

**MAGNO DO CARMO PARAJARA**

**CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE MUDAS E PRODUÇÃO DE FRUTOS DE TOMATE ITALIANO A PARTIR DE DIFERENTES DIÂMETROS DE COLETO NA ENXERTIA, EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister*.

Orientador: Paulo Cezar Rezende Fontes

Coorientador: Fábio Luiz de Oliveira

**VIÇOSA – MINAS GERAIS  
2022**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

P222c  
2022

Parajara, Magno Carmo, 1994-

Características morfofisiológicas de mudas e produção de  
frutos de tomate italiano a partir de diferentes diâmetros de  
coleto na enxertia, em ambiente protegido / Magno Carmo  
Parajara. – Viçosa, MG, 2022.

1 dissertação eletrônica (30 f.): il.

Orientador: Paulo Cezar Rezende Fontes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Agronomia, 2022.

Referências bibliográficas: f. 26-30.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.699>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. *Solanum lycopersicum* - Cultivo. 2. Tomate - Enxertia.  
3. Estufas para cultivo. I. Fontes, Paulo Cezar Rezende, 1948-  
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.  
III. Título.

CDD 22. ed. 635.642

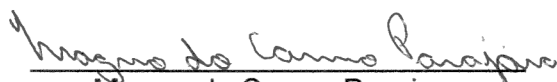
**MAGNO DO CARMO PARAJARA**

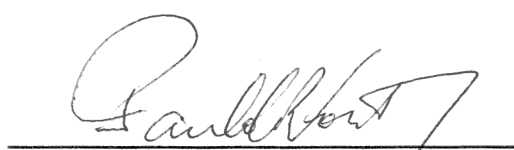
**CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE MUDAS E PRODUÇÃO DE FRUTOS DE TOMATE ITALIANO A PARTIR DE DIFERENTES DIÂMETROS DE COLETO NA ENXERTIA, EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister*.

APROVADA: 24 de novembro de 2022.

Assentimento:

  
Magno do Carmo Parajara  
Autor

  
Paulo Cezar Rezende Fontes  
Orientador

*Ao meu pai, Hlvio dos Santos Parajara,   
minha mãe, Cleide do Carmo e  minha irma,  
Magda do Carmo Parajara por todo apoio,  
carinho e incentivo.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter me guiado e protegido todos os dias por essas estradas, por me conceder saúde, me dando força, coragem e discernimento para encarar todos os desafios que apareceram. À minha mãe e ao meu pai, por todo apoio e confiança.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de estudos para o Mestrado e de Produtividade de Pesquisa (Processo 303.448/ 2018).

Ao professor Dr. Paulo Cezar Rezende Fontes pela orientação, conselhos, sugestões, apoio e confiança concedida.

Ao professor Dr. Fábio Luiz de Oliveira pela coorientação, pelo apoio e sugestões.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, especialmente aos funcionários técnico-administrativo que sempre estiveram dispostos a nos orientar desde o início até o final dessa jornada.

À Universidade Federal do Espírito Santo por me disponibilizar as instalações para desenvolvimento de minha dissertação.

Ao Grupo Empresarial Plantec<sup>®</sup>, empresa que agrega o viveiro TOP MUDAS<sup>®</sup>, onde foi realizado a fase experimental de mudas. À empresa Peter Fruit<sup>®</sup> importadora de frutas congeladas, responsável pela casa de vegetação, onde foi realizado a fase experimental de campo.

Ao amigo Bruno Henrique Bellon Cesconetto pela amizade, companheirismo e ajuda no desenvolvimento do experimento.

Aos amigos Celso Zucoloto, Mateus Gomes Zucoloto, Mário Euclides Pechara da Costa Jaeggi pelo apoio e disponibilidade.

E aos demais colegas de pós-graduação pelo convívio, ajuda e troca de experiências.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,  
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre  
aquilo que todo mundo vê.”*

*Arthur Schopenhauer*

## **BIOGRAFIA**

Magno do Carmo Parajara, filho de Hlvio dos Santos Parajara e Cleide do Carmo, irmão de Magda do Carmo Parajara, nasceu em 29 de setembro de 1994, em Alegre, estado do Espírito Santo. Coursou da primeira a oitava série no Centro Educacional de Alegre (CEA) na cidade de Alegre-ES. Coursou o ensino médio no Instituto Federal do Espírito Santo Campus de Alegre - ES. Em setembro de 2013, ingressou no curso de graduao em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES) na cidade de Alegre-ES. Durante a graduao, participou como bolsista do CNPq de projetos de iniciao científica (PIBIC). Em julho de 2019, recebeu o título de Bacharel em Agronomia, e ingressou em agosto do mesmo ano no Programa de Pós-Graduao em Fitotecnia da UFV, onde iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia, submetendo-se  defesa em 24 de novembro de 2022.

## RESUMO

PARAJARA, Magno do Carmo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2022. **Características morfofisiológicas de mudas e produção de frutos de tomate italiano a partir de diferentes diâmetros de coleto na enxertia, em ambiente protegido.** Orientador: Paulo Cezar Rezende Fontes. Coorientador: Fábio Luiz de Oliveira.

A enxertia é uma técnica utilizada na produção de mudas visando controlar doenças, com o uso de plantas tolerantes a estresse bióticos, e aumentar a produtividade do tomateiro (*Solanum lycopersicum*). Porém, os desafios futuros e dúvidas sobre a enxertia de tomate são destacados, com isso fica evidente que são raros os trabalhos sobre adequada combinação enxerto e porta enxerto em termos de adequado diâmetro da planta no momento da enxertia. Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as características morfofisiológicas das mudas do tomateiro enxertadas com diferentes diâmetros e determinar a produção sob condições de ambiente protegido. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos, compostos pelos diâmetros do coleto das mudas no momento da enxertia, coincidentes aos cliques de enxertia de 1,8; 2,0; 2,2; 2,5 e 2,8 mm (tratamentos T1; T2; T3; T4 e T5, respectivamente) com 15 repetições. Após a cicatrização, as mudas foram avaliadas quanto a: altura de planta; diâmetro do colo; massa fresca e seca da parte aérea e raiz; comprimento da raiz, taxa de mortalidade (%); área foliar da muda; e as características fisiológicas, clorofila flavonóis, e índice de balanço de N; e antocianina. Na colheita, foram avaliados, o peso (grama), o diâmetro (mm) e o comprimento (mm) do fruto. Também foram determinadas a produtividade (kg/ha); número de cachos e número médio de frutos por planta. Os resultados demonstraram que a enxertia realizada com diâmetros de coleto entre 2,2 e 2,5 mm formam mudas de melhor qualidade. No entanto, na fase produtiva as mudas provenientes da enxertia, possuem potencial produtivo em ambos os diâmetros do coleto, para o tomateiro italiano cultivado em ambiente protegido.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Enxertia. Clipe. Calibre.

## ABSTRACT

PARAJARA, Magno do Carmo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November 2022. **Morphophysiological characteristics of seedlings and fruit production of Italian tomato from different stem diameters in grafting, in a protected environment.** Advisor: Paulo Cezar Rezende Fontes. Co-advisor: Fábio Luiz de Oliveira.

Grafting is a technique used in the production of seedlings to control diseases, plants with tolerance to biotic stress and increase tomato (*Solanum lycopersicum*) productivity. However, future challenges and doubts about tomato grafting are highlighted, making it evident that studies on adequate graft and rootstock combination in terms of adequate plant diameter at the time of grafting are rare. Thus, the objective of the present work was to evaluate the morphophysiological characteristics of tomato seedlings grafted with different diameters and to determine the production under conditions of a protected environment. The experimental design was completely randomized with five treatments, consisting of the diameters of the stems of the seedlings at the time of grafting, coinciding with the grafting clips of 1.8; 2.0; 2.2; 2.5 and 2.8 mm (treatments T1; T2; T3; T4 and T5, respectively) with 15 repetitions. After the seedlings were healed, the following characteristics were evaluated: plant height; neck diameter; fresh and dry mass of shoots and roots; root length; mortality rate (%); leaf area of the seedling; and physiological characteristics, chlorophyll flavanols, and N balance index; and anthocyanin. At harvest, weight (gram), diameter (mm) and height (mm) of the fruit were evaluated. Productivity per area (kg/ha); number of curls; average number of fruits per plant. The results showed that grafting performed with stem diameters between 2.2 and 2.5 mm produced better quality seedlings. However, in the productive phase, the seedlings from the grafting show productive potential for both collar diameters for Italian tomato cultivated in a protected environment.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. Grafting. Clip. Caliber.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas da camada de 0 a 20 cm do solo utilizado no experimento.....	17
Tabela 2 - Características morfológicas de altura da planta, comprimento da raiz, área foliar e diâmetro do caule de mudas de tomate a partir de diferentes diâmetros de coleto na enxertia. ....	20
Tabela 3 - Características fisiológicas determinadas na folha de mudas de tomates a partir de diferentes diâmetros de coleto na enxertia.....	22
Tabela 4 – Médias do desempenho de mudas de tomate italiano, obtidas a partir da enxertia em diferentes diâmetros de coleto.....	23
Tabela 5 Médias de produção e de características do fruto de tomate italiano obtido de mudas enxertadas em diferentes diâmetros de coleto. ....	24
Tabela 6 – Produtividade, número de frutos por planta, peso médio de frutos e número de cachos por planta, a partir de diferentes diâmetros do coleto na enxertia. ....	25

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Demonstrativo dos diferentes calibres e condução do experimento. .... 15
- Figura 2 - Esquema de montagem e avaliação do experimento. .... 18

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO .....	12
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1 - Fase de mudas .....	14
2.2 - Fase de produção .....	17
3- RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
3.1 - Fase de muda .....	19
3.2 - Fase de produção .....	23
4 - CONCLUSÃO .....	26
REFERÊNCIAS.....	26

## 1 - INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) pertence à família *Solanaceae* que possui mais de 3.000 espécies, incluindo com a batata, a berinjela e o pimentão. Entretanto, o gênero *Solanum* é o maior dentro da família e compreende 1.200 a 1.700 espécies diferentes (BERGOUGNOUX, 2014). É originário da região andina especificamente Chile, Bolívia, Equador, Colômbia e o Peru que é considerado o centro de diversidade das espécies selvagens (LARRY e JOANNE, 2007). No entanto, tem alta capacidade de adaptação a diferentes ambientes, mas o cultivo poderá variar de acordo com o material genético, condições edafoclimáticas, e as técnicas de manejo utilizadas.

No Brasil, o tomateiro foi introduzido por imigrantes europeus no século XIX. Entretanto, o surgimento do tomate Santa Cruz, no estado do Rio de Janeiro em 1940 foi considerado o marco inicial da trajetória do cultivo no país (FILGUEIRA, 2008; ALVARENGA, 2013). No estado do Espírito Santo a produção do tomate concentra-se nos municípios de Afonso Cláudio (15,7%), Domingos Martins (11,6%), Muniz Freire (10,7%) e Santa Maria de Jetibá (10,1%) com produção em torno de 175 mil toneladas anuais (ZANDONADI, 2021).

O cultivo do tomate em ambiente protegido tem se expandido na busca de maiores produtividade, qualidade de frutos e segurança de produção pelo controle parcial de alguns fatores ambientais. Em ambos ambientes, campo e ambiente protegido, é comum verificar variabilidade de produtividade e de qualidade dos frutos, normalmente associada aos fatores bióticos e abióticos prevalentes.

Dentre os fatores abióticos destacam-se os tratos culturais. Diversos tratos culturais como tutoramento, desbrota, poda apical, raleamento de frutos nas pencas, retirada de folhas, irrigação e manejo fitossanitário são realizados na cultura na busca maior produtividade e longevidade da planta (FONTES e SILVA, 2002; BERRUETA et al., 2020). Um dos tratos realizados, relativamente mais recente, e com destaque, é a produção de mudas, pois a utilização de mudas de boa qualidade pode ser considerada umas das mais importantes etapas da produção do tomateiro.

Mudas de boa qualidade são identificadas por apropriadas características morfológicas como altura da parte aérea, comprimento da raiz, área foliar e diâmetro do caule que proporcionarão alta taxa de sobrevivência e boa produção de frutos. Assim, as características das mudas estão altamente relacionadas com maior produtividade de frutos de tomate (RYSIN e LOUWS, 2015).

Dentre as inovações tecnológicas na produção de mudas de tomate está a enxertia. A técnica da enxertia, já utilizada por várias décadas em outras espécies, vem ganhando espaço na cultura do tomate, introduzida inicialmente no continente asiático. A enxertia de tomateiro foi iniciada na década de 1960 (LEE e ODA, 2003). Atualmente, na Coreia, Japão e China cerca de 65% do tomate é produzido por tomateiro enxertado enquanto na Holanda, todo o tomate em condições de cultivo sem solo é produzido por plantas enxertadas (MAURYA et al., 2019). A enxertia com porta-enxertos vigorosos pode oferecer aos produtores de tomate uma opção sustentável e eficiente para obter uma produtividade confiável em ampla gama de sistemas e locais de produção (DJIDONOU et al., 2020).

Diversos aspectos da enxertia têm sido estudados para o tomate e outras hortaliças indicando mudanças no crescimento, produtividade de frutos e qualidade do produto (ZEIST et al., 2020). Rodica et al. (2018) demonstraram efeito positivo da enxertia sobre características de crescimento e produção de tomate que atingiu 9,2 kg por planta. A resposta positiva da enxertia sobre a produtividade e características de frutos do tomateiro é atribuída às diversas alterações fisiológicas e bioquímicas que ocorrem na interação cavalo/cavaleiro (EL-MOGY et al., 2022).

Atualmente, existem alguns entraves que limitam o amplo uso de mudas enxertadas, incluindo-se aumento do custo do trabalho, disseminação de doenças transmitidas por sementes, falta de porta-enxertos resistentes às múltiplas doenças e limitado conhecimento dos mecanismos de interação enxerto/porta-enxerto determinando o crescimento, desenvolvimento, tolerância e qualidade do fruto (HUANG et al., 2014). Os desafios futuros e dúvidas sobre a enxertia de tomate são destacados por Singh et al. (2020). Fica evidente que são raros os trabalhos sobre adequada combinação enxerto e porta enxerto em termos de adequado diâmetro da planta no momento da enxertia. Há referência de que o diâmetro deve ser de pelo menos 1,5 mm que é o menor diâmetro de clipe de enxertia de silicone disponível no mercado (GUAN e HALLET, 2016).

No mercado brasileiro há clipe de enxertia com diversos diâmetros sendo comuns aqueles variando entre 1,8 a 2,8 mm. Entretanto, pouco é conhecido sobre o efeito do calibre do cavalo/cavaleiro, no momento da enxertia sobre as características morfofisiológicas das mudas e sobre a posterior produção de frutos, sobretudo em ambiente protegido.

Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as características morfofisiológicas das mudas do tomateiro enxertadas com diferentes diâmetros e determinar a produção em solo sob condições de ambiente protegido.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Fase de mudas

O experimento foi conduzido no viveiro Top Mudas e realizado em casa de vegetação do tipo túnel alto, em parceria com o Grupo Empresarial Plantec, empresa especializada em produção e comercialização de mudas de hortaliças. E localizado no distrito de Alto Caxixe, no município de Venda Nova do Imigrante, no sul do Espírito Santo, em altitude de 1.210 m, latitude de 20° 24' 5,74" sul e longitude de 41° 4' 57,76" oeste. A classificação climática da local proposta por Köppen é tropical úmido com temperatura média anual de 24 °C (PEZZOPANE et al., 2012).

Para o porta enxerto foi utilizado a cultivar Green Rise da empresa Takii sementes, caracterizadas por apresentar resistências a murcha bacteriana (*Ralstonia*), *Verticillium*, *Pyrenochaeta*, murcha de *fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raças 1, 2 e 3), *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*), vírus do mosaico do tomate (*Tm-2a*) e nematoides (*Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica*). Para o enxerto foi utilizado a cultivar Benedetti, tipo italiano de crescimento indeterminado, da empresa Enza Zaden.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos, compostos pelos diâmetros do coleto das mudas no momento da enxertia, coincidentes aos cliques de enxertia de 1,8; 2,0; 2,2; 2,5 e 2,8 mm (tratamentos T1; T2; T3; T4 e T5, respectivamente) (Figura 1), com 15 repetições.

Na fase de muda, foi realizado o semeio de 60 sementes sendo utilizadas 15 plantas por tratamento. A semeadura do enxerto e porta enxerto das cultivares de tomate foram realizadas em bandejas plásticas descartáveis preenchidas com substrato comercial Carolina Soil® (Composição: Turfa e Vermeculita expandida) (Figura 1). Após 10 dias da semeadura das sementes do porta enxerto, foi realizada a semeadura das sementes do enxerto, para que no momento da enxertia houvesse semelhança nos diâmetros das plântulas.

Após as sementeiras, as bandejas foram acondicionadas em casa de vegetação e submetidas às práticas de manejo da empresa, a irrigação duas a três vezes ao dia, aplicação semanal de adubo foliar recomendada para a cultura, e pulverização quando necessária para o controle de pragas. As aplicações foram realizadas de forma automatizada via pulverização com barras.

O método de enxertia adotado foi o de garfagem em fenda simples, quando as mudas apresentavam o diâmetro desejado conforme os tratamentos. Foram realizados os seguintes passos para enxertia:

- 1) Corte em bisel: para maior contato entre enxerto e porta-enxerto dentro do clipe de enxertia;
- 2) Clipe de enxertia: o clipe utilizado seguiu o diâmetro da muda em cada tratamento;
- 3) Fixação do enxerto ao porta-enxerto pelo clipe: após o corte do porta-enxerto, o clipe foi colocado e o enxerto deslizado dentro desse para estabelecer o contato entre ambos (Figura 1D), e;
- 4) Câmara úmida: as mudas enxertadas foram colocadas em câmara úmida com umidade relativa acima de 70% e temperatura entre 20 - 25 °C.

Figura 1 – Demonstrativo dos diferentes calibres e condução do experimento.



A, corresponde aos diferentes calibres do clipe de enxertia; B, mudas com diferentes calibres de coleto para enxertia; C, Corte em bisel, e D, Fixação do enxerto ao porta-enxerto pelo clipe.

Após as mudas serem cicatrizadas foram realizadas avaliações de desenvolvimento, ainda na bancada de climatização da casa de vegetação. As seguintes avaliações foram realizadas:

- Altura de planta (cm): Realizada com uma régua, do colo até a ponta da folha mais jovem completamente expandida (mais alta da planta);

- Diâmetro do colo (mm): Medido com paquímetro no coleto das plantas, 2 cm acima da superfície do substrato;
- Massa fresca e seca da parte aérea e raiz (g): as mudas foram separadas entre parte aérea e radicular e em seguida foram pesadas em balança de precisão. Posteriormente, amostras foram levadas para estufa a 65° C até atingirem peso constante, e logo em seguida foi realizada a pesagem para determinação da massa seca;
- Comprimento (cm) do sistema radicular: Após retirado o excesso de substrato em água corrente, foi medido com régua o comprimento das raízes.
- Taxa de mortalidade (%): foi feita a contagem final das mudas que apresentavam condições para o transplante;
- Área foliar da muda: Determinada com o auxílio do medidor fotoelétrico (Licor Área meter 3100);
- Características fisiológicas, Clorofila total ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  de folha), Flavonóis ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  de folha) e Índice de balanço de N ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  de folha) e Antocianina ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  de folha). Sendo que as medições foram realizadas por meio Dualex (Force-A, Orsay, France) equipamento portátil possível de ser usado em condição de campo, em tempo real e de forma não destrutiva (FONTES, 2016). O equipamento é um sensor de folha que combina a fluorescência e transmitância da luz para estimar os índices de clorofila (CHL), de flavonóis epidérmicos (FLV), de antocianinas epidérmicos (ANT) e de balanço do nitrogênio (NBI). O aparelho fornece no visor, em medição única na folha, os índices CHL, FLV, ANT e de balanço de nitrogênio (IBN), obtido pela relação entre CHL e FLV (FONTES, 2016). A clorofila é medida em  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  na faixa de 5-80  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ . Flavonóis e Antocianinas são medidas em unidades relativas de absorvância de 0 a 3 para flavonóis e de 0 a 1,5 para antocianinas, e;
- As medições foram realizadas na quarta folha, sempre entre 8:00 e 10:00 da manhã, seguindo-se procedimento utilizado por Guimarães et al. (1999), determinadas pelo equipamento DUALEX (Force A) (FORCE DUALEX, 2022). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância adotando-se teste F a 5% de probabilidade, e para as variáveis que apresentaram diferença significativa utilizou o teste Tukey a 5% para comparação de médias, através do software

computacional R Development Core Team, com o pacote ExpDes.pt. (FERREIRA et al., 2022).

## 2.2 - Fase de produção

Uma parte das mudas foram levadas a fase de produção, com experimento conduzido em ambiente protegido, casa de vegetação tipo túnel com as dimensões de 60 m de comprimento, 7,5 m de largura e 6,0 m de altura máxima (Figura 2). E localizada na área da empresa Peter Fruit importadora de frutas congeladas, localizada no distrito de Alto Caxixe, no município de Venda Nova do Imigrante, sul do Espírito Santo, à altitude 1.210m, latitude de 20° 24' 5,74" sul e longitude de 41° 4' 57,76" oeste. A classificação climática do local de condução do experimento, proposta por Köppen, é tropical úmido com temperatura média anual de 24 °C (PEZZOPANE et al., 2012).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado com cinco tratamentos, que corresponde aos diâmetros de enxertia das mudas: 1,8; 2,0; 2,2; 2,5 e 2,8 mm e correspondem aos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente, com 5 repetições. Cada repetição foi constituída por 14 plantas, em que 10 plantas são consideradas úteis.

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média (EMBRAPA, 2014) e com as características químicas mostradas na Tabela 1. A análise do solo foi realizada no Laboratório de Análises Água Limpa.

Tabela 1 - Características químicas da camada de 0 a 20 cm do solo utilizado no experimento.

Características químicas	Valores
pH (água)	5,58
Fósforo Mehlich 1 (mg dm <sup>-3</sup> )	139,90
Potássio (mg dm <sup>-3</sup> )	127,41
Cálcio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,26
Magnésio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,12
Alumínio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,20
Soma de bases (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,71
CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	9,11
Saturação por bases (%)	62,68

CTC, Capacidade de troca catiônica.

Figura 2 - Esquema de montagem e avaliação do experimento.



A, Transplante e caracterização do ambiente; B, Plantas de tomate tutoradas com fitilho plástico; C, Início da produção de frutos comerciais e D, Pesagem de fruto próximo ao ponto de maturação.

O solo foi preparado por aração a 40 cm de profundidade, seguida de gradagem. Após a gradagem foram levantados camalhões de aproximadamente 30 cm de altura e cobertos com filme plástico. Posteriormente, em 18 de outubro de 2021, as mudas com 40 dias após a semeadura (DAS) foram transplantadas para o campo de produção, com espaçamento de 1,0 x 0,3 m. As mudas no momento do plantio estavam com o local de enxertia totalmente cicatrizado e com dois a três pares de folhas definitivas. Para a condução das plantas, no campo, foram utilizados fitilhos de polietileno (Figura 2).

Ao longo do ciclo da cultura foram realizados controle de plantas espontâneas e irrigação por gotejamento com turno de rega diário. Adicionalmente foram realizadas: desbrotas semanais deixando as plantas com duas hastes; poda apical das hastes principal e secundária; retirada das folhas baixas, quando secas e polinização artificial uma vez por semana por meio de sopradores ou manualmente sacodindo as plantas.

Ao longo do ciclo (131 dias após o transplante) foram aplicados por 1.000 plantas (300 m<sup>2</sup>) as quantidades de 33, 32, 51, 11, 8, 10 e 1 kg de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S) e Boro (B), respectivamente. As seguintes fontes de fertilizantes foram utilizadas: N - Nitrato de Amônio, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - Super Simples, K<sub>2</sub>O - Cloreto de Potássio e Sulfato de Potássio, S - Sulfato de Potássio e Sulfato de Magnésio, Ca - Nitrato de Cálcio, Mg - Sulfato de Magnésio.

Aos 71 dias após o transplante (DAT), semanalmente, quando foi observado o início da produção de frutos com padrão comercial (Figura 2C), foi iniciada a colheita.

Os frutos colhidos foram caracterizados por peso (g), diâmetro (mm) e comprimento (mm), para posteriormente serem classificados em classes usualmente comerciais, conforme a classificação do CEAGESP: Classe A, Classe AA e Classe AAA. Também foram determinadas a produtividade por área (kg/ha); número de cachos (adimensional); número médio de frutos por planta (adimensional).

Os dados foram submetidos à análise de variância, adotando-se teste F a 5% de probabilidade, e para as variáveis que apresentaram diferença significativa, se aplicará o teste Tukey a 5% para comparação de médias, através do software computacional R Development Core Team com o pacote ExpDes.pt. (FERREIRA et al., 2022).

### **3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 - Fase de muda**

As características morfológicas das mudas de tomate enxertadas, como altura da planta, área foliar e diâmetro do caule, foram influenciadas pelos diferentes diâmetros do coleto. No diâmetro do coleto 2,2 mm altura de planta, área foliar e diâmetro do caule foram maiores do que nos demais (Tabela 2). Esses valores podem indicar interação entre o enxerto e o porta-enxerto, o que pode ter também contribuído para maior absorção dos nutrientes que influencia diretamente o crescimento das plantas (LINCOLN e ZEIGER, 2013).

Porém, é válido ressaltar a maior área foliar para os maiores diâmetros do coleto 2,2; 2,5 e 2,8 mm o que indica uma elevação na capacidade da planta de aproveitar a energia solar, sendo esta utilizada no processo fotossintético (GONZALEZ-SANPEDRO et al., 2008), e que poderá refletir diretamente no crescimento e desenvolvimento das mudas (Tabela 2).

Tabela 2 - Características morfológicas de altura da planta, comprimento da raiz, área foliar e diâmetro do caule de mudas de tomate a partir de diferentes diâmetros de coleto na enxertia.

Diâmetros do coleto (mm)	AP	CRZ	AF	DC
	---cm---	---cm---	---cm <sup>2</sup> ---	---mm---
1,8	10,58b <sup>1</sup>	11,28 <sup>ns</sup>	26,22b	3,18abc
2,0	10,86b	12,03 <sup>ns</sup>	28,27b	3,13bc
2,2	12,08a	11,38 <sup>ns</sup>	38,39a	3,34a
2,5	11,44ab	11,53 <sup>ns</sup>	37,34a	3,22ab
2,8	11,16b	11,87 <sup>ns</sup>	37,87a	3,03c
CV (%)	5,44	19,05	13,95	3,29

<sup>1</sup>Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo de acordo com o teste F a 5%. CV (%), coeficiente de variação em porcentagem. AP, Altura da planta; CRZ, comprimento da raiz; AF, área foliar e DC, diâmetro do caule.

É conhecido que o diâmetro do coleto da muda é uma característica importante envolvida no sucesso da enxertia. Tendo em vista que, o maior diâmetro de coleto, pode ser demonstrativo de plantas mais vigorosas (SANTOS et al., 2010). Em olerícolas, por exemplo, o diâmetro de coleto pode ser considerado umas das características morfológicas importantes para determinar o momento do transplante.

Como também pode ser observado na formação de muda da goiabeira sobre porta-enxerto com cinco classes de diâmetros do caule, variando entre 3,7 e 10,3 mm, que demonstrou a mesma taxa de pegamento de enxertia, mas o maior vigor das mudas foi observado quando enxertadas sobre porta-enxertos de maior calibre (CAMPOS et al., 2017).

Em frutíferas temperadas, por exemplo, também foi observado que o uso de diferentes diâmetros de porta-enxertos é importante, pois a diferença pode influenciar o vigor e o crescimento das plântulas, via aumento no transporte de água e nutrientes (SOMKUWAR et al., 2015; SHARMA et al., 2019). Além, do diâmetro do porta enxerto, a sobrevivência dos tomateiros enxertados, altura da planta, número de folhas, área foliar, matéria seca do caule e matéria seca da folha tiveram interação significativa entre ambiente de aclimação e métodos de enxertia (ZEIST et al., 2020).

Portanto, recomenda-se diâmetro do coleto no intervalo de 2,2 mm a 2,5 sendo os ideais para se obter boas mudas. Além do que, o uso de diâmetros abaixo desse intervalo demonstra que a mudas possivelmente estariam novas, e acima poderia ocasionar estresse.

Para às características fisiológicas Índice de Balanço de Nitrogênio teores de Flavonóis e Antocianina observou-se diferença estatística significativa entre os diâmetros do coleto estudados. Porém, para índice de clorofila os resultados não diferiram estatisticamente entre os diâmetros do coleto (Tabela 3).

O índice de balanço de nitrogênio (IBN) foi maior para a mudas com o menor (1,8 mm) diâmetros de coleto (Tabela 1), mas diferente da área foliar que foi maior para os maiores diâmetros de coleto (2,0; 2,5 e 2,8 mm) (Tabela 2). Logo, o N poderá ter limitado o crescimento das mudas, e quando isso acontece poderá ocasionar o acúmulo de carboidratos em seus tecidos de acordo com a hipótese do balanço de carbono/nutrientes (BRYANT et al., 1983). Esse acúmulo direcionará o carbono para a síntese de metabólitos secundários, como os polifenóis e os terpenos (HAMILTON et al., 2001).

No entanto, nota-se que os tores de clorofila não diferiram o que demonstra a capacidade fotossintética das mudas nos diferentes coletos, na absorção de luz (maiores teores de clorofila total), e na transferência da energia radiante para os centros de reação (STREIT et al., 2005).

Resultados pioneiros no país apontaram a viabilidade técnica de utilização do equipamento Dualex para determinar o teor de clorofila e correlaciona-lo com o estado nitrogenado da planta (MILAGRES et al., 2018; 2018; COELHO et al., 2012).

Ambos clorofila e flavonoides são indicadores sensíveis ao estado de nitrogênio da folha com comportamento opostos. E o que se observa são valores menores dos flavonóis também para o diâmetro de coleto 1,8 (mm) e maiores para os 2,0 ao 2,8 (mm), o que reforça a ideia de que normalmente são metabólitos cujo teor na epiderme da folha aumenta sob menor disponibilidade de N (Tabela 3).

Tabela 3 - Características fisiológicas determinadas na folha de mudas de tomates a partir de diferentes diâmetros de coleto na enxertia.

Diâmetro do coleto (mm)	IBN	Clorofila $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$	Flavonóis Unidade de absorvância	Antocianina
1,8	86,29a	27,73 <sup>ns</sup>	0,35b	0,09c
2,0	57,83b	27,60 <sup>ns</sup>	0,50a	0,11b
2,2	46,85b	25,87 <sup>ns</sup>	0,52a	0,13ab
2,5	57,71b	26,30 <sup>ns</sup>	0,47ab	0,12ab
2,8	57,57b	27,61 <sup>ns</sup>	0,52a	0,13a
CV (%)	24,59	8,67	23,39	8,04

Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo de acordo com o teste F a 5%. CV (%), coeficiente de variação em porcentagem, INB, Índice de Balanço de Nitrogênio.

E os valores dos índices de flavonóis e antocianinas foram menores para o diâmetro do coleto 1,5 (mm) (Tabela 3) sendo que o índice flavonóis está relacionado com a concentração de flavonoides na folha podendo variar de 0 a 3,5 (FONTES, 2011). Os flavonóis aumentados podem indicar também estresse na planta, mais comumente limitação de N, uma vez que são metabólitos secundários da classe dos polifenóis (DEMOTES-MAINARD et al., 2007). Já as antocianinas são metabólitos secundários com várias funções nas plantas como regulação do crescimento das células e proteção da folha contra estresses como no caso o processo da enxertia.

Os flavonóis são sintetizados principalmente após a exposição à luz sendo um indicador da história da interação planta-luz. Adicionalmente, segundo o fabricante, o Dualex é usado para estudos sobre estresse abióticos em diversos campos como Ecofisiologia, fisiologia vegetal e agronomia em estudos fisiológicos; genéticos; fenológicos; seleção de planta, fenotipagem além de outras áreas que precisarem do conhecimento do índice da clorofila da folha como a determinação de clorose, fotossíntese potencial; senescência da folha (GOULAS et al., 2004; SILVA et al., 2010).

No acúmulo de massa nota-se que o maior acúmulo de biomassa fresca e seca da parte aérea e de biomassa seca de raiz foram observadas no diâmetro do coleto 2,2 (mm) do que nos demais tratamentos (Tabela 4) por consequência do aumento dos valores das características morfológicas (Tabela 2).

As mudas provenientes dos maiores coleto do diâmetro apresentaram maiores acúmulos de massa fresca da parte aérea (Tabela 4). Esses resultados estão

relacionados a maior área foliar (Tabela 2), ou seja, maior capacidade de acumular foto assimilados. Fato esse que indica uma característica importante para a produção de mudas vigorosas, pois o processo fotossintético tende a conduzir a maior alocação de massa na planta, o que contribuirá com aumentar o crescimento do crescimento das mudas.

Tabela 4 – Médias do desempenho de mudas de tomate italiano, obtidas a partir da enxertia em diferentes diâmetros de coleto.

Diâmetro do coleto	MFPA	MFRZ	MSPA	MSRZ
---mm---	----- g -----			
1,8	1,74d	0,64ab	0,16b	0,02c
2,0	2,03cd	0,51b	0,18b	0,03bc
2,2	2,56a	0,52b	0,22a	0,04a
2,5	2,35ab	0,53b	0,19ab	0,03b
2,8	2,24bc	0,67 <sup>a</sup>	0,17b	0,03bc
CV (%)	10,72	17,07	15,79	14,87

Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV (%), coeficiente de variação em porcentagem; MFPA, Massa fresca da parte aérea; MFRZ, massa fresca da raiz; MSPA, massa seca da parte aérea e MSRZ massa seca da raiz.

Nota-se que o crescimento das mudas está diretamente ligado a produção de massa ao longo da sua ontogenia, onde os foto assimilados podem ser armazenadas e ou distribuídos aos órgãos-dreno da planta (AUMONDE et al. ,2011). Além do que, é válido ressaltar que existe o gasto de energia para a cicatrização (formação de calo), da enxertia pelas células do câmbio vascular, que pode justificar a provável modificação do dreno preferencial nas plantas enxertadas (PEDÓ et al., 2022).

### 3.2 - Fase de produção

A fase de produção mostra que independente do diâmetro de coleto usado no enxerto, as plantas do tomateiro se desenvolveram bem, não apresentando diferenças significativas para as variáveis: produção por planta e comprimento do fruto.

Entretanto, o diâmetro dos frutos foi menor para o diâmetro do coleto 2,0 mm (Tabela 5).

De modo geral, foi observado a produção de 12,80 kg/planta de frutos com 75,0 mm de comprimento e 56,7 mm de diâmetro, são valores bem superiores aos que tem sido relatado para o tomate italiano (SILVA et al., 2012).

Tabela 5 - Médias de produção e de características do fruto de tomate italiano obtido de mudas enxertadas em diferentes diâmetros de coleto.

Diâmetro do coleto	Produção por planta	Comprimento do fruto	Diâmetro do fruto
---mm---	----- Kg ----	----mm---	----mm---
1,8	13,53a	74,13a	55,34ab
2,0	12,59a	75,96a	55,34b
2,2	12,20a	77,53a	55,80ab
2,5	12,49a	76,66a	56,59a
2,8	13,18a	75,71a	55,39ab
CV (%)	9,1	2,33	1,37

<sup>1</sup>Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo de acordo com o teste F a 5%. CV (%), coeficiente de variação em porcentagem.

Independente do diâmetro do coleto na enxertia estudada quando se transforma os dados para produtividade estima-se valores aproximados a 228 t/ha, o que é muito superior à média nacional de produtividade campo (70 t/ha), mostrando que o sistema por si já demonstra maior eficácia para a produção do tomateiro (SILVA et al., 2012).

Assim, independentes de serem diferentes os diâmetros do coleto influenciaram positivamente o processo da enxertia para mudas, aliados a escolha correta das espécies, que apresentam bom nível de compatibilidade, é fundamental para o sucesso da técnica (O'CONNELL, 2008), e com isso proporcionaram uma boa produção do tomateiro.

Do mesmo modo, os índices de produção individual de 143 frutos/planta, 88 g de peso médio de fruto e 18 frutos/cacho são valores acima da média e corroboram que essa estratégia da enxertia aumenta a capacidade produtiva da lavoura (Tabela 6).

Dessa forma, a produtividade total encontrada em torno de 240 t ha<sup>-1</sup> é maior quando se compara com resultados encontrados por Berrueta et al. (2019) produtividades variando de 0,9 a 24 kg m<sup>-2</sup> e por Cantu et al. (2019) que obtiveram de 36 a 51 frutos/planta e 3,82 a 5,66 kg/planta, correspondentes à produtividade de 7,64 e 11,32 kg m<sup>-2</sup>.

Tabela 6 – Produtividade, número de frutos por planta, peso médio de frutos e número de cachos por planta, a partir de diferentes diâmetros do coleto na enxertia.

Diâmetro do coleto (mm)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Número de frutos por planta	Peso médio de frutos (g/fruto)	Número de cachos por planta
1,8	240,67 <sup>a1</sup>	140a	86,90 <sup>a</sup>	18 a
2,0	224,88 <sup>a</sup>	146a	86,40 a	17a
2,2	217,91a	137a	88,70 a	18a
2,5	223,06 a	144a	86,50 a	18a
2,8	235,40 a	146a	90,00a	19a
CV (%)	9,10	11,40	4,60	8,41

<sup>1</sup>Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo de acordo com o teste F a 5%. CV (%), coeficiente de variação em porcentagem.

Os resultados demonstraram que a enxertia sendo realizada com diâmetros de coleto entre 2,2 e 2,5 mm são capazes de formar mudas de melhor qualidade. No entanto, na fase produtiva as plantas obtidas a partir das mudas oriundas dos diferentes diâmetros de coleto estudados para enxertia, apresentam características produtivas semelhantes, estatisticamente, mostrando o potencial produtivo de todos os coletos para o tomateiro italiano cultivado em ambiente protegido.

Nota-se que que o sistema estudado se apresentou importante para a formação das mudas e posteriormente a produção dos tomateiros, o que ressalta a importância da enxertia. Pois, as plantas de tomate enxertadas em determinado porta-enxerto são mais conservadoras no uso da água pela melhor regulação estomática, e mais eficientes na geração de maior biomassa em condições de estresse hídrico (KHAPTE et al., 2022).

Tais plantas puderam manter nível mais alto de eficiência no PSII, significando melhor eficiência fotossintética mesmo sob estresse hídrico. A resposta ao determinado porta-enxerto ao estresse hídrico pode ser atribuída ao sistema radicular efetivo. Os autores indicam um protocolo para identificar combinações promissoras de porta-enxerto-enxerto de tomate para otimização do uso da água (KHAPTE et al., 2022).

Contudo, observa-se que os diferentes diâmetros do coleto da planta no momento da enxertia foram eficazes na produção das mudas e, provavelmente, permitiram boas taxas de crescimento, absorção de água, minerais e luz além da tolerância aos fatores bióticos e abióticos prevalentes durante o cultivo no campo. Porém, o diferencial nas características das mudas induzidas por diferentes diâmetros do coleto no momento da enxertia não foi capaz de refletir diretamente no comportamento da cultura na fase de produção, no entanto o sistema da enxertia favoreceu crescimento e desenvolvimento do tomateiro

#### **4 - CONCLUSÃO**

A enxertia sendo realizada com diâmetros de coleto entre 2,2 e 2,5 mm promovem mudas de melhor qualidade. Contudo, essa qualidade não se reflete ganhos na fase produtiva, pois plantas oriundas de mudas dos diferentes diâmetros de coleto estudados (1,8 a 2,8 mm) para enxertia, apresentam características produtivas semelhantes mostrando o potencial produtivo de todas para o tomateiro italiano cultivado em ambiente protegido.

#### **REFERÊNCIAS**

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2.ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 457p., 2013.
- AUMONDE, T. Z. *et al.* Enxertia, produção e qualidade de frutos do híbrido de mini melancia *Smile*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 17, p. 42-50, 2011.
- BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S.; KLEIN, D. R. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. **Oikos**, v.40, p.37-368, 1983.

BERGOUGNOUX, V. The history of tomato: from domestication to biopharming. **Biotechnology Advances**, v. 32, n. 1, p. 170–189, 2014.

BERRUETA, C.; BORGES, A.; GIMENEZ, G.; DOGLIOTTI, S. On-farm diagnosis for greenhouse tomato in south Uruguay: Explaining yield variability and ranking of determining factors. **European Journal of Agronomy**, v. 110, p.125932, 2019.

BERRUETA, C.; DOGLIOTTI, S.; GIMÉNEZ, G. Horticultural systems based on greenhouse tomato in south Uruguay: characterization and analysis of economic efficiencies. **Agrociência Uruguay**, v. 24, p. 87, 2020.

CAMPOS, G. S. *et al.* Produção de goiaba mini enxertada em porta-enxerto intra ou interespecífico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, p. e-635, 2017.

CANTU, R. R.; JUNGLAUS, R. W.; GOTO, R. Produtividade e crescimento do tomateiro ‘Paron’ enxertado em diferentes porta-enxertos. **Agropecuária Catarinense**, v. 22, n. 2, p.69-73, 2009.

COELHO, F. S.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; CECON, P. R. Avaliação do estado nutricional do nitrogênio em batateira por meio de polifenóis e clorofila na folha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 584-592, 2012.

DEMOTES-MAINARD, S.; BOUMAZA, R.; MEYER, S.; CEROVIC, Z. G. Indicators of nitrogen status for ornamental woody plants based on optical measurements of leaf epidermal polyphenol and chlorophyll contents. **Scientia Horticulturae**, v. 115, p. 377-385, 2007.

DJIDONOU, D. *et al.* Stability of yield and its components in grafted tomato tested across multiple environments in Texas. **Scientific Reports**, v. 10, p. 1-14, 2020.

EL-MOGY, M. M. *et al.* Towards better grafting: SCoT and CDDP analyses for prediction of the tomato rootstocks performance under drought stress. **Agronomy**, v. 12, n. 1, p. 153, 2022.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p., 2006.

FERREIRA, B. E.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D.A. Pacote Experimental Designs (Português), p. 68, 2022.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agro tecnologia moderna da produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: Editora UFV, 412 p., 2008.

FORCE DUALEX. **Scientific user's manual**. Disponível em: [https://eltemiks-agro.ru/wp-content/uploads/2018/07/Dualex\\_Manual.pdf](https://eltemiks-agro.ru/wp-content/uploads/2018/07/Dualex_Manual.pdf). Acessado em agosto 2022.

FONTES, P. C. R. **Nutrição mineral de plantas: avaliação e diagnose**. Viçosa, Editora Arka. 296 p., 2011.

GONZALEZ-SANPEDRO, M. C. et al. Seasonal variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, p. 810-824, 2008.

GOULAS, Y.; CEROVIC, Z. G.; CARTELAT, A.; MOYA, I. Dualex: a new instrument for field measurements of epidermal ultraviolet absorbance by chlorophyll fluorescence. **Applied Optics**, v. 43, p. 4488-4496, 2004.

GUAN, W.; HALLETT, S. **Techniques for tomato grafting**. Disponível em: <https://extension.purdue.edu/extmedia/HO/HO-260-W.pdf>. 2016. Acessado em julho 2022.

GUIMARÃES, T. G. et al. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. **Bragantia**, v. 58, n. 1, p. 209-216, 1999.

HAMILTON, J. G.; ZANGERL, A. R.; DELUCIA, E. H.; BERENBAUM, M. R. The carbon-nutrient balance hypothesis: its rise and fall. **Ecology Letters**, v.4, p. 86-95, 2001.

HUANG, Y.; KONG, Q. S.; CHEN, F.; BIE, Z. L. The history, current status and future prospects of vegetable grafting in China. *In International Symposium on Vegetable Grafting*, 1086, p. 31-39, 2014.

KHAPTE, P. S. et al. Application of phenomics to elucidate the influence of rootstocks on drought response of tomato. **Agronomy**, v. 12, n. 7, p. 1529, 2022.

LARRY, R.; JOANNE, L. **Genetic resources of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and wild relatives**. In: RAZDAN, M.K.; MATTOO, A.K. (Ed.). Genetic improvement of solanaceous crops. Enfield: Science Publ, v. 2, p. 25-75, 2007.

LEE, J. M.; ODA, M. Grafting of herbaceous vegetables and ornamental crops. **Horticulturae Revision**, n. 28, p. 61-124, 2003.

LINCOLN, T.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ARTMED, 918 p., 2013.

LOUWS, F. J.; RIVARD, C. L.; KUBOTA, C. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 2, p. 127-146, 2010.

MAURYA, D.; PANDEY, A. K.; KUMAR, V.; DUBEY, S.; PRAKASH, V. Grafting techniques in vegetable crops: A review. **International Journal of Chemical Studies**, v. 7, n. 2, p. 1664-1672, 2019.

MILAGRS, C. C. *et al.* Índices de nitrogênio e modelo para prognosticar a produção de tubérculos de batata. **Revista Ceres**, v. 65, n. 3, p. 261-270, 2018

O'CONNELL, S. Grafted Tomato Performance in Organic Production Systems: Nutrient Uptake, Plant Growth, and Fruit Yield. **Thesis** (Master of Science)-Graduate Faculty of North Carolina State University, North Carolina, 119 p., 2008.

PEDÓ, T. *et al.* Produção de mudas de tomate enxertado no sul do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 27, n. 1, p. e2331272022, 2022.

PEZZOPANE, J. E. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. R. M.; CECÍLIO R. A. **Agrometeorologia: aplicações para o Espírito Santo**. CAUFES, Alegre, ES. 2012.

RODICA, S.; MARIA, D.; CRISTINA, B. The effect of using grafted seedlings on the yield and quality of tomatoes grown in greenhouses. **Horticultural Science**, v. 45, n. 2, p. 76-82, 2018.

RYSIN, O.; LOUWS, F. J. Decision tool for growers to evaluate economic impact of grafting technology adoption: An application to open-field conventional tomato production. **Horticulturae Technology**, v. 25, p. 132-138, 2015.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. C.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010.

SILVA, G. P. P. *et al.* Desempenho agronômico de híbridos de tomate italiano sob cultivo protegido em solo com cobertura viva de amendoim forrageiro no sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. S8389-S8394, 2012.

SANTOS, M. R.; SEDIYAMA, M. A. N.; SALGADO, L. T.; VIDIGAL, S. M.; REIGADO, F. R. Produção de mudas de pimentão em substratos à base de vermi-composto. **Bioscience Journal**. v. 26, p. 572-57, 2010.

SHARMA, M. K. *et al.* Influence of rootstocks on scion growth and vigour, production, water relations, physiology and leaf nutrient status of temperate fruit crops- a review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 2, p.1089-1104, 2019.

SINGH, H. *et al.* Grafting tomato as a tool to improve salt tolerance. **Agronomy**, v. 10, n.2, p. 263; 2020.

SOMKUWAR, R. G. *et al.* Influence of different rootstocks on growth, photosynthesis, biochemical composition, and nutrient contents in 'fantasy seedless' grapes. **International Journal of Fruit Science**, v. 15, n. 3, p. 1-16, 2015.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W. D.; HECKTHEUER, L. H. H. Como clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, p. 748-755, 2005.

ZANDONADI, C. Mesmo com intempéries, o tomate reina no Espírito Santo. Disponível em: <https://conexaosafra.com/anuario-2020/mesmo-com-intemperies-tomate-reina-no-espírito-santo/&gt;>. Acessado em 20 de agosto 2022.

ZEIST, A. R. *et al.* Effect of acclimation environments, grafting methods and rootstock RVTC-66 on the seedling development and production of tomato. **Scientia Horticulturae**, v. 271, p. 109496, 2020.