmetros (LIU et al., 2023). Os valores de acidez variaram de 0,37 a 0,60 g 100g⁻¹. Aos 72DAT e aos 106 DAT, após 20 dias de armazenamento (Tabela 2).

Tabela 2. Acidez total titulável (ATT) (g.100g⁻¹), interação entre números de haste (T1 – uma haste; T2 – duas hastes; T3 – três hastes) e enxertia (E0 – sem enxerto; E1 – com enxerto) dos minitomates ‘BRS Zamir F1’.

72 DAT 20 dias			
	T1	T2	T3
E0	0,39 Ba	0,39 Bb	0,44 Aa
E1	0,37 Ba	0,44 Aa	0,41 Ab
106 DAT 20 dias			
	T1	T2	T3
E0	0,59 Aa	0,55 Ba	0,60 Aa
E1	0,51 Bb	0,54 Aa	0,55 Ab

Letras maiúsculas comparam tratamentos na linha e minúscula comparam tratamentos na coluna; mesma letras atestam resultados iguais entre si. Teste de tukey ($p \leq 0,05$).

Obteve-se significância estatística para os resultados de pH relativos aos 72 DAT, após 20 dias de armazenamento, não sendo observadas diferenças significativas entre os tratamentos, com médias em torno de 4,1 (Tabela 3). O pH do minitomate geralmente varia de 3,5 a 4,5, influenciando também sua estabilidade microbiológica durante o armazenamento (SOLEIMANI AGHDAM et al., 2016).

Tabela 3. pH (-) sob interação entre números de haste (T1 – uma haste; T2 – duas hastes; T3 – três hastes) e enxertia (E0 – sem enxerto; E1 – com enxerto) dos frutos de minitomates ‘BRS Zamir F1’ para o segundo ciclo de cultivo aos 72 DAT após 20 dias de armazenamento.

	T1	T2	T3
E0	3,82 Bb	4,16 Aa	4,10 Aa
E1	4,14 Aa	4,16 Aa	4,12 Aa

Letras maiúsculas comparam tratamentos na linha e minúscula comparam tratamentos na coluna; mesma letras atestam resultados iguais entre si. Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O ácido ascórbico é um antioxidante essencial presente no minitomate, contribuindo para sua qualidade nutricional e sensorial. A concentração de ácido ascórbico nos frutos pode ser influenciada por fatores como a variedade do tomate e o nível de maturação no momento da colheita. Estudos mostram que o manejo adequado da irrigação e o uso de cultivos protegidos podem preservar ou aumentar os níveis de vitamina C, promovendo benefícios à saúde do consumidor (BAI; HUANG; SHEN, 2021; LIU et al., 2023). Obteve-se aos 134 DAT, no dia da colheita, de 41,85 mg de ácido ascórbico 100 mL⁻¹ de amostra, para as plantas com uma haste e com enxertia (T1E1), a 49,46 mg de ácido ascórbico 100 mL⁻¹ de amostra, para as plantas com duas hastes e sem enxertia (T2E0).

Tabela 4. Ácido ascórbico (vitamina C) (mg (ácido ascórbico) 100 mL⁻¹ de amostra) sob interação entre números de haste (T1 – uma haste; T2 – duas hastes; T3 – três hastes) e enxertia (E0 – sem enxerto; E1 – com enxerto) dos frutos de minitomates ‘BRS Zamir F1’.

134 DAT Dia 0			
	T1	T2	T3
E0	48,40 ABa	49,46 Aa	45,51 Ba
E1	41,85 Bb	47,60 Aa	46,99 Aa

Letras maiúsculas comparam tratamentos na linha e minúscula comparam tratamentos na coluna; mesma letras atestam resultados iguais entre si. Teste de tukey ($p \leq 0,05$).

O licopeno é o principal carotenoide responsável pela coloração vermelha do tomate e é amplamente reconhecido por seus benefícios antioxidantes. Sua concentração pode ser influenciada por fatores como exposição à luz, temperatura e manejo nutricional. Pesquisas indicam que a aplicação de compostos bioestimulantes pode aumentar a síntese de licopeno, enquanto condições de estresse, como o déficit hídrico controlado, também promovem maior acúmulo desse composto (MING; JIANG; JI, 2023; SOLEIMANI AGHDAM et al., 2016). Observou-se interação significativa entre os números de hastes e a enxertia (Tabela 5) aos 120 DAT e aos 134 DAT, ambos após 20 dias de armazenamento. Os maiores teores de licopeno foram obtidos aos 134 DAT, apresentando de 45,86 µg g⁻¹, no tratamento T3E1, a 92,02 µg g⁻¹, no tratamento T1E0.

Tabela 5. Teor de Licopeno ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$) sob interação entre números de haste (T1 – uma haste; T2 – duas hastes; T3 – três hastes) e enxertia (E0 – sem enxerto; E1 – com enxerto) dos frutos de minitomates ‘BRS Zamir F1’.

120 DAT Dia 20			
	T1	T2	T3
E0	27,29 Aa	24,46 Ab	39,06 Ab
E1	19,97 Ba	52,00 Aa	54,00 Aa
134 DAT Dia 20			
	T1	T2	T3
E0	92,02 Aa	61,67 ABa	55,75 Ba
E1	54,83 Ab	55,89 Aa	45,86 Aa

Letras maiúsculas comparam tratamentos na linha e minúscula comparam tratamentos na coluna; mesma letras atestam resultados iguais entre si. Teste de tukey ($p \leq 0,05$).

CONCLUSÕES:

As características físico-químicas dos minitomates BRS Zamis conduzidos em tratamentos com diferentes números de hastes e presença ou ausência de enxertia variaram: para sólidos solúveis, de 8,13 a 11,23 °Brix, para acidez total titulável, de 0,37 a 0,60 g 100g⁻¹, para pH, em torno de 4,1, para ácido ascórbico, de 41,85 a 49,46 mg de ácido ascórbico 100 mL⁻¹ de amostra, e para teor de licopeno, de 45,86 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ a 92,02 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$,

BIBLIOGRAFIA

- ALAM, M. et al. Effect of different staking methods and stem pruning on yield and quality of summer tomato. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, v. 41, n. 3, p. 419–432, 24 set. 2016.
- ALVARENGA, M.A.R. Tomate: produção em campo, casa de vegetação e em hidroponia. 3. ed. [s.l.] Editora Universitária de Lavras, 2022.
- AMARE, G.; GEBREMEDHIN, H. Effect of Plant Spacing on Yield and Yield Components of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in Shewarobit, Central Ethiopia. *Scientifica*, v. 2020, p. 1–6, 24 set. 2020.
- BAI, Q.; HUANG, Y.; SHEN, Y. The Physiological and Molecular Mechanism of Abscisic Acid in Regulation of Fleshy Fruit Ripening. *Frontiers in Plant Science*, v. 11, 11 jan. 2021.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. *BRS Zamir: híbrido cereja ‘grape’ rico em licopeno*. Brasília: Embrapa Hortaliças, [s.d.]. 8 p.
- ESPINDOLA, R. G.; SANTOS, E. BRS ZAMIR cereja “grape” rico em licopeno. 2016.
- FRANCO, D. A. et al. Development, production, and quality of ‘Chonto’ type tomato grafted on cherry tomato introductions. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 65, n. 2, p. 150-157, 2018.
- HUANG, Y. et al. Improving cucumber tolerance to major nutrients induced salinity by grafting onto *Cucurbita ficifolia*. *Environmental and Experimental Botany*, v. 69, n. 1, p. 32–38, set. 2010.
- KHAH, E. M. et al. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture*, v. 08, n. 01, p. 3–7, 15 jun. 2006.
- LEE, J.; ODA, M. Grafting of Herbaceous Vegetable and Ornamental Crops. Em: *Horticultural Reviews*. [s.l.] Wiley, 2002. p. 61–124.
- LIU, D. et al. Effects of Extreme Root Restriction on the Nutritional and Flavor Quality, and Sucrose Metabolism of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Horticulturae*, v. 9, n. 7, p. 813, 14 jul. 2023.
- MABOKO, M. M.; PLOOY, C. P. DU. Effect of pruning on yield and quality of hydroponically grown cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). *South African Journal of Plant and Soil*, v. 25, n. 3, p. 178–181, jan. 2008.
- MELNYK, C. W.; MEYEROWITZ, E. M. Plant grafting. *Current Biology*, v. 25, n. 5, p. R183–R188, mar. 2015.
- MING, Y.; JIANG, L.; JI, D. Epigenetic regulation in tomato fruit ripening. *Frontiers in Plant Science*, v. 14, 14 set. 2023.
- MUELLER, S.; WAMSER, A. F. Combinação da altura de desponte e do espaçamento entre plantas de tomate. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n. 1, p. 64–69, mar. 2009.
- RIBEIRO, L. M. S.; RODRIGUES, G. B.; SILVA, P. P.; RESENDE, J. T. V. Genotipagem e fenotipagem de híbridos de tomate grape visando possíveis genitores para programas de melhoramento. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 40, n. 4, p. 438-445, 2022. DOI: 10.1590/s0102-0536-20220401.
- RIGA, P. et al. Rootstock effect on serotonin and nutritional quality of tomatoes produced under low temperature and light conditions. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 46, p. 50–59, mar. 2016.
- ROUPHAEL, Y. et al. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae*, v. 127, n. 2, p. 172–179, dez. 2010.
- SANTOS, L. O.; OLIVEIRA, M. A.; SILVA, P. P. Diferentes embalagens na conservação pós-colheita do minitomate Sweet Grape. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 35, n. 6, p. 1093-1104, 2015. DOI: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n6p1093-1104/2015.
- SOLEIMANI AGHDAM, M. et al. Impact of salicylic acid on postharvest physiology of fruits and vegetables. Em: *Eco-Friendly Technology for Postharvest Produce Quality*. [s.l.] Elsevier, 2016. p. 243–268.
- THISSEN, U. et al. A proper metabolomics strategy supports efficient food quality improvement: A case study on tomato sensory properties. *Food Quality and Preference*, v. 22, n. 6, p. 499–506, set. 2011.
- TSABALLA, A. et al. Molecular studies of inheritable grafting induced changes in pepper (*Capsicum annum*) fruit shape. *Scientia Horticulturae*, v. 149, p. 2–8, jan. 2013.