UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Enxertia de maracujazeiro azedo em *Passiflora foetida*: impacto no crescimento vegetativo e na anatomia do caule

Flávio Campos Silva
Magister Scientiae

VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024

FLÁVIO CAMPOS SILVA

Enxertia de maracujazeiro azedo em *Passiflora foetida*: impacto no crescimento vegetativo e na anatomia do caule

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

Orientador: Carlos E. M. dos Santos

Coorientador: Edgard A. de Toledo Picoli

VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024

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

T
S586e
2024

Silva, Flávio Campo, 1997-
Enxertia de maracujazeiro azedo em *Passiflora foetida*: impacto no crescimento vegetativo e na anatomia do caule / Flávio Campo Silva. – Viçosa, MG, 2024.
1 dissertação eletrônica (50 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Agronomia, 2024.
Referências bibliográficas: f. 43-50.
DOI: https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.135
Modo de acesso: World Wide Web.

1. Maracujá - Enxertia. 2. Maracujá - Resistência à doenças e pragas. 3. *Fusarium*. I. Santos, Carlos Eduardo Magalhães dos, 1980-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. III. Título.

CDD 22. ed. 634.42541

Bibliotecário(a) responsável: Euzébio Luiz Pinto CRB-6/3317

FLÁVIO CAMPOS SILVA

Enxertia de maracujazeiro azedo em *Passiflora foetida*: impacto no crescimento vegetativo e na anatomia do caule

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

APROVADA: 19 de dezembro de 2024.

Assentimento:

Flávio Campos Silva
Autor

Carlos Eduardo Magalhaes dos Santos
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pelo autor em 19/03/2025 às 22:01:27 e pelo orientador em 20/03/2025 às 08:15:07. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse https://siadoc.ufv.br/validar-documento. No campo 'Código de registro', informe o código **1AI6.NWAV.Z59H** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.
A Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, que possibilitaram a minha formação acadêmica e a condução das pesquisas.
Ao setor de fruticultura, com seu corpo docente e técnico, que foram fundamentais para a realização dos estudos práticos.
À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsa de estudos.
Ao professor Dr. Carlos Eduardo M. dos Santos agradeço pela orientação e oportunidades.
Ao professor Dr. Edgard Augusto de Toledo Picoli agradeço pela orientação e ensinamentos.
Ao Laboratório de Anatomia Vegetal, que com sua estrutura física e pessoal permitiu a condução de grande parte da pesquisa.
Aos meus pais, Hamilton Araujo Silva e Suely Nacif Campos Silva, que me apoiaram de maneira incondicional durante toda a vida.
Agradeço a todos os colegas e amigos que participaram da minha jornada durante a realização deste curso.

RESUMO

SILVA, Flávio Campos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2024. **Enxertia de maracujazeiro azedo em *Passiflora foetida*: impacto no crescimento vegetativo e na anatomia do caule**. Orientador: Carlos Eduardo Magalhaes dos Santos. Coorientador: Edgard Augusto de Toledo Picoli.

O Brasil é o maior produtor de maracujá azedo (*Passiflora edulis* Sims) no mundo, com 45.761 hectares colhidos em 2023. Essa frutífera apresenta importância social e econômica principalmente para pequenos e médios produtores, estando presente em todos os estados da Federação. Contudo, os cultivares comerciais são suscetíveis a doenças de solo, com destaque para a fusariose. Essa doença é provocada por fungos do gênero *Fusarium*, levando as plantas à morte prematura. Tendo em vista os desafios impostos pelas doenças do solo, vias alternativas para redução dos impactos, como a enxertia em materiais tolerantes, é amplamente utilizada. O Brasil é o centro da diversidade genética do maracujazeiro permitindo a exploração de diferentes espécies nativas como porta-enxertos. Por apresentar excelente poder de sobrevivência em áreas com histórico de fusariose, a espécie *Passiflora foetida* demonstra grande potencial de utilização para a produção de mudas enxertadas. Esse trabalho foi desenvolvido para comparar duas técnicas de enxertia, garfagem em fenda cheia e garfagem em fenda lateral. As mudas foram avaliadas pela sua altura, diâmetro do colo, número de folhas, matéria seca, índice de robustez e índice de qualidade de mudas de Dickson. As raízes foram avaliadas com base no tamanho, área superficial e volume. Também foi levado em consideração a anatomia da região da enxertia. Podemos concluir que a espécie *Passiflora foetida* se mostrou um ótimo porta-enxerto, com boa compatibilidade, poder de recuperação e desenvolvimento das mudas e sistema radicular vigoroso. Com base nas avaliações a garfagem em fenda lateral se mostrou a melhor técnica a ser utilizada na produção de mudas.

Palavras-chave: *Passiflora*; Espécie nativa; caracterização morfológica; Fusariose; Propagação.

ABSTRACT

SILVA, Flávio Campos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2024. **Grafting of sour passion fruit on *Passiflora foetida*: impact on vegetative growth and stem anatomy**. Adviser: Carlos Eduardo Magalhaes dos Santos. Co-adviser: Edgard Augusto de Toledo Picoli.

Brazil is the largest producer of sour passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) in the world, with 45,761 hectares harvested in 2023. This fruit crop holds social and economic importance, especially for small and medium-sized producers, being present in all states of the Federation. However, commercial cultivars are susceptible to soil-borne diseases, particularly fusariosis. This disease is caused by fungi of the *Fusarium* genus, leading to premature plant death. Given the challenges posed by soil-borne diseases, alternative methods to reduce their impact, such as grafting onto tolerant rootstocks, are widely used. Brazil is the center of genetic diversity for passion fruit, allowing the exploration of different native species as rootstocks. Due to its excellent survival capacity in areas with a history of fusariosis, the species *Passiflora foetida* shows great potential for grafted seedling production. This study was conducted to compare two grafting techniques: full cleft grafting and side cleft grafting. The seedlings were evaluated based on their height, collar diameter, number of leaves, dry matter, robustness index, and Dickson's quality index. The roots were assessed for length, surface area, and volume. The anatomy of the grafting region was also considered. We conclude that *Passiflora foetida* proved to be an excellent rootstock, with good compatibility, recovery capacity, vigorous seedling development, and a strong root system. Based on the evaluations, side cleft grafting was found to be the best technique for seedling production.

Keywords: *Passiflora*; Native species; Morphological characterization; Fusariosis; Propagation

BIOGRAFIA

Flávio Campos Silva, filho de Hamilton Araujo Silva e Suely Nacif Campos Silva, irmão de Carolina Campos Silva e Gabriela Campos Silva, nascido em 12 de agosto de 1997 em Campos Gerais, Minas Gerais. Entrou para o curso de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa em março de 2016, completando sua graduação em agosto de 2022 e iniciando no curso de pós-graduação em Genética e Melhoramento, no nível de mestrado, em setembro do mesmo ano. Sob a orientação do professor Dr. Carlos Eduardo M. dos Santos, iniciou seus trabalhos sobre a enxertia em maracujazeiro, especialmente utilizando a espécie silvestre *Passiflora foetida*. O trabalho contou com a coorientação do professor Dr. Edgard Augusto de Toledo Picoli, possibilitando a ampliação do estudo para a área de anatomia vegetal. Em dezembro de 2024 defendeu sua dissertação para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 8
2. REVISÃO DE LITERATURA 11
3. MATERIAIS E MÉTODOS 17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 23
4.1. Características ligadas ao desenvolvimento das mudas 23
4.2. Características anatômicas 34
5. CONCLUSÕES 42
6. REFERÊNCIAS 43

1. Introdução

O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) destaca-se como uma das frutíferas mais importantes do Brasil, que é o principal produtor e consumidor mundial desta fruta. Com grande relevância econômica e social, especialmente para pequenos e médios produtores, a cultura ocupou uma área de 45.761 hectares em 2023, com produção estimada em 711 mil toneladas, sendo os estados da Bahia e Ceará os maiores produtores nacionais (IBGE, 2022).

Apesar da expressiva produção, o potencial produtivo ainda não foi totalmente alcançado, em grande parte devido à incidência de doenças nos pomares. Entre os principais desafios estão os patógenos, fungos e bactérias impactando diretamente na produtividade, apesar da disponibilidade de meios para o controle das doenças e redução dos danos (PERUCH e SCHOROEDER, 2018). O principal desafio consiste nas doenças, em que, o controle ainda não está estabelecido, como por exemplo o endurecimento dos frutos, virose causada pelo *Cowpea aphidborne mosaic virus* (CABMV) (COLARCCIO et al., 2018) e patógenos que atacam o sistema radicular das plantas (BATISTA e BARBOSA, 2018).

As doenças de solo como a fusariose ou murcha de *Fusarium*, provocada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* e *F. solani*, ocorrem em diversas regiões produtoras. A fusariose em particular se tornou fator limitante para a instalação de novos pomares de maracujazeiro por sua capacidade de disseminação (FALEIRO et al., 2019; FISCHER et al., 2016; PERUCH et al., 2009). Esta doença caracteriza-se pela rápida colonização dos vasos condutores da planta, causando a obstrução do xilema e levando à murcha e morte das plantas em qualquer estágio fenológico.

O patógeno é disseminado pelo contato direto das raízes com a água superficial e subsuperficial, que transporta esporos ou micélio do fungo, sendo a principal via de propagação a utilização de mudas e sementes infectadas. No campo, a doença pode surgir de forma isolada ou em pequenas áreas, que, com o tempo, tendem a expandir-se em reboleiras a partir de plantas infectadas. Em áreas declivosas, observa-se um maior avanço no sentido do declive, favorecido pela movimentação da água. Condições ideais para o desenvolvimento do patógeno incluem temperaturas entre 25 e 30°C e pH entre 5,5 a 6,5 (BATISTA et al., 2002). Solos ácidos, mal drenados e argilosos, assim como a presença de nematoides, agravam a severidade da doença (FISCHER et al., 2016).

De maneira geral, doenças de solo são de difícil controle, exigindo estratégias eficazes para preservar a viabilidade e longevidade da cultura do maracujazeiro. Diversas alternativas têm sido estudadas para o manejo da fusariose. Bernardes et al. (2015) testaram resíduos orgânicos, como casca de mandioca e coco babaçu, que demonstraram potencial no controle da doença, embora os mecanismos que promovem o controle ainda precisam ser elucidados. Em outra pesquisa, Monteiro et al. (2014) utilizaram um produto comercial à base do fungo antagonista *Trichoderma*, mas os resultados foram insatisfatórios. No entanto, Ribeiro et al. (2020), ao testar isolados bacterianos in vitro, observaram efeitos antagônicos sobre o crescimento micelial do fungo *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*, sugerindo o potencial dessas bactérias para o controle biológico.

Apesar dos resultados promissores de algumas dessas técnicas, a principal estratégia de manejo da murcha de *Fusarium* ainda é a propagação de mudas por enxertia, utilizando espécies silvestres de maracujazeiro como porta-enxerto. Isso ocorre porque as cultivares comerciais (FB 200, FB 300, BRS GA1, BRS SC1, BRS RC1, IAC 273, IAC 275, IAC 277) são susceptíveis à doença, não apresentando resistência ou tolerância (DA SILVA et al., 2017).

Genótipos silvestres de *Passiflora* apresentam tolerância ao fungo causador da fusariose, além de possuírem um sistema radicular robusto, sendo recomendados como porta-enxerto em áreas com patógenos de solo (FISCHER et al., 2016; CARVALHO et al., 2021; PAES et al., 2022; PANDEY et al., 2023). As espécies *Passiflora foetida* L., *P. mucronata* Lam, *P. nitida* Kunth são indicadas como potenciais porta-enxertos com tolerância à fusariose (CARVALHO et al., 2021; CORREIA et al., 2022). A espécie *P. foetida*, tem demonstrado elevada resistência para os fungos *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae* e *F. solani*, com ausência de sintomas da doença nas plantas enxertadas, o que torna uma alternativa promissora para áreas com histórico de fusariose (DA SILVA et al., 2017).

Embora a enxertia seja amplamente utilizada na fruticultura e recomendada para o maracujazeiro em áreas com ocorrência da fusariose, ainda há incertezas quanto às melhores metodologias a serem adotadas, especialmente no que se refereao tipo de enxertia mais adequado. As técnicas comumente utilizadas para o maracujazeiro incluem a garfagem em fenda cheia, garfagem em fenda lateral, enxertia hipocotiledonar em fenda cheia e encostia (MACHADO, 2015). A garfagem em fenda cheia demonstrou pegamento superior a 96%, mostrando-se eficiente e prática (DA

SILVA et al., 2023). Da Silva (2015) também obteve altos índices de pegamento (94,45% para fenda cheia e 91,67% para fenda lateral), além de boas taxas de sobrevivência das mudas (86,12% e 91,67%, respectivamente).

As espécies silvestres de *Passiflora* têm mostrado boa compatibilidade como porta-enxertos para as cultivares comerciais. Nogueira Filho et al. (2011) utilizaram sete espécies de *Passiflora* como porta-enxertos, obtendo pegamento acima de 90% para seis delas, utilizando a cultivar FB200. Lobato (2021) enxertou maracujazeiro azedo (as cultivares SCS437 Catarina, BRS SC1, BRS GA1) sobre *P. foetida* e não observou sinais de incompatibilidade, indicando o potencial para a produção sustentável em áreas afetadas por *Fusarium* spp.. Nascimento et al. (2022) também observaram elevados índices de pegamento para os enxertos de BRS RC1 sobre *P. nitida*, *P. gibertii* e *P. alata* (100%, 98,33% e 98,33%, respectivamente).

Entre as técnicas de enxertia, a garfagem em fenda cheia no topo é a mais utilizada, mas a fenda lateral também apresenta grande potencial para a propagação vegetativa do maracujazeiro. A enxertia é baseada na união de duas plantas para que seu desenvolvimento continue como uma unidade. A fixação do enxerto ocorre pela formação de um calo, resultado do entrelaçamento do tecido na região de contato (NOGUEIRA FILHO et al., 2010). Células parenquimáticas retomam a atividade meristemática, formando o calo que une o enxerto ao porta-enxerto, garantindo continuidade dos tecidos e mantendo o sistema vivo (JANICK, 1966; OLIVEIRA et al., 2002).

Para uma enxertia seja bem-sucedida, três eventos são essenciais: a soldadura entre enxerto e porta-enxerto; a proliferação das células do calo na região de contato (ponte de calo ou 'callus brigde'), e a diferenciação celular na área da enxertia (HARTMANN et al., 2010). Considerando que o Brasil é o centro de diversidade do gênero *Passiflora*, essa variabilidade genética pode ser emplorada para encontrar espécies com melhor adaptação às diferentes condições de cultivo (JESUS et al., 2021).

Diante do sucesso de *Passiflora foetida* como porta-enxerto, este trabalho avaliou as modalidades de garfagem em fenda cheia e fenda lateral como alternativas para a produção de mudas destinadas a áreas com histórico de fusariose.

2. Revisão de literatura

2.1. Características gerais da espécie

O gênero *Passiflora*, que representa a família Passifloraceae, possui aproximadamente 530 espécies descritas e mais de 400 híbridos produzidos artificialmente, com enorme variedade morfológica entre eles (FREITAS, 2011). Cerca de 90% das espécies de *Passiflora* estão concentradas na região intertropical do continente americano, sendo o Brasil centro de origem de aproximadamente 120 espécies, o que torna o país um importante centro de diversidade genética para o gênero. Apesar desta vasta diversidade natural, apenas *P. edulis,* conhecida como maracujá amarelo ou maracujá azedo; e *P. alata*, o maracujá doce, são amplamente utilizados em plantios comerciais (BERALDO e KATO, 2008; BERNACCI et al., 2008).

O maracujazeiro é uma planta trepadora com gavinhas axilares (JUDD et al., 2009), e suas folhas são alternas, espiraladas, simples e geralmente lobadas. Essas folhas podem apresentar nectários no pecíolo e estípulas, além de tricomas diversos (BERNACCI, 2003; DHAWAN et al., 2004). As plantas são vigorosas, perenes e de grande porte, podendo atingir de oito a dez metros quando sustentadas por grandes árvores. Os caules variam entre cilíndricos, angulosos, subangulosos, raramente quadrangulares, sendo lenhosos próximos ao colo, com redução gradual da lignificação dos tecidos em direção ao ápice das plantas. A partir do caule, desenvolvem-se gavinhas, folhas e gemas. Os ramos, que possuem coloração arroxeada e seção circular, também apresentar gavinhas (SILVA e SÃO JOSÉ, 1994; CERVI, 1997; MATOS, 2021).

As flores do maracujazeiro são solitárias, axilares e bissexuais, com cinco pétalas e sépalas. Apresentam uma corona complexa, composta de uma a muitas fileiras de filamentos membranosos, sendo a corona uma característica marcante do gênero *Passiflora* (JUUD et al., 2009; MORERA et al., 2018). Os estames, em número de cinco, estão dispostos em um pedúnculo junto ao gineceu, enquanto os três estigmas possuem numerosos óvulos na placenta. A cor das flores varia entre as espécies, podendo ser brancas, púrpuras ou azuis, dentre outras (JUUD et al., 2009). A antese, que é o período de abertura das flores, ocorre de forma sincronizada entre as plantas, geralmente entre as 12h e 15h, permanecendo abertas até o início da noite, com fechamento completo até as 20 h (SIQUEIRA et al., 2006; LUQUI e RODRIGUES, 2015).

Os frutos do gênero são classificados como bagas indeiscentes ou cápsulas deiscentes, com formatos que variam de arredondados a elipsóides, e cores que incluem amarelo, vermelho, verde ou roxo (JESUS et al., 2015). As sementes, por sua vez, são achatadas, apresentam pontuações e são envolvidas por uma mucilagem. Elas são classificadas como ortodoxas ou ortodoxas intermediárias (MORERA et al., 2018).

As espécies de Passiflora são predominantemente alógamas, o que significa que a fecundação do óvulo depende da polinização cruzada. A autofecundação das flores é impedida pelo sistema de auto-incompatibilidade, que, nas Passifloracea, é homomórfico e controlado por mecanismos esporófitos e gametófitos (MADUREIRA et al., 2014). Na natureza, a polinização é realizada por insetos conhecidos como mamangavas, abelhas do gênero *Xylocopa* (SILVA et al., 2009). Nos cultivos comerciais, entretanto, a polinização manual é uma prática comum, uma vez que a polinização natural não é suficiente para garantir a máxima produtividade. A polinização artificial aumenta significativamente os índices de frutificação e melhora a qualidade da polpa, promovendo ganhos produtivos nos pomares (BARBOSA e BARBOSA, 2022).

O sistema radicular do maracujazeiro é pivotante e pouco profundo, com a maior concentração das raízes localizadas próximas ao coleto da planta. Cerca de 60 a 80% das raízes estão localizadas entre 30 e 45 cm de profundidade, em um raio de até 60 cm ao redor do caule (SOUZA et al., 2002).

2.2. *Passiflora edulis*

Passiflora edulis, conhecida como maracujá amarelo ou maracujá azedo, é uma das espécies nativas do Brasil. Algumas cultivares, como IAC-Paulista, BRS Ouro Vermelho e BRS Rubi, podem apresentar frutos com coloração de epiderme avermelhada ou arroxeada. Atualmente, a espécie ocupa cerca de 90% dos pomares brasileiros e é amplamente preferida mundialmente para o consumo *in natura* quanto para a indústria (FALEIRO et al., 2017). A cultura é presente em todos os estados brasileiros, com destaque para a região Nordeste, onde Bahia e Ceará são os principais produtores, representando juntos 57% da produção nacional. Em 2023, a área cultivada com maracujazeiro foi de 45.761 hectares, gerando uma produção de 711 mil toneladas (IBGE, 2023).

O ciclo produtivo do *P. edulis* se inicia aproximadamente seis meses após a semeadura. As flores são vistosas e abundantes, com um tamanho médio de 8,5 cm, porém, a espécie é autoincompatível, necessitando de polinização cruzada. O processo de antese inicia por volta das 13 h, e as flores começam a se fechar por volta das 18 h. Os frutos atingem o ponto de colheita cerca de dois meses após a polinização, sendo a maturidade identificada pela mudança de cor da casca, que passa de verde para amarelo-esverdeada (JUNGHANS et al., 2022).

Embora a produtividade nacional média seja de 15 toneladas de frutos por hectare, esse valor está muito abaixo do potencial produtivo da espécie, que é estimado em 60 t/ha em cultivo a céu aberto e até 100 t/ha em cultivo protegido (FALEIRO, 2022). Diversos fatores são apontados como causas desse baixo rendimento, incluindo o uso limitado de cultivares geneticamente melhorados, práticas inadequadas de manejo (como podas, polinização manual, irrigação, adubação) e a falta de um controle integrado de pragas e doenças (FALEIRO et al., 2017).

Os problemas fitossanitários se destacam como um dos principais desafios no cultivo, com destaque para doenças que não possuem controle químico eficiente. Entre elas, estão o vírus do endurecimento dos frutos, bacterioses e fusariose, que é uma das principais doenças responsáveis por comprometer a produção e qualidade dos frutos do maracujazeiro (FALEIRO et al., 2017).

2.3. *Passiflora foetida*

A *P. foetida* é possivelmente a espécie do gênero com maior variabilidade morfológica, apresentando diversidade em suas folhas, flores e frutos. Caracteriza-se por ser uma planta vigorosa, com folhas cobertas por tricomas glandulares e pilosidade, emitindo um odor desagradável quando danificadas. A pilosidade também é observada em outras partes da planta, como caule e frutos (ARAÚJO e ALVES, 2008). Amplamente distribuída em países tropicais, é considerada erva daninha em algumas regiões. Suas flores, que variam de brancas a lilases, são bissexuais e florescem o longo de todo o ano. Os frutos, geralmente de cor amarela quando maduros, são comestíveis, mas sem valor econômico significativo. No entanto, a planta é valorizada por suas propriedades medicinais, encontradas nas folhas e frutos (PATIL et al., 2013).

Nativa do Brasil, a *P. foetida* é com amplamente distribuída em todos os biomas do país. No estado da Bahia, floresce e frutifica durante todo o ano. O ciclo floral é

relativamente rápido: em quatro dias, os botões florais amadurecem e a antese ocorre às 5h, com o fechamento das flores até as 8:30. As flores são pequenas (até 4 cm) e auto incompatíveis (BERNACCI et al., 2020; JUNGHANS, 2022). Os frutos, globosos e com tamanho variando de dois a três centímetros, possuem polpa branco-azulada e muitas sementes. A abscisão dos frutos ocorre cerca de um mês após a polinização. As brácteas pilosas que acompanham os frutos possuem pelos pegajosos, agindo como defesa contra insetos. As sementes, achatadas e retangulares, são envoltas por mucilagem (PATIL et al., 2013; JUNGHANS, 2022).

Essa espécie apresenta grande potencial para a produção de maracujá no Brasil devido à sua resistência ao *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae* e à compatibilidade com as cultivares comerciais. Estudos independentes (CARVALHO et al., 2021; PREISIGKE et al., 2017) confirmam sua alta resistência ao patógeno. Em experimentos realizados por Da Silva et al. (2017), mudas enxertadas de *P. edulis* sobre *P. foetida* sobreviveram em área com histórico de fusariose, com excelente pegamento da enxertia.

2.4. Fusariose na cultura

Os fitopatógenos do gênero Fusarium são relevantes para a fitopatologia mundial, com destaque para as espécies *F. oxysporum* e *F. solani*. Estas espécies podem permanecer viáveis no solo por vários anos, mesmo na ausência de seus hospedeiros (NELSON et al., 1994). No maracujazeiro, a fusariose afeta tanto o sistema radicular quanto o vascular, sendo causada por F. oxysporum f. sp. passiflorae e F. solani. Esses patógenos estão presentes em diversas regiões do mundo, tanto temperadas quanto tropicais, requerendo atenção especial nas áreas produtoras (BATISTA e BARBOSA, 2018).

Os sintomas incluem murcha repentina, colapso e morte das plantas, podendo ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento. Plantas jovens apresentam descoloração das folhas, que passam de verde brilhante para verde pálido, seguido pela queda das folhas mais velhas. Em plantas adultas, ocorre amarelecimento das folhas mais novas e colapso dos ramos, precedendo o colapso da planta inteira. Nas fases de frutificação, a murcha afeta frutos imaturos, mas não os maduros. Nos caules de plantas infectadas, observa-se escurecimento e obstrução do xilema (PERUCH et al., 2009; FISCHER et al., 2016).

Os métodos de controle baseiam-se em medidas preventivas, como evitar áreas com histórico da doença, solo mal drenado, compactado e com nematoides,

uma vez que produtos químicos são ineficazes. Deve-se redobrar os cuidados com o sistema radicular, evitando cortes e danos que facilitem a infecção pelos patógenos (BATISTA e BARBOSA, 2018).

Novas alternativas de controle, principalmente biológicas, têm sido testadas. Resíduos de casca de mandioca e babaçu mostraram potencial em estudos (Bernardes et al., 2015), embora os mecanismos de ação não sejam claros e a disponibilidade em escala seja limitada. Fungos antagonistas são amplamente usados na agricultura, mas Trichoderma teve resultados insatisfatórios no controle desses patógenos (MONTEIRO et al., 2014). Ribeiro et al. (2020) observaram que o crescimento micelial de F. oxysporum f. sp. passiflorae foi contido por isolados bacterianos em testes in vitro, mas são necessários mais estudos para verificar a eficácia em campo.

Devido à dificuldade de controle pelos meios tradicionais e à resistência das espécies nativas, a utilização dessas espécies como porta-enxerto é uma das principais alternativas para controlar a fusariose no maracujazeiro. A enxertia é uma técnica bem estabelecida na fruticultura e recomendada para manter campos produtivos de maracujá (BATISTA e BARBOSA, 2018).

2.5. Bases para a enxertia

A enxertia é uma técnica amplamente empregada na fruticultura como método de propagação assexuada de plantas superiores. Seu objetivo é unir dois indivíduos de forma que constituam uma nova planta, composta essencialmente por duas partes: o enxerto (ou garfo) e o porta-enxerto (ou cavalo). Eventualmente, pode-se adicionar um genótipo intermediário, conhecido como interenxerto ou filtro, quando há problemas de compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto (FACHINELLO, 2005; FRANZON et al., 2010).

Para o sucesso e a compatibilidade da enxertia, Hartman et al. (2010) destacam três eventos fundamentais: a adesão entre o enxerto e porta-enxerto nas regiões cambiais, a proliferação de células do calo cicatricial na região de contato e, por fim, a diferenciação das células na área da enxertia em tecido vascular.

Fachinello (2005) descreve quatro etapas cruciais no processo de enxertia. A primeira é o contato entre os tecidos cambiais, cujas capacidades meristemáticas permitem a continuidade da produção de tecidos vasculares. A fusão dos tecidos envolve células parenquimáticas, que retomam a divisão celular. A segunda etapa é

o entrelaçamento das células, de forma que o tecido formado seja comum às plantas envolvidas. Em seguida, a terceira etapa, ocorre a diferenciação das células do calo em novas células cambiais, unindo os câmbios do enxerto e do porta-enxerto. Finalmente, com o câmbio restabelecido, formam-se novas células vasculares, normalizando o fluxo de água e nutrientes. O autor salienta que não ocorre mistura de material genético entre as plantas, e as células resultantes mantêm as características do genótipo de origem.

Diversos fatores influenciam a compatibilidade da enxertia, desde aspectos intrínsecos às plantas até condições ambientais e a correta condução da técnica. A incompatibilidade pode manifestar-se logo após a formação da muda ou, em alguns casos, anos após o desenvolvimento da planta (PINA et al., 2009). Entre os sintomas de falha na enxertia, destacam-se clorose e queda de folhas, espessamento do caule acima ou abaixo do ponto de contato, morte prematura, espessamento da casca e ausência de união entre as plantas (HARTMANN et al., 2010).

A compatibilidade entre as plantas depende, principalmente, da proximidade taxonômica, afinidade anatômica dos tecidos, porte, vigor, e fatores fisiológicos e bioquímicos das espécies (FACHINELLO, 2005; FRANZON et al., 2010). Fatores ambientais, como a umidade do solo e do ar, oxigênio, luminosidade e vento, podem promover à dessecação prematura da parte aérea e comprometer o desenvolvimento dos tecidos responsáveis pelo sucesso da enxertia. A habilidade do enxertador e a escolha do método adequado de incisão também são essenciais para o êxito do processo (FACHINELLO, 2005; FRANZON et al., 2010).

Os objetivos da enxertia são variados, incluindo adaptações edafoclimáticas, melhorias na qualidade e produção de frutos, resistência a doenças de solo, superação da juvenilidade e a propagação de espécies de difícil multiplicação (FRANZON et al., 2010; PANDEY et al., 2023).

Diversas técnicas de enxertia são utilizadas, sendo as mais comuns a borbulhia e a garfagem. Na borbulhia, uma gema vegetativa da planta copa é inserida no porta-enxerto, técnica amplamente utilizada na citricultura. A garfagem envolve o destacamento de um ramo ou garfo da planta copa, que é inserido no porta-enxerto (RIBEIRO et al., 2005). No maracujazeiro, a enxertia tem sido cada vez mais empregada, principalmente como forma de enfrentar à fusariose em áreas produtivas, utilizando-se espécies nativas de *Passiflora* como porta-enxerto. As técnicas de enxertia que têm mostrado melhores resultados para o maracujazeiro incluem a

garfagem em fenda cheia e fenda lateral (RONCATTO et al., 2011; DA SILVA et al., 2015; HURTADO-SALAZAR et al., 2015; PANDEY et al., 2023). Utilizando *P. foetida* como porta-enxerto e a garfagem em fenda cheia, Silva et al. (2018) relataram 100% de pegamento da enxertia, com taxa de germinação da espécie nativa em torno de 63%.

3. Material e métodos

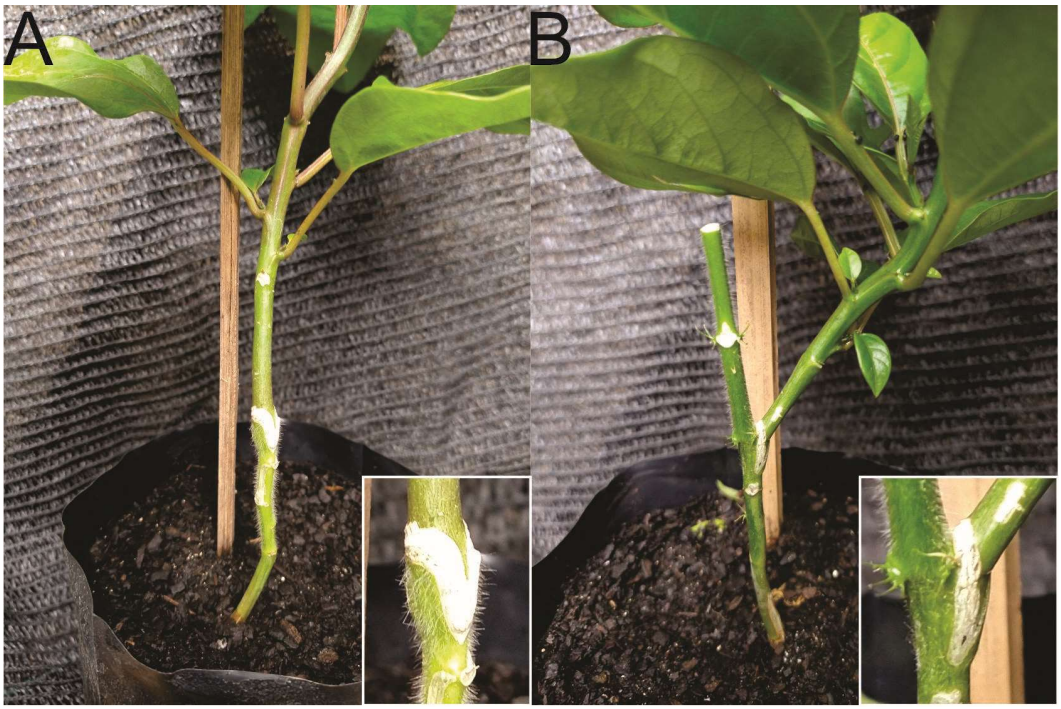
3.1. Instalação dos experimentos

Os experimentos foram realizados em uma casa de vegetação localizada na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão/Pomar Campus, do Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), campus Viçosa-MG. As sementes de *P. foetida* foram obtidas a partir de plantas cultivadas no pomar experimental da UFV. Para o enxerto, foi utilizada a cultivar 'FB 200 Yellow Master', cujas as sementes foram adquiridas no Viveiro Flora Brasil. O cultivo foi realizado em sacolas plásticas de polietileno (28 x 15 cm), utilizando um substrato composto de casca de pinus e vermiculita, previamente adubado com 200 g m^{-3} do fertilizante fosfato monoamônico (MAP).

3.2. Características anatômicas

O experimento para coleta de material anatômico foi realizado entre abril e julho de 2023, com coletas feitas aos 25, 35, 45 e 55 dias após a enxertia. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco repetições e cinco plantas por tratamento. Os tratamentos consistiram na enxertia por garfagem em fenda cheia (Figura 1A) e garfagem em fenda lateral (Figura 1B), além de controles compostos por plantas de *P. foetida* e *P. edulis*.

Figura 1. Mudas de *Passiflora edulis* enxertada com *Passiflora foetida* por (A) garfagem em fenda cheia e (B) enxertia lateral. Fotos: Flávio Campos Silva.



As sementes das duas espécies foram semeadas no mesmo dia, diretamente em sacolas plásticas de polietileno (28 x 15 cm), utilizando o mesmo substrato mencionado anteriormente. A enxertia foi realizada 40 dias após a semeadura e 30 dias após a germinação. Para garfagem em fenda cheia, o porta-enxerto foi decepado a uma altura de aproximadamente 4 cm, onde foi realizada uma fenda longitudinal. A copa foi então decepada próximo ao colo, com uma cunha em bisel duplo para coincidir os tecidos vasculares. Na garfagem em fenda lateral, foi aberta uma fenda diagonal no caule, mantendo a parte aérea da planta, e o enxerto foi inserido após a decapitação e formação de uma cunha de bisel unilateral. Dez dias após a enxertia, a parte aérea foi removida. Para estabilizar a união das plantas, utilizou-se um clipe de silicone (Figura 2).

Após a enxertia, as plantas foram colocadas em bancadas cobertas com sombrite para evitar a dessecação dos tecidos e promover o pegamento. Nesse ambiente, havia uma câmara de nebulização com irrigação contínua das 09:00 h às 16:00 h, em intervalos de 20 min (CORRÊA et al., 2010). Após 10 dias da enxertia, a nebulização foi interrompida e o sombrite removido.

As coletas de material foram realizadas aos 25, 35, 45 e 55 dias após a enxertia, com cinco plantas coletadas por tratamento, além dos controles. Seções do caule, de aproximadamente 5 cm, contendo a região da enxertia, foram retiradas das mudas enxertadas. Em plantas não enxertadas, controles, amostras semelhantes forma coletadas na mesma altura do caule. As amostras foram fixadas em FAA 50% por 48 horas, lavadas e armazenadas em álcool etílico 70% v/v (JOHANSEN, 1940).

Posteriormente as amostras foram desidratadas em sequência etílica de 80, 90 e 100%, permanecendo duas horas em cada etapa. A inclusão foi realizada em metacrilato (Historesin Leica), e as amostras foram submetidas a vácuo diário por 10 dias, com a resina trocada após esse período e mantida por mais 50 dias, sendo submetidas a vácuo durante 20 minutos a cada 5 dias.

Blocos formam montados com histomoldes plásticos, e os cortes de 5 micrômetros de espessura foram realizados em Micrótomo Rotativo RM2265 - Leica, utilizando navalhas de vidro. A coloração foi realizada com Azul de Toluidina, pH 6,5 (VENTRELLA et al., 2013), e as lâminas permanentes foram montadas com Permount. As imagens foram capturadas com fotomicroscópio Olympus AX 70, equipado com sistema AxioCan HRc- Zeiss. Os equipamentos utilizados pertencem ao Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia Vegetal da UFV.

3.3. Características ligadas ao desenvolvimento das mudas

O experimento para avaliação do desenvolvimento vegetal foi conduzido de março a maio de 2024. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e 12 plantas por tratamento, sendo que cada parcela experimental foi composta por três plantas selecionadas aleatoriamente. Os tratamentos incluíram garfagem em fenda cheia, garfagem em fenda lateral e controle (mudas de *P. edulis* sem enxertia).

As sementes de *P. edulis* foram semeadas 10 dias antes das sementes de *P. foetida*, diretamente nas sacolas plásticas de polietileno (28 x 15 cm), utilizando o substrato já descrito. A enxertia foi realizada 30 dias após a semeadura e 20 dias após a germinação das sementes do enxerto. Para a garfagem em fenda cheia, o porta-enxerto foi decepado a uma altura de aproximadamente de 4 cm, e uma fenda longitudinal foi aberta. Em seguida, o enxerto foi decepado próximo ao colo e uma cunha em bisel duplo foi formada, para a união das plantas de modo a coincidirem os tecidos vasculares. Na garfagem lateral, foi aberta uma fenda diagonal no caule, com

a parte aérea mantida, e o enxerto foi inserido após decapitação e formação de cunha de bisel unilateral. Dez dias após a enxertia, a parte aérea foi removida. A fim de manter a estabilidade da enxertia, foi utilizado clipe de silicone (Figura 2).

Figura 2. Clipe de silicone em enxertia em fenda cheia (A) e clipe de silicone em enxertia em fenda lateral (B). Fotos: Flávio Campos Silva.

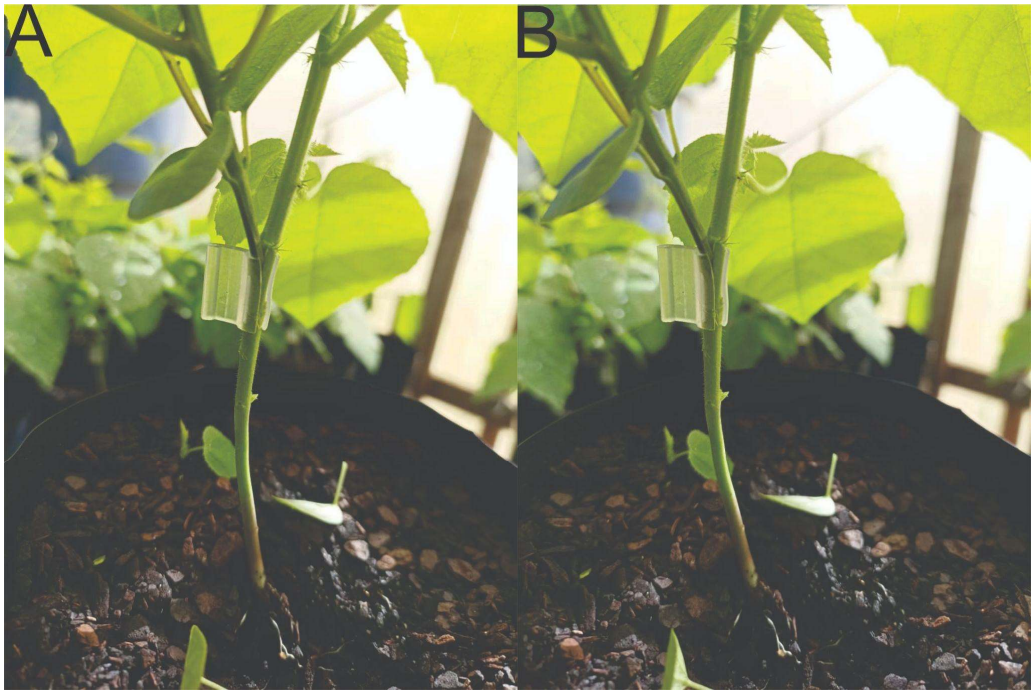


Figura 3. Mudas em câmara de nebulização (A) e mudas em bancadas da casa de vegetação (B). Fotos: Flávio Campos Silva.

Após a enxertia, as plantas foram alocadas em bancadas cobertas com sombrite, com o objetico de evitar a dessecação dos tecidos e garantir o pegamento adequado. Nesse ambiente, havia instalada uma câmara de nebulização (Figura 3A),

com irrigação diária e constante, entre as 09:00 h e 16:00 h, em intervalos de 20 min (CORRÊA et al., 2010). Dez dias após a enxertia, as mudas foram retiradas da câmara de nebulização e transferidas para bancadas na casa de vegetação (Figura 3, B).

As avaliações iniciaram 20 dias após a enxertia, repetindo-se três vezes, com intervalos de 15 dias entre cada avaliação. Em cada avaliação, três plantas por parcela foram coletadas para a realização das análises morfológicas.

Altura da planta

A altura das mudas foi medida do nível do substrato até a gema apical, utilizando uma trena milimetrada. Os valores foram expressos em centímetros.

Número de folhas

O número de folhas foi determinado pela contagem direta de folhas completamente expandidas em cada muda.

Diâmetro do colo

O diâmetro do colo foi medido a 1 cm de altura do substrato, utilizando-se um paquímetro digital de precisão. Os valores foram expressos em milímetros.

Matéria seca da parte aérea

Para obter a matéria seca da parte aérea, as plantas foram cortadas rente ao substrato e armazendas em sacos de papel. O material foi levado para secagem em estufa com circulação forçada de ar, por 72 h, a uma temperatura de 65°C. Após esse período, a parte aérea foi pesada em balança digital, com os valores expressos em gramas.

Matéria seca da raiz

As raízes foram lavadas com água até a remoção completa do substrato e, em seguida, armazenadas em sacos de papel. Assim como a parte aérea, as raízes foram secas em estufa com circulação forçada de ar por 72 h, a 65°C. Após a secagem, as raízes foram pesadas em balança digital, como os valores expressos em gramas.

Matéria seca total

A matéria seca total foi obtida pela soma entre a matéria seca da parte aérea com a matéria seca da raiz. Os valores foram representados em gramas.

Índice de robustez

O índice de robustez foi calculado utilizando a fórmula: IR=H/DC, em que H é a altura da muda (em centímetros) e DC é o diâmetro do colo (em milímetros).

Índice de qualidade de mudas

O índice de qualidade das mudas foi calculado de acordo com a metodologia proposta por Dickson et al. (1960), expressa pela seguinte fórmula:

$$IDQ = MST\ (g)\ /\ (ALT\ (cm)\ /\ DC\ (mm)) + (MASPA\ (g)\ /\ MSR\ (g))$$

Temos:

IDQ - Índice de qualidade de Dickson;

MST - Matéria seca total;

ALT - Altura da muda;

DC - Diâmetro do colo;

MSPA - Matéria seca da parte aérea;

MSR - Matéria seca de raiz.

Características relacionadas ao desenvolvimento das raízes

As análises morfológicas das raízes foram realizadas utilizando o software WinRHIZO, que oferece informações detalhadas sobre a morfologia e características das raízes. No experimento, foram utilizados os dados de comprimento, projeção, volume e a área superficial das raízes.

Figura 4. Raiz do porta-enxerto *P. foetida*. Fotos: Flávio Campos Silva.

As raízes foram previamente lavadas em água até a completa remoção total do substrato (Figura 3), de forma a evitar possíveis erros de leitura durante o processo de digitalização e análise pelo programa.

3.4. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011). Para a comparação das médias dos tratamentos, foi adotado o teste de Tukey, com significância de 5%.

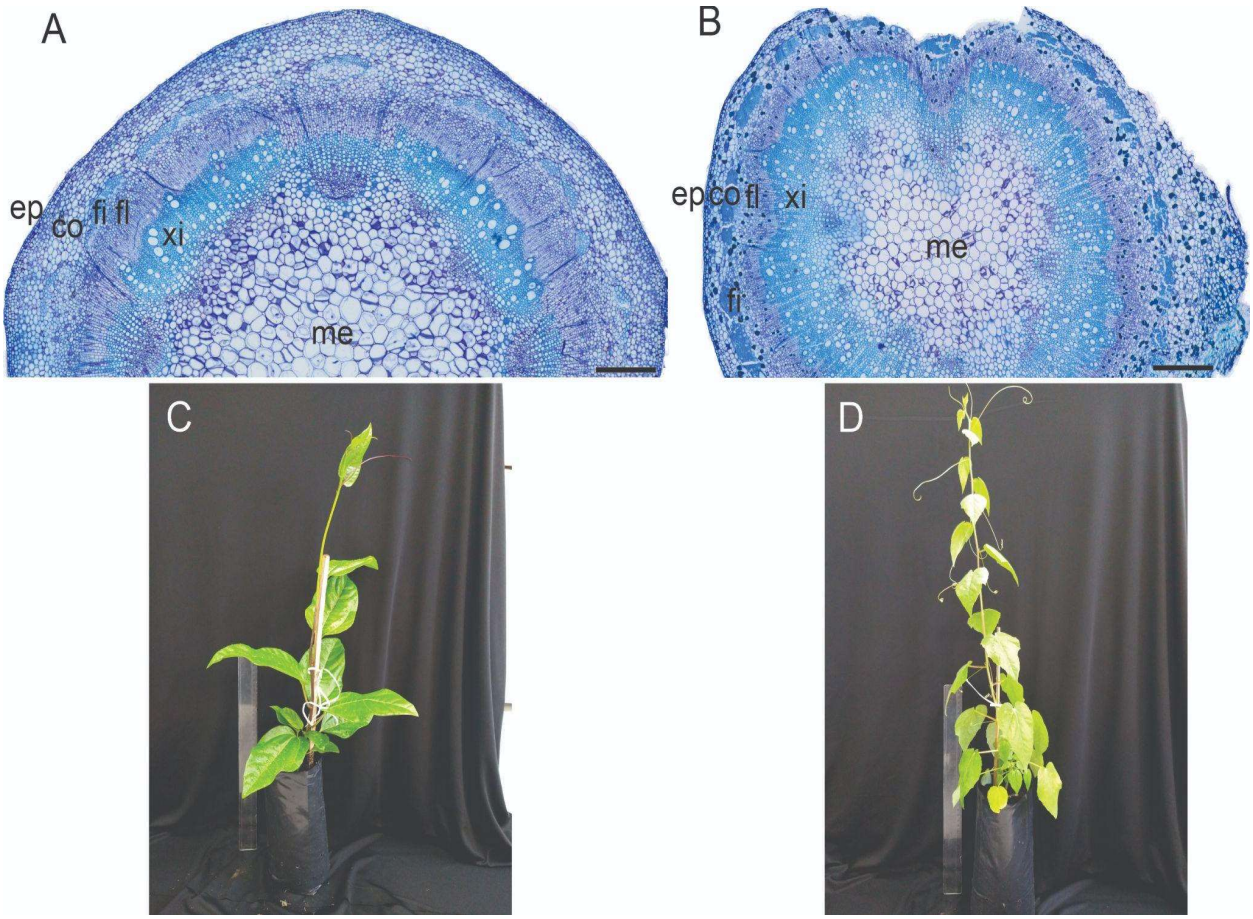
4. Resultados e discussão

4.1 Características anatômicas

As duas espécies estudadas, *P. edulis* e *P. foetida*, apresentaram em corte transversal (Figura 5) uma seção circular que permitiu a visualização de quatro regiões distintas, da medula até o revestimento externo: medula, cilindro vascular (xilema, floema e fibras), córtex e revestimento externo (epiderme e cutícula). Ambas as espécies apresentaram drusas no córtex (Figura 6, B e D), esses cristais são compostos de oxalato de cálcio que desempenham várias funções nas plantas, como a defesa contra a herbívoros, resistência dos tecidos, reserva de cálcio, coleta de luz, reflexão e desintoxicação de metais pesados (FRANCESCHI & HORNER, 1980). A diferença evidente entre as duas plantas foi a da presença intensa de células com conteúdo fenólico em *P. foetida* (Figura 6, C e D). Estes compostos, pertencentes aos metabólitos secundários, têm várias, como atrair diferentes animais e atuar como defesa contra raios UV, insetos, fungos, vírus e bactérias (BORGES & AMORIM, 2020).

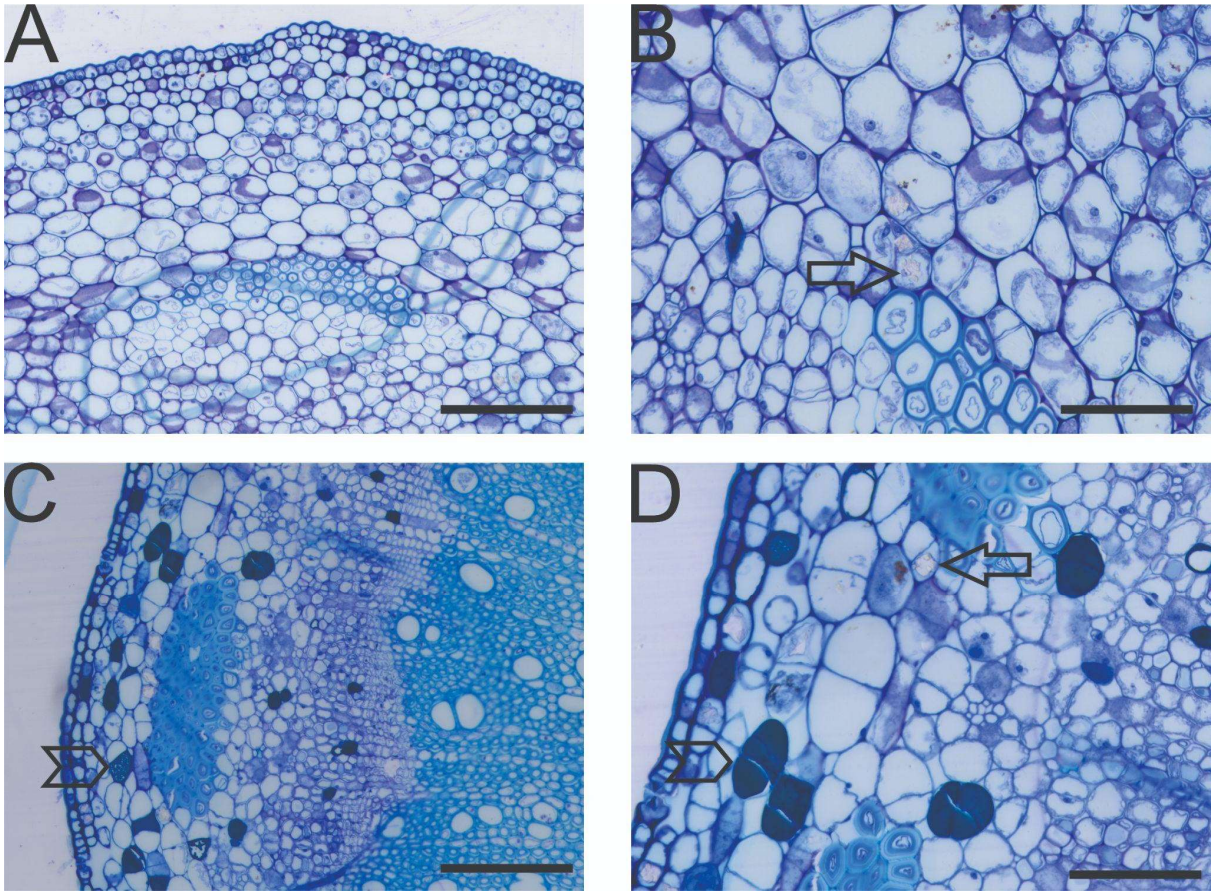
A enxertia em *Pyrus communis* L. tem como indicador de incompatibilidade o acúmulo de compostos fenólicos na região do enxerto (HUDINA et al., 2014). Albacete et al. (2015) citam esses compostos como um importante redutor da viabilidade da enxertia e o desenvolvimento das plantas. Contudo podemos observar que apesar de estarem naturalmente presentes em *P. foetida* os compostos fenólicos não representam uma barreira para o sucesso da enxertia, demonstrado pela ausência de acúmulo excessivo de fenólicos na região do enxerto.

Figura 5. Seções anatômicas da região do caule em P. edulis (A) P. foetida (B), 84 dias após a semeadura



Me: medula, xi: xilema, fl: floema, fi: fibras, co: córtex e ep: epiderme. Lente de aumento 4x. Barras: A, B = 500 µm. Mudas de *P. edulis* (C) *P. foetida* (D), 84 dias após a semeadura. Fonte: Autor

Figura 6. Seções anatômicas da região do caule em *P. edulis* (A e B) *P. foetida* (C e D) 84 dias após a semeadura



Ponta de seta: células com conteúdo fenólico, setas: drusas. Imagens A e C, lente de aumento 10x e imagens B e D, lente de aumento 20x.Barras: A, C = 200 µm; B,D = 100 µm.

Os cortes transversais realizados na região do enxerto em garfagem em fenda cheia, 25 dias após a enxertia (Figura 7), demonstraram que a técnica permitiu um contato integral entre os tecidos do enxerto e porta-enxerto, ficando visível que os materiais apresentam boa soldadura e sem espaços vazios na região de contato.

Aos 25 dias após a enxertia ocorreu a formação do felogênio (Figura 7 B e D, cabeças de setas vazias), tecido responsável pela cicatrização dos cortes realizados promovendo a formação do calo cicatricial e a soldadura dos materiais. No círculo preto (Figura 7 B) podemos observar a separação dos tecidos, indicados pela presença de células fenólicas no porta-enxerto, enquanto o enxerto não apresenta essa característica. Nessa imagem há um deslocamento da trajetória circular natural do câmbio do enxerto, ele se move para cima em sentido ao tecido do porta-enxerto. Esse câmbio apresenta células achatadas e disformes (Figura 7 D setas vazias) tanto

para enxerto quanto porta-enxerto, diferente do usualmente observado em plantas sem enxertos.

Na mesma região, é possível observar a fusão dos tecidos vasculares (xilema e floema), resultado da intensa divisão celular do parênquima radial, indicando a formação do calo de união e a fixação do enxerto. Essa união é caracterizada pela formação de novo xilema na região de contato entre as plantas, formando um sistema vascular contínuo entre o enxerto quanto e porta-enxerto. Na região de contato entre o xilema do enxerto e a medula do porta-enxerto, destaca-se uma camada espessa de cor azul intenso, composta por células colapsadas e adensadas, unindo tecidos distintos que não se fundem completamente (Figura 7 C seta preenchida). No xilema do enxerto, observa-se a presença de uma camada de células arroxeadas (Figura 7 B e C, cabeças de setas preenchidas), semelhantes ao câmbio, marcando a divisão do tecido em dois fluxos de desenvolvimento: um anterior e outro posterior à enxertia.

Nogueira Filho et al. (2010) e Nogueira Filho et al. (2011), ao estudarem a enxertia de *P. edulis* sobre *P. coccinea, P. gibertii. P. edulis* e *P. alata*, afirmaram que a união dos tecidos entre enxerto e porta-enxerto ocorre por volta de 30 dias, resultando no desenvolvimento de estruturas anatômicas similares entre os biontes. Esse tempo é compatível como os encontrados no presente estudo, onde a combinação de *P. edulis* e *P. foetida* já apresentava características de uma enxertia de qualidade e funcional aos 25 dias.

Figura 7. Seções anatômicas da região do caule em Passiflora *edulis* enxertado em garfagem em fenda cheia sobre *Passiflora foetida*, 25 dias após a enxertia

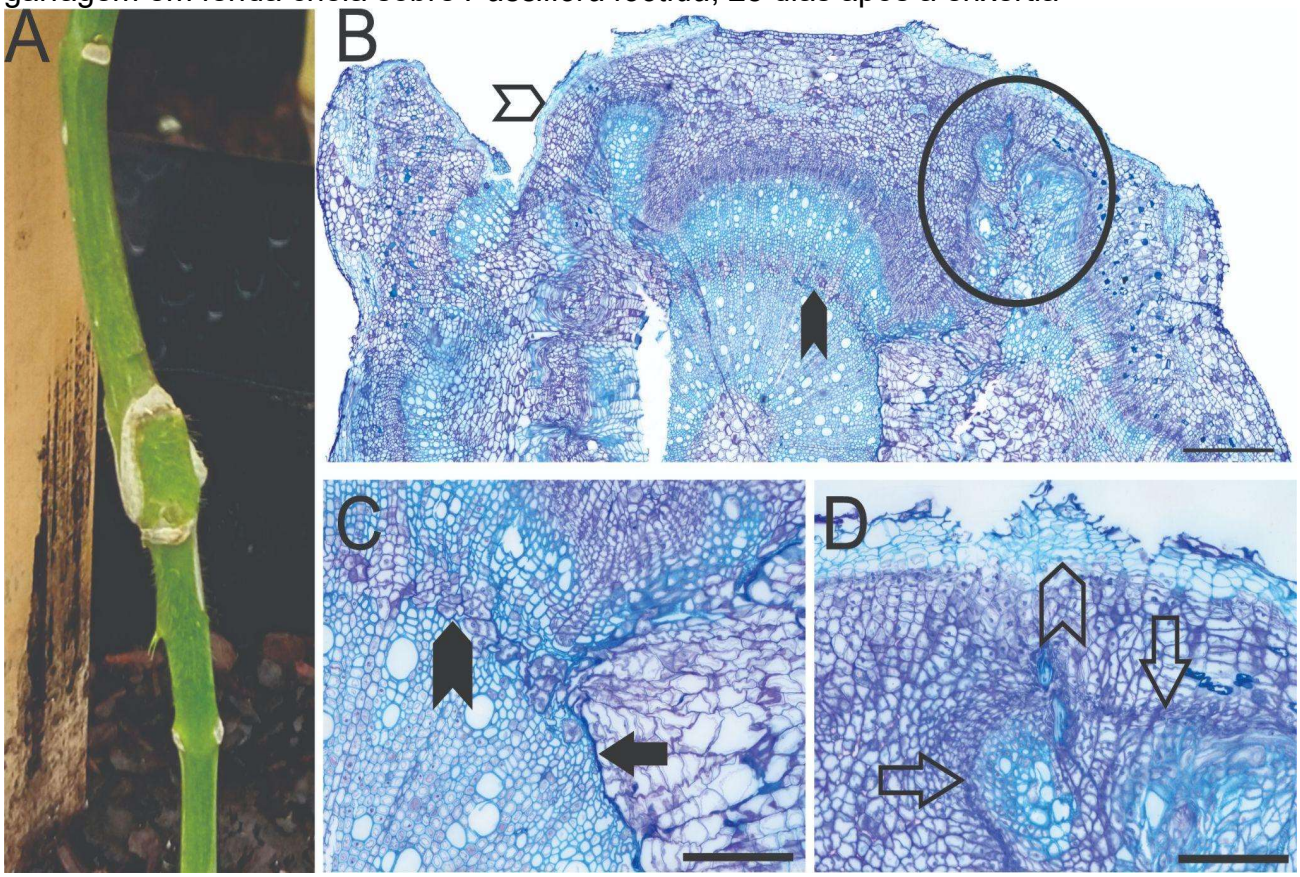


Imagem B lente de 4x. Imagens C e D lente de 10x. **A.** Muda de maracujazeiro enxertada utilizando garfagem em fenda cheia. **B.** Região de contato entre enxerto e porta-enxerto, detalhe do encontro do câmbio vascular (círculo), células que dividem o xilema (cabeça de seta preenchida), felogênio formado na região do calo cicatricial (cabeça de seta vazia). **C.** Detalhe da região de contato entre a medula do porta-enxerto e xilema do enxerto, detalhe das células que separam o xilema (cabeça de seta preenchida) e região de colapso de células que promove a soldadura entre os tecidos (seta preenchida). **D.** Detalhe para a região de encontro do câmbio vascular do enxerto e porta-enxerto, as células cambiais (setas vazias) apresentam-se disformes e achatadas, formando novo xilema e floema comum aos biontes. Barras: B = 500 µm; C,D = 200 µm.

Da mesma maneira que observado na garfagem em fenda cheia (Figura 7), aos 25 dias após a enxertia, a garfagem lateral apresentou uma boa união entre os tecidos (Figura 8). Contudo, essa soldadura ocorreu apenas um dos lados, o que pode resultar em um ponto de fragilidade. As características intrínsecas a enxertia estão presentes nos cortes representativos desse método, como a formação de felogênio na região exposta dos tecidos (Figura 8 B e C, cabeça de seta vazia), indicando que o processo de cicatrização está em andamento. Observou-se também uma camada de células compactadas no contato entre o xilema do enxerto e os tecidos adjacentes do porta-enxerto, interpretadas como células do calo cicatricial colapsadas (Figura 8

B e C, setas vazias), o que foi igualmente identificado em cortes realizados na garfagem em fenda cheia.

Nas regiões destacadas nas figuras 8 C e D, há uma lata frequência de divisão celular, fundamental para a formação do calo de união entre as plantas. Também é possível observar o início da formação do xilema comum ao enxerto e ao porta-enxerto (Figura 8 A e D, setas cheias). O deslocamento da faixa cambial, que foi reconstituída para conectar o sistema vascular e formar uma unidade entre o epi e hipobioto, reforça a interação favorável entre as espécies envolvidas.

Contudo, na região a direita da imagem (Figura 8, B e D), podemos ver que o câmbio do enxerto ficou deslocado em relação ao porta-enxerto, impedindo a reconexão total dos tecidos vasculares. Isso destaca a importância de que a técnica seja realizada de maneira correta permitindo o alinhamento perfeito entre o câmbio do enxerto e do porta-enxerto, garantindo uma conexão perfeita. A região deslocada durante o processo de enxertia favoreceu o contato da epiderme do enxerto com a região cortical do porta-enxerto, onde não foi observada a proliferação de calo cicatricial ou interação adequada entre os tecidos, o que evidencia a necessidade de um posicionamento adequado do enxerto.

Podemos observar a união dos vasos do xilema entre enxerto e porta-enxerto (Figura 9), restabelecendo a conexão vascular, processo facilitado pela ação do parênquima radial. A faixa de células arroxeadas em meio ao xilema, que na garfagem em fenda cheia (Figura 7) separa o tecido em duas partes distintas, é menos marcante na garfagem lateral, mas ainda presente. Isso indica uma reação ao processo de enxertia, mostrando dois fluxos de crescimento do sistema vascular: um anterior e outro posterior à enxertia. Os tecidos, particularmente o cilindro vascular, estão menos deformados na garfagem em fenda lateral (Figura 8) em comparação a garfagem em fenda cheia (Figura 7). A manutenção da parte aérea por mais tempo, juntamente com a menor deformação nos tecidos, parece favorecer o desenvolvimento das mudas, como evidenciado nas avaliações vegetativas ao comparar os dois métodos de enxertia.

Figura 8. Seções anatômicas da região do caule em *Passiflora edulis* enxertado em garfagem em fenda lateral sobre *Passiflora foetida*, 25 dias após a enxertia

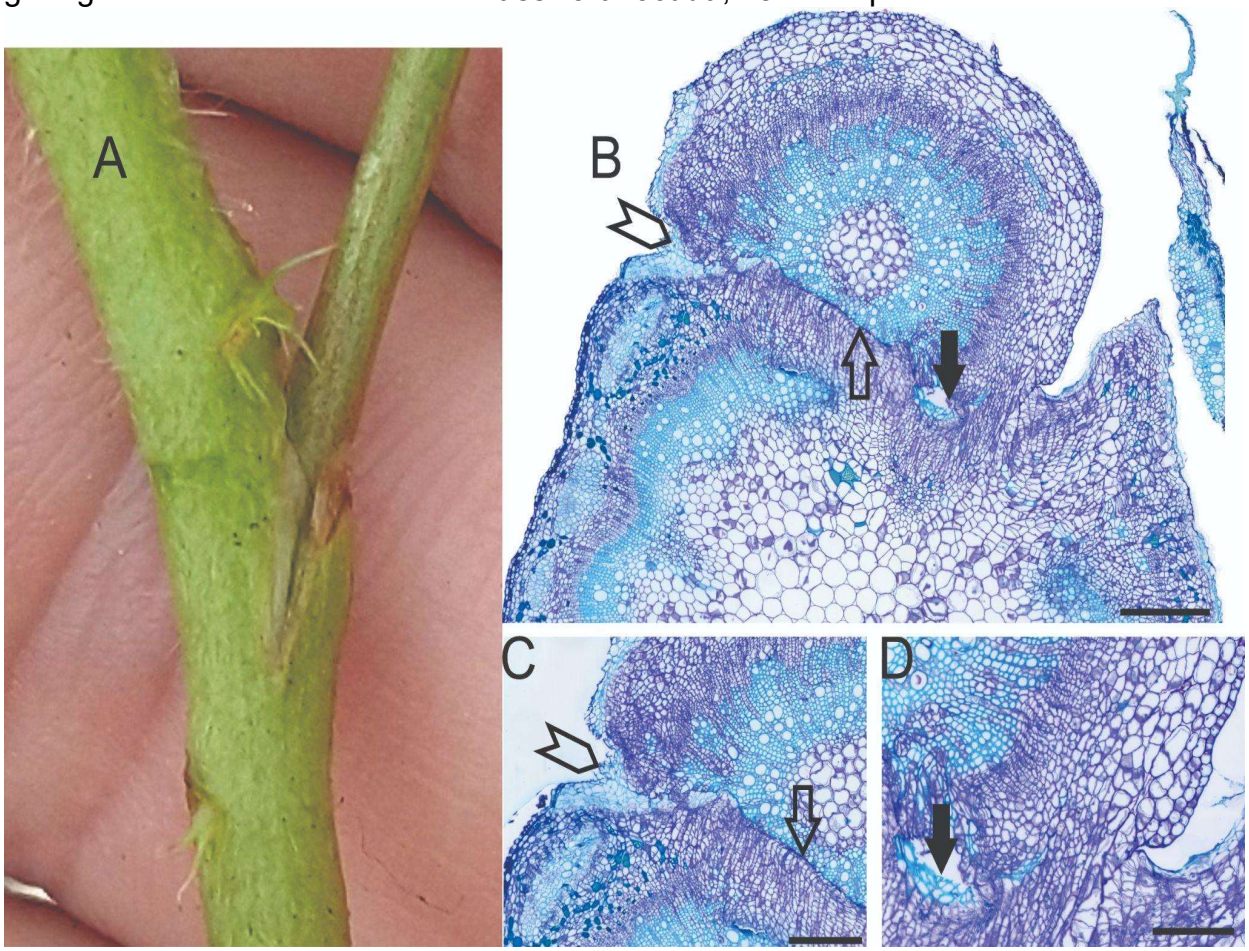
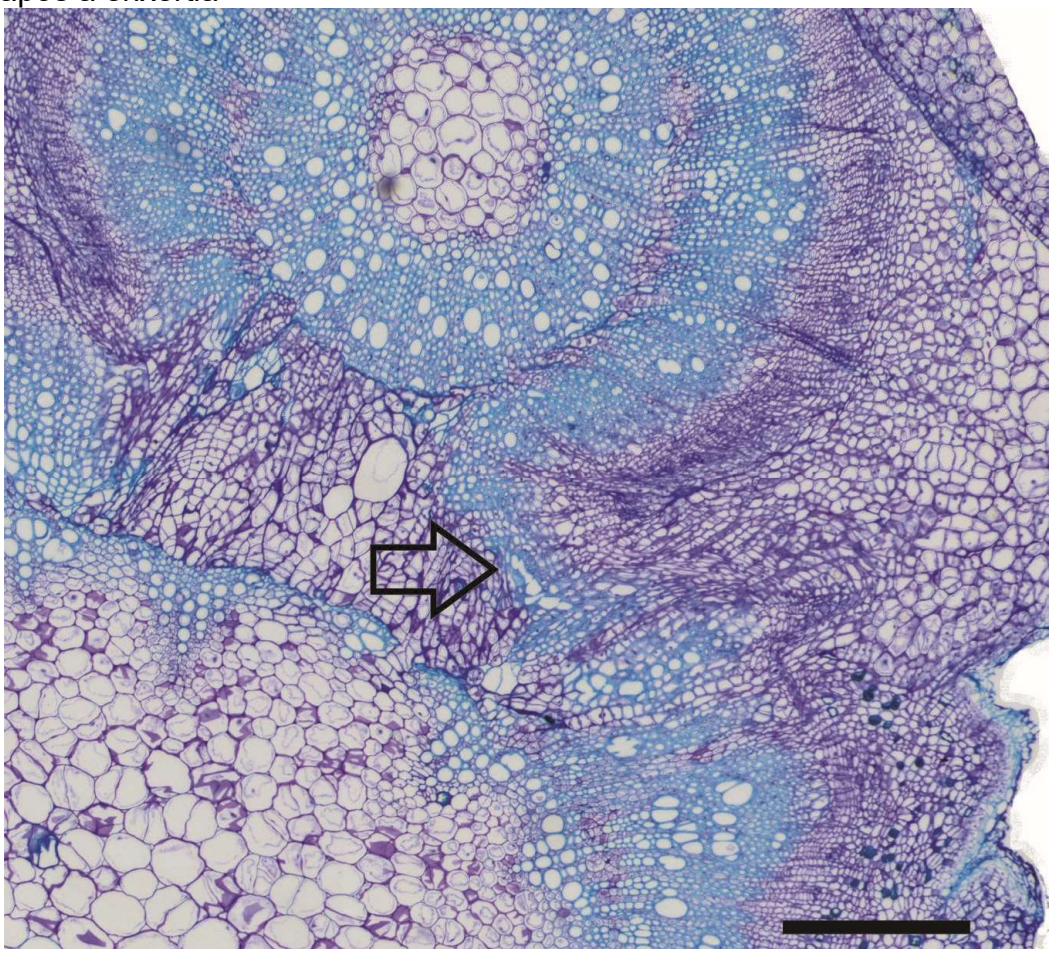


Imagem B lente de 4x. Imagens C lente de 4x zoom 1,5x e D lente de 10x. **A.** Visão macroscópica da região da enxertia em garfagem de fenda lateral em maracujazeiro **B.** Região de contato entre enxerto e porta-enxerto, detalhe do colapso de células (seta vazia) na região de contato entre xilema (enxerto) e córtex (porta-enxerto), formação de felogênio (cabeça de seta vazia) na região em que ocorre formação do calo cicatricial. Formação de novo xilema comum ao enxerto e porta-enxerto (seta preenchida) **C.** Felogênio formado na região de contato promovendo a cicatrização da enxertia (cabeça de seta vazia), células colapsadas no contato entre xilema e córtex (seta vazia). **D.** Região de contato entre epiderme e córtex onde não ocorre a fusão de tecidos ou formação de tecido cicatricial, produção de xilema na região de contato entre os biontes (seta cheia). Barras: B = 500 µm; C = 300 µm e D = 200 µm

Figura 9. Seções anatômicas da região do caule em *Passiflora edulis* enxertado em garfagem em fenda lateral sobre *Passiflora foetida*, 25 dias após a enxertia



Lente de aumento 4x com zoom de 1,5x. Destaque para a formação de xilema conectando enxerto e porta-enxerto, restabelecendo as conexões vasculares (seta vazia). Barras = 300 µm

Aos 55 dias da enxertia, podemos observar a evolução da região do enxerto para ambas as técnicas (Figuras 10 e 11). O xilema formado após a enxertia apresentou um bom desenvolvimento e formando uma unidade, mais evidente na garfagem em fenda cheia (Figura 10 B, cabeça de seta vazia). Na garfagem em fenda lateral (Figura 11, cabeça de seta vazia), o xilema também se formou, embora de maneira menos destacada nos cortes analisados. No entanto, em ambas as técnicas, podemos afirmar que as conexões vasculares foram definitivamente restabelecidas.

Figura 10. Seções anatômicas da região do caule em *Passiflora edulis* enxertado em garfagem em fenda cheia sobre *Passiflora foetida*, 55 dias após a enxertia

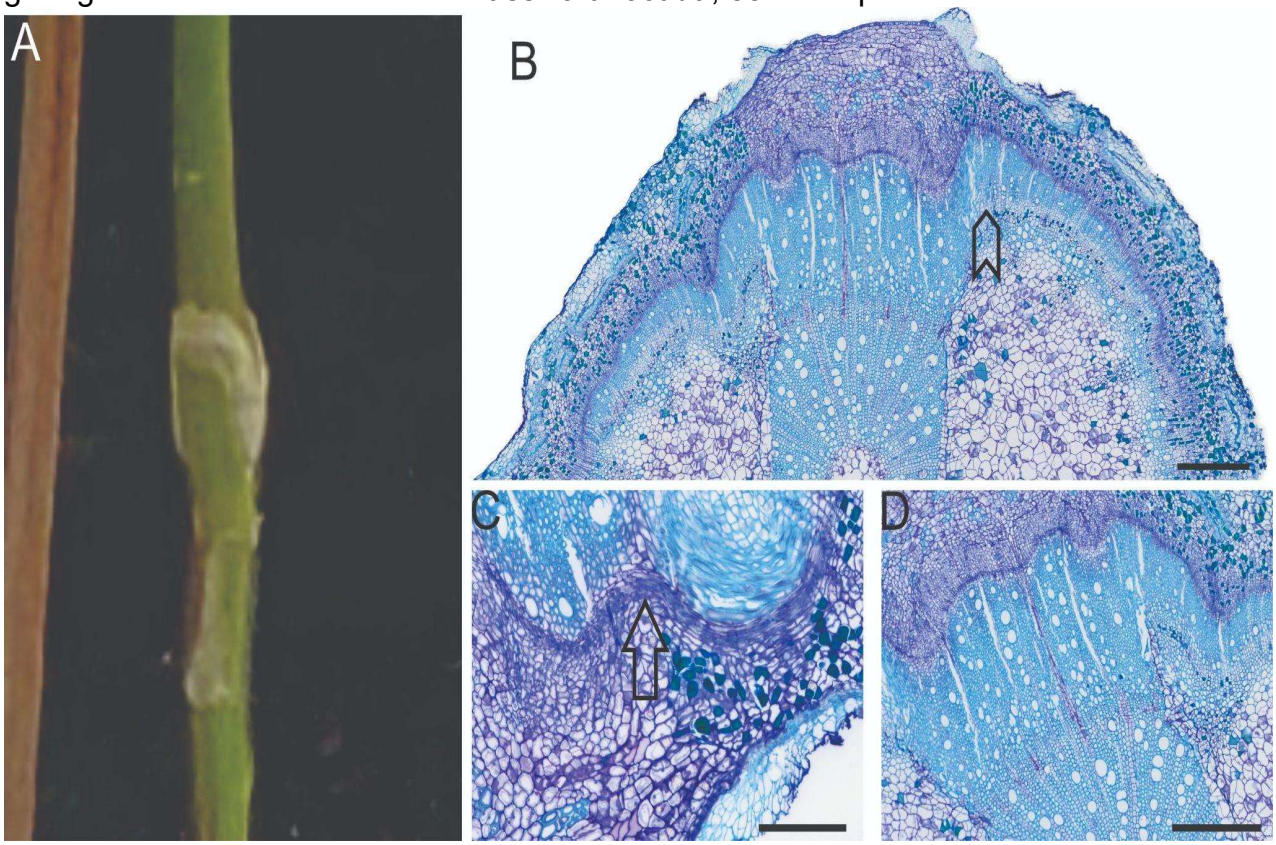


Figura B e D, lente de aumento 4x, Figura C lente de aumento 10x. **A.** Visão macroscópica da região da enxertia em garfagem de fenda cheia em maracujazeiro **B.** Visão geral da região do enxerto, foco na região de conexão do xilema (cabeça de seta vazia), divisões temporais dos tecidos vasculares, xilema e floema. **C.** Região de encontro dos tecidos de porta-enxerto e enxerto, com foco nas células do câmbio (seta vazia) ainda disformes e achatadas, gerando xilema e floema igualmente disformes. **D.** Região do enxerto e porta-enxerto em contato, com os vasos restabelecidos. Barras: B = 500 µm; C = 200 µm e D = 500 µm.

Figura 11. Seções anatômicas da região do caule em *Passiflora edulis* enxertado em garfagem em fenda lateral sobre *Passiflora foetida*, 55 dias após a enxertia

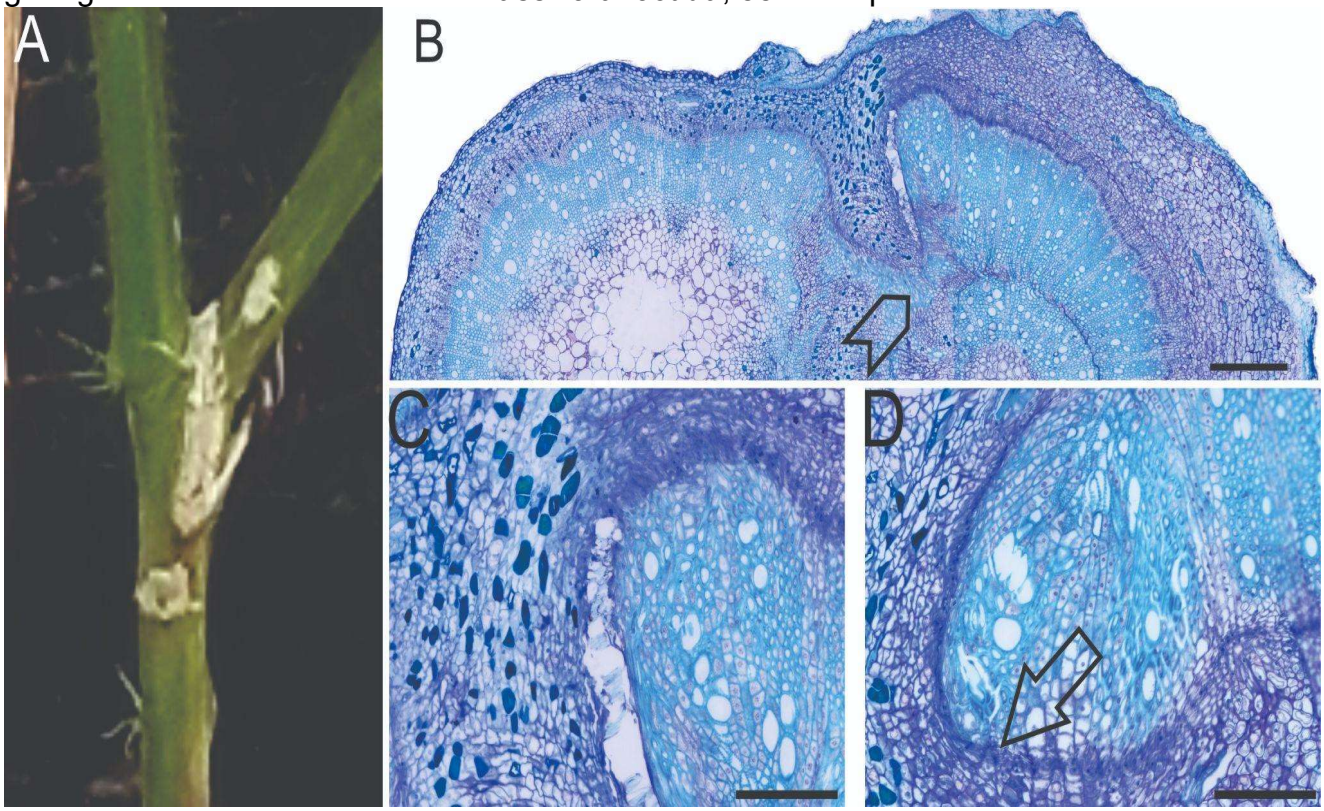


Figura B, lente de aumento 4x, figuras B e C, lente de aumento 10x. **A.** Visão macroscópica da região da enxertia em garfagem de fenda lateral em maracujazeiro. **B.** Visão geral da região do enxerto em fenda lateral, foco no desenvolvimento do xilema e floema, a região de conexão entre o xilema do enxerto e porta-enxerto (cabeça de seta vazia).**C.** Foco na região de fragilidade da enxertia com conexão acima do ponto em que houve rompimento. **D.** Foco no câmbio vascular (seta vazia) onde ocorre o encontro dos tecidos do enxerto e porta-enxerto, produzindo novos tecidos vasculares e restabelecendo a conexão entre os biontes. Barras: B = 500 µm; C e D = 200 µm.

A técnica de garfagem em fenda cheia favoreceu a formação de xilema nas duas extremidades, resultando em um contato contínuo entre enxerto e porta-enxerto, o que promoveu maior estabilidade. Comparativamente, na fenda lateral, o contato é apenas em um dos hemisférios do cilindro caulinar, sendo importante salientar que o xilema formado após a enxertia fica limitado a apenas uma região.

Os fluxos de crescimento são claramente diferenciados, com o xilema do enxerto antes (Figura 10 B e 11 B) e após a enxertia (Figura 10 B e 11 B) facilmente identificáveis. O floema também passou por esses fluxos. Tanto o tecido externo formado antes da enxertia (Figura 10 B e 11 B) quanto o tecido que está sendo produzido pelo câmbio após a enxertia (Figura 10 B e 11 B,) são visíveis, embora o xilema seja mais proeminente.

O sucesso da enxertia foi evidenciado pela reconstituição dos tecidos corticais, vasculares e cambiais, que estabeleceram a conexão entre o enxerto e o porta-enxerto. Além disso, o tecido de revestimento foi restabelecido com a formação de felogênio e periderme, de maneira localizada na região externa, próxima ao ponto de contato entre enxerto e porta-enxerto.

Ainda há sinais da evolução das estruturas do caule após a enxertia. Algumas regiões de contato entre os dois biontes apresentam células disformes e o câmbio com conformação achatada e intensa divisão celular (Figura 10 C e 11 C, setas vazias), indicando que o sistema ainda está se adaptando a união entre enxerto e porta-enxerto. Durante as observações, podemos constatar fissuras em alguns nos cortes (Figura 11 B e C), ilustrando a falta ou a falha na soldadura dos tecidos. Essas falhas, no entanto, não comprometeram significativamente o pegamento ou o desenvolvimento das mudas.

Em alguns casos, podem ocorrer falhas na enxertia (Figura 12), que podem estar relacionadas a erros na execução da técnica ou a fatores externos que interferiram no pegamento. A Figura 12 B mostra uma visão geral de uma enxertia sem sucesso, sem a soldadura entre os tecidos envolvidos (Figura 13 B e C, setas preenchidas). Neste caso, houve colapso do floema (Figura 12 B e D, cabeças de setas vazias) tanto do epibionte quanto do hipobioto, prejudicando o transporte de fotoassimilados e levando à morte das plantas. Apesar da falha, foi observada uma tentativa de reconexão vascular, com a formação de novas células do xilema por parte do enxerto (Figura 12 B, setas vazias).

Esse xilema seguiu o padrão de desenvolvimento obervado em enxertias bem-sucedidas, com dois fluxos de crescimento (pré e pós-enxertia). Contudo, mesmo com a tentativa de conexão entre os tecidos e o desenvolvimento do xilema do enxerto, algum fator impossibilitou o sucesso da enxertia. As causas podem incluir a presença de corpos estranhos, deposição de água na região do enxerto ou movimentação constante dos tecidos, impossibilitando a cicatrização adequada.

Ao final das avaliações, ambas as técnicas permitiram o contato pleno entre epibionte e hipobionte, consolidando o calo cicatricial e o restabelecendo as conexões vasculares. O enxerto apresentou uma união integral dos tecidos, evidenciando excelente compatibilidade entre as duas espécies. Os tecidos vasculares se fundiram, formado um único sistema, sem reações de incompatibilidade que comprometessem o desenvolvimento das mudas ao longo do tempo, assegurando a produção das

plantas em campo. As avaliações anatômicas permitiram a visualização das etapas propostas na literatura para o sucesso da enxertia: adesão entre o enxerto e porta-enxerto nas regiões cambiais, a proliferação de células do calo cicatricial na região de contato e, por fim, a diferenciação celular na área da enxertia em tecido vascular (FACHINELLO, 2005; HARTMAN et al., 2010).

Figura 12. Seções anatômicas da região do caule em *Passiflora edulis* enxerto em garfagem em fenda cheia sobre *Passiflora foetida*, apresentando uma falha de pegamento.

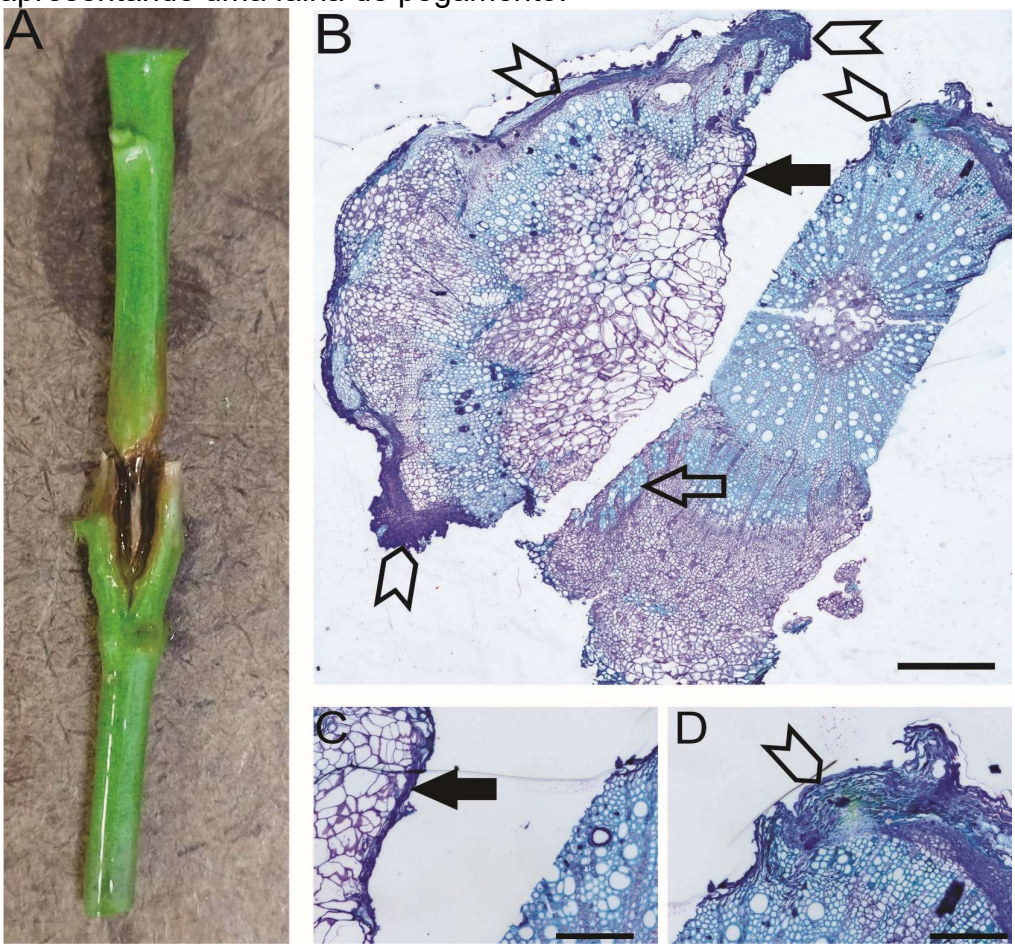


Figura B, lente de aumento 4x, figuras C e D, lente de aumento 10x. **A.** Visão macroscópica da região da falha na enxertia em garfagem de fenda cheia em maracujazeiro. **B.** Visão geral da região do enxerto em fenda cheia, foco no desenvolvimento do xilema (seta vazia) mesmo não obtendo sucesso no pegamento, e o floema colapsado tanto no enxerto como no porta-enxerto (cabeça de seta vazia), tentativa de conexão entre xilema do enxerto com a região cortical e medular do porta-enxerto (seta preenchida). **C.** Foco na região em que não houve conexão entre o xilema e medula (seta preenchida) com início de lignificação. **D.** Foco no floema colapsado (cabeça de seta vazia) que impede o transporte de fotoassimilados. Barras: B = 500 µm; C e D = 200 µm.

4.2. Características morfológicas das mudas

A enxertia de *Passiflora edulis* sobre *Passiflora foetida* apresentou uma taxa de sucesso de 95,83% para a garfagem em fenda cheia e de 100% para a garfagem em fenda lateral. Os dados apresentados na Tabela 1 representam o desenvolvimento da parte aérea das mudas ao longo do período avaliado (20, 35 e 50 dias após a enxertia). Os tratamentos *Passiflora edulis* sem enxerto (pé franco), fenda cheia e fenda lateral apresentam, respectivamente, alturas de 10,65, 10,50 e 10,49 cm na primeira avaliação, com valores estatisticamente semelhantes. No entanto, o diâmetro do colo foi superior no controle e na enxertia em fenda lateral, com valores de 2,25 e 2,43 mm, respectivamente. Isso provavelmente se deve ao fato de que a decapitação total necessária para a realização da garfagem em fenda cheia comprometeu o desenvolvimento desse parâmetro, resultando em um valor médio de 1,80 mm.

Tabela 1. Altura de plantas, diâmetro do colo, diâmetro do enxerto acima da enxertia e número de folhas, de plantas de maracujazeiro azedo (*P. edulis*) enxertadas sobre *P. foetida* e sem enxertia (Pé franco) aos 20, 35 e 50 dias após a enxertia

		Dias após a enxertia		
Característica	Tratamento	20	35	50
Altura (cm)	Pé franco	10,65 a	10,72 b	10,81 b
	Fenda cheia	10,50 a	13,43 a	14,67 a
	Fenda lateral	10,49 a	13,77 a	15,56 a
	CV%	38,25	45,43	45,85
Diâmetro do colo (mm)	Pé franco	2,25 a	2,29 a	2,34 b
	Fenda cheia	1,80 b	2,19 a	2,25 b
	Fenda lateral	2,43 a	2,61 a	2,90 a
	CV%	38,25	45,43	45,85
Diâmetro da copa enxertada (mm)	Fenda cheia	1,84 a	2,23 a	2,38 a
	Fenda lateral	1,92 a	2,43 a	2,66 a
	CV%	16,73	15,42	14,36
Número de folhas	Pé franco	7,08 a	7,33 a	8,00 b
	Fenda cheia	6,00 b	7,91 a	9,25 ab
	Fenda lateral	5,91 b	7,91 a	9,33 a
	CV%	38,25	45,43	45,85

As médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0.05$).

O número de folhas foi significativamente maior no controle (7,08), o que pode ser atribuído ao fato de seu desenvolvimento não ter sido interrompido para a realização da enxertia. Nos dois métodos de enxertia, os valores foram estatisticamente semelhantes, com 6,00 folhas para a fenda cheia e 5,91 folhas para a fenda lateral.

Com o passar do tempo e o consequente restabelecimento das condições normais de desenvolvimento (35 dias após a enxertia), as mudas enxertadas superaram o controle em altura, atingindo 13,43 cm para a garfagem em fenda cheia e 13,77 cm para a fenda lateral, em comparação com os 10,72 cm do controle. O diâmetro do colo e o número de folhas foram semelhantes entre os tratamentos aos 35 dias após a enxertia. Usualmente, as mudas são transplantadas para o campo quando atingem entre 15 a 30 cm de altura, o que significa que as mudas enxertadas atingiram o ponto de transplante mais rapidamente.

Ao final das avaliações (55 dias após a enxertia), as mudas enxertadas continuaram a superar o controle em altura, com médias de 14,67 e 15,56 cm para fenda cheia e fenda lateral, respectivamente, enquanto o pé franco alcançou 10,81 cm. Assim, a enxertia de maracujazeiro azedo sobre *P. foetida* representa uma alternativa promissora para acelerar a produção de mudas, atendendo aos padrões de tamanho exigidos para o plantio.

Embora a enxertia, independentemente da técnica, tenha promovido a produção de mudas maiores, isso não implica que ambas as técnicas resultem em plantas de mesma qualidade. Por isso, foi necessário utilizar outros parâmetros, como o índice de robustez e o índice de qualidade de mudas de Dickson, que fornecem informações sobre o desenvolvimento estrutural das mudas. O diâmetro do colo nas mudas submetidas à garfagem em fenda lateral foi superior, com uma espessura de 2,90 mm, efeito atribuído à manutenção da parte aérea do porta-enxerto até o pegamento da enxertia. Comparativamente, o diâmetro médio do colo foi de 2,34 mm no pé franco e de 2,25 mm na garfagem em fenda cheia.

O desenvolvimento em espessura do caule dos enxertos acima do ponto de enxertia foi semelhante entre os métodos. No entanto, a fenda lateral apresentou uma vantagem, promovendo um maior diâmetro abaixo do ponto de enxertia, enquanto a fenda cheia apresentou uma espessura numericamente maior no enxerto acima do ponto de enxertia. Essa diferença pode gerar problemas de estabilidade na muda, fragilidade na região da enxertia ou até mesmo uma suplementação inadequada da

parte aérea em função da menor disponibilidade de vasos condutores do porta-enxerto.

De acordo com Grave et al. (2007), o diâmetro colo é um dos melhores indicadores de qualidade para mudas, sendo associado ao melhor desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular, favorecendo a sobrevivência em condições de campo. Em relação ao número de folhas, os resultados mostram que as enxertias apresentam desempenho semelhante, com a gafagem em fenda cheia e a fenda lateral resultando, respectivamente, em 9,25 e 9,33 folhas, ambos superiores ao pé franco que produziu 8 folhas ao final das avaliações. Esses resultados indicam uma excelente compatibilidade entre os genótipos, o que favoreceu o desenvolvimento das mudas e a eficácia das duas técnicas.

Conforme relatado na literatura, diferentes combinações de enxerto e porta-enxerto podem influenciar o desenvolvimento da parte aérea. De maneira geral, apresentam um comportamento semelhante, com um crescimento inicial mais lento, seguido por um rápido desenvolvimento após o estabelecimento das mudas (CAVICHIOLI et al., 2009; RONCATTO et al., 2011; MORGADO et al., 2015; SANTOS et al., 2015). Em um estudo com a cultura da cajazeira, Souza et al. (2010) comparou métodos de enxertia e não encontrou diferença significativas entre os métodos, o que contrasta coom os resultados deste experimento, onde as mudas de maracujá apresentaram maior diâmetro do colo quando enxertadas lateralmente.

Aos 20 dias após a enxertia, o pé franco apresentou os maiores valores de matéria seca do caule e raízes (Tabela 2), com 0,35 e 0,13 g, respectivamente, seguido pela fenda lateral, que apresentou 0,26 g para a parte aérea e 0,09 g para as raízes. Esse resultado era esperado, devido à manutenção da parte aérea até o restabelecimento das conexões vasculares com o enxerto, além do maior diâmetro do colo (Tabela 1).

Tabela 2. Matéria seca da parte aérea, das raízes e total, em gramas, de plantas de maracujazeiro azedo (*P. edulis*) enxertadas sobre *P. foetida* e sem enxertia (Pé franco) aos 20, 35 e 50 dias após a enxertia

		Dias após a enxertia		
Característica	Tratamento	20	35	50
Matéria seca (g)	Pé franco	0,35 a	0,37 b	0,55 b
	Fenda cheia	0,21 b	0,46 ab	0,80 ab
	Fenda lateral	0,26 ab	0,66 a	1,04 a
	CV%	41,85	49,36	46,03
Matéria seca de raiz (g)	Pé franco	0,13 a	0,16 b	0,25 b
	Fenda cheia	0,05 c	0,24 ab	0,38 ab
	Fenda lateral	0,09 b	0,29 a	0,54 a
	CV%	36,05	40,98	47,43
Matéria seca total (g)	Pé franco	0,48 a	0,53 b	0,81 b
	Fenda cheia	0,28 b	0,70 ab	1,18 ab
	Fenda lateral	0,35 b	0,95 a	1,57 a
	CV%	38,25	45,43	45,85

As médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0.05$).

A garfagem em fenda cheia apresentou os menores valores com matéria seca da parte aérea (0,21 g) e de raízes (0,05 g) aos 20 dias após a enxertia. Para o pé franco, no mesmo período, as plantas apresentaram mais folhas, o que contribuiu para o aumento do peso da matéria seca total da planta. Vale destacar que, ao final das avaliações (55 dias após a enxertia), apesar de a altura da parte aérea ser estatisticamente semelhante entre os métodos de enxertia, a matéria seca total foi superior na garfagem em fenda lateral, que produziu 1,57 g, em comparação com 1,18 g na garfagem em fenda cheia e 0,81 g no pé franco. Esse resultado está diretamente relacionado ao maior diâmetro de colo e à tendência de apresentar mais folhas (Tabela 1) aos 55 dias após a enxertia, já que o ganho em espessura e número de folhas contribuiu para o aumento da massa seca.

Os valores obtidos de massa seca das raízes estão de acordo com os resultados de Morgado et al. (2017), que avaliaram o mesmo fator em diferentes espécies de *Passiflora*, demostrando que algumas espécies silvestres apresentam um valor superior à espécie utilizada comercialmente (*Passiflora edulis)*, com o crescimento dessa diferença ao longo do tempo.

Morgado et al. (2015) observaram maiores valores de matéria seca da raiz para mudas de maracujá enxertadas, em comparação com o pé franco. Os autores sugerem que o processo de enxertia acelera a retomada do crescimento do sistema radicular quando as espécies são totalmente compatíveis. Mesmo após a enxertia, o porta-enxerto demonstrou grande capacidade de recuperação do sistema radicular, e a utilização de uma técnica que minimize o estresse da decapitação tende a produzir mudas mais vigorosas. Assim, a técnica utilizada não foi um fator limitante para o crescimento e desenvolvimento das mudas.

Realizar a análise da qualidade das mudas apenas com base em parâmetros isolados de desenvolvimento pode levar a conclusões equivocadas. Para isso, utilizamos índices que consideram diferentes parâmetros para estimar e comparar a condição de cada tratamento. O índice de qualidade de mudas de Dickson engloba variáveis relacionadas ao desenvolvimento da biomassa das plantas (total, de parte aérea e raiz), altura e diâmetro do caule (DICKSON et al., 1960). Esse índice é interessante por considerar a distribuição de massa e a robustez das plantas, além de relacionar o crescimento vertical das mudas com o espessamento do colo, fator importante na escolha de mudas para transplante.

Conforme mostrado na Tabela 3, as plantas sem enxerto (pé franco) apresentaram maior robustez aos 20, 35 e 55 dias, com valores de 4,72, 4,68 e 4,61, respectivamente. Esse comportamento deve-se principalmente ao baixo crescimento em altura da parte aérea, aliado ao engrossamento do colo (Tabela 1). Esse padrão difere da garfagem em fenda cheia, que apresentou elevado crescimento em altura, mas baixo desenvolvimento em espessura do colo, resultando nas mudas mais delgadas do experimento, que necessitavam de tutoramento durante a condução. A razão entre a altura e diâmetro do colo foi de 5,82 aos 20 dias, 6,28 aos 35 dias e 6,52 aos 55 dias após a enxertia, valores consideravelmente elevados em comparação com os outros tratamentos.

A garfagem em fenda cheia, por sua vez, apresentou robustez semelhante ao pé franco, com valor de 4,39 aos 20 dias após a enxertia. No decorrer do experimento, os valores aumentaram para 5,35 aos 35 dias e 5,44 aos 55 dias após a enxertia.

Tabela 3. Índice de robustez e índice de qualidade de mudas, de plantas de maracujazeiro azedo (*P. edulis*) enxertadas sobre *P. foetida* e sem enxertia (Pé franco)

		Dias após a enxertia		
Característica	Tratamento	20	35	50
Índice de robustez	Pé franco	4,72 b	4,68 c	4,61 c
	Fenda cheia	5,82 a	6,28 a	6,52 a
	Fenda lateral	4,39 b	5,35 b	5,44 b
	CV%	11,06	14,22	11,86
Matéria seca de raiz (g)	Pé franco	0,06 a	0,07 b	0,12 b
	Fenda cheia	0,03 b	0,09 ab	0,14 b
	Fenda lateral	0,05 a	0,12 a	0,22 a
	CV%	36,97	43,14	50,24

As médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0.05$).

A garfagem em fenda lateral produziu mudas mais robustas em comparação à fenda cheia, o que é desejável para o transplantio em campo. Esse resultado era esperado, já que a fenda lateral resultou em um diâmetro de colo superior, enquanto ambos tratamentos atingiram a mesma altura (Tabela 1). É interessante observar que o índice de robustez das mudas enxertadas aumentou de 20 para 35 dias após a enxertia, período em que as plantas também apresentaram crescimento em altura, superando o estresse causado pelo processo de enxertia.

Quando avaliados outros parâmetros, como o Índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD), as mudas enxertadas lateralmente obtiveram os melhores resultados entre os tratamentos. Ao final do experimento, o iQD foi de 0,2, diferido estatisticamente das demais tratamentos, demonstrando que a garfagem em fenda lateral foi o método que produziu mudas de maior qualidade. O valor de 0,2 é o limite inferior recomendado por Hunt (1990) para a produção de mudas adequadas em viveiros, aptas a serem transplantadas. Esse valor também se aproxima do melhor resultado encontrado por Junior et al. (2015) em mudas de maracujá sob diferentes níveis de adubação fosfatada. Já os valores de 0,14 obtidos pela garfagem em fenda cheia e de 0,12 pelo pé franco ficaram abaixo dos padrões desejáveis nas condições experimentais.

As análises relacionadas ao sistema radicular ajudaram a explicar os resultados obtidos na parte aérea das mudas (Tabela 4). Aos 20 dias, o comprimento

total das raízes do *P. edulis* (pé franco) era de 1.208,13 cm, valor semelhante ao das raízes do porta-enxerto quando se utilizou a garfagem em fenda lateral (1.211,96 cm). Em contrapartida, a garfagem em fenda cheia resultou em um comprimento de apenas 881,12 cm. O mesmo padrão foi observado para a área superficial e volume das raízes, com o pé franco apresentando 158,6 cm² e 1,67 cm³, respectivamente, enquanto a garfagem em fenda lateral obteve valores estatisticamente iguais, com 141,96 cm² e 1,33 cm³. Já a garfagem em fenda cheia apresentou valores inferiores, com 99,07 cm² de área e 0,90 cm³ de volume de raízes.

Tabela 4. Comprimento, projeção, área superficial e volume de raízes, de plantas de maracujazeiro azedo (*P. edulis*) enxertadas sobre *P. foetida* e sem enxertia (Pé franco)

		Dias após a enxertia		
Característica	Tratamento	20	35	50
Comprimento das raízes (cm)	Pé franco	1208,13 a	1227,74 b	1290,88 b
	Fenda cheia	881,12 b	2217,02 a	2118,99 a
	Fenda lateral	1211,96 a	2479,39 a	3646,71 a
	CV%	25,64	20,72	25,05
Área superficial das raízes (cm²)	Pé franco	158,96 a	160,82 b	197,63 b
	Fenda cheia	99,07 b	324,65 a	487,07 a
	Fenda lateral	141,96 a	351,51 a	605,82 a
	CV%	29,48	23,76	30,79
Volume de raízes (cm³)	Pé franco	1,67 a	1,74 b	2,50 b
	Fenda cheia	0,90 b	3,84 a	6,18 a
	Fenda lateral	1,33 ab	3,98 a	8,08 a
	CV%	35,12	29,89	38,51

As médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0.05$)

Nos tratamentos em que aparte aérea foi mantida (controle e garfagem em fenda lateral), o desenvolvimento superior a enxertia em garfagem de fenda cheia aos 20 dias após a enxertia, resultado do estresse causado pela perda de conexão entre porta-enxerto e o enxerto, o que interrompeu o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular até o restabelecimento das conexões vasculares. Com o avanço do tempo, houve uma recuperação perceptível do sistema radicular nas mudas submetidas à decapitação total da parte aérea, igualando-se às mudas enxertadas lateralmente. Aos 55 dias, ambos métodos de enxertia superaram o pé franco, com

comprimentos de raíz de 3.118,99 cm para a fenda cheia e 3.646,71 cm para a fenda lateral, enquanto o pé franco alcançou 1.290,88 cm.

No mesmo período, a área superficial das raízes das mudas enxertadas pela fenda lateral foi de 605,82 cm², com volume de 8,08 cm³, valores semelhantes aos da garfagem em fenda cheia, que apresentou 487,07 cm² de área superficial e 6,18 cm³ de volume. Em comparação, o pé franco apresentou raízes com área de 197,63 cm² e volume de 2,50 cm³, valores bem inferiores aos apresentados pelo porta-enxerto *Passiflora foetida* nas mesmas condições experimentais.

Conforme observado nas análises anteriores, ao longo do tempo, as mudas enxertadas em *P. foetida* alcançaram e superaram o desenvolvimento do pé franco. O sistema radicular da espécie silvestre mostrou-se mais eficiente na colonização e exploração do substrato, produzindo raízes mais longas, com maior área superficial e volume, exibindo um comportamento agressivo e um desenvolvimento vigoroso. Isso confirma a eficácia de *P. foetida* como porta-enxerto, especialmente por sua resistência ao *Fusarium* e sua tolerância à salinidade, conforme relatado por Souza et al. (2022). Contudo, assim como nas avaliações da parte aérea, as análisess de desenvolvimento das raízes não apresentaram diferenças estatísticas entre os dois métodos de enxertia ao final do experimento, evidenciando apenas uma vantagem numérica para a garfagem em fenda lateral.

5. Conclusões

O porta-enxerto *Passiflora foetia* mostrou-se compatível com *Passiflora edulis*, com base no desenvolvimento do calo e na fusão dos tecidos do enxerto e porta-enxerto observada em praticamente todas as mudas avaliadas. Dessa forma, *P. foetida* apresenta potencial de utilização para a propagação do maracujazeiro azedo, principalmente em regiões com histórico de fusariose.

A técnica da garfagem em fenda lateral promoveu mudas com maior potencial vegetativo, considerando os parâmetros de desenvolvimento do caule e do sistema radicular, bem como o Índice de robustez e o Índice de qualidade de mudas de Dickson. Este método se dastacou como o que resultou nas mudas mais vigorosas e robustas ao final do experimento.

As avaliações anatômicas demonstraram que tanto a garfagem em fenda cheia quanto em fenda lateral garatiram a união dos tecidos do enxerto e porta-enxerto,

promovendo a cicatrização adequada e a manutenção do desenvolvimento dos tecidos na região do enxerto.

6. Referências

ARAUJO, D., & ALVES, M. (2008). Variabilidade morfológica de Passiflora foetida L.: *Quantas variedades existem no estado de Pernambuco?*. **Revista Brasileira De Biociências**, 5(S2), pg. 852–854.

ALBACETE, A., MARTÍNEZ-ANDÚJAR, C., MARTÍNEZ-PEREZ, A., THOMPSON, A. J., Dodd, I. C., & PÉREZ-ALFOCEA, F. (2015). *Unravelling rootstock× scion interactions to improve food security*. **Journal of experimental botany**, 66(8), 2211-2226.

BARBOSA, A. S., & BARBOSA, L. H. S. (2022). *Efeito da polinização manual do maracujazeiro no Alto Paranaíba-MG*. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia,** Vol. 13, Número Especial, 2022.

BATISTA, D,C,; OLIVEIRA, S.MA; TAVARES, S.C.C.H.; LARANJEIRA, D.; NEVES, RAF.; SILVA, R.L.X. *Efeitos de fungicidas inibindo o crescimento in vitro de Fusarium oxysporum f. sp. passiflorae e interferência com Trichoderma spp*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 28, n.a, p. 305-310, 2002.

BATISTA, D. D. C. & BARBOSA, M. A. G. (2018). *Doenças fúngicas do sistema radicular do maracujazeiro*. In: PERUCH, L. A. M.; SCHROEDER, A. L. (Org.). *Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças*. Florianópolis: **Epagri**, 2018.

BERNARDES F. R; RODRIGUES A. A. C.; MORAES, F. H.; SILVA, E. K. C; NASCIMENTO, I. de O. (2015). *Resíduos orgânicos no controle de Fusarium oxysporum f. sp. Passiflorae em maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa).* **Acta Biológica Colombiana**, v. 20, n. carvalho3, p. 111-120, 2015.

BERALDO, J., & KATO, E. T. M.. (2010). *Morfoanatomia de folhas e caules de Passiflora edulis Sims, Passifloraceae*. **Revista Brasileira De Farmacognosia**, 20(2), 233–239.

BERNACCI, L. C., SOARES-SCOTT, M. D., JUNQUEIRA, N. T. V., PASSOS, I. R. da S., & MELETTI, L. M. M.. (2008). *Passiflora edulis Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors)*. **Revista Brasileira De Fruticultura**, 30(2), 566–576.

BORGES, L. B., & AMORIM, V. A. (2020). *Metabólitos secundários de plantas*. **Revista Agrotecnologia**, 11(1).

CARVALHO, J. A. D.; JESUS, J. G. D.; ARAUJO, K. L.; SERAFIM, M. E.; GILIO, T. A. S.; NEVES, L. G. (2021). *Passion fruit (Passiflora spp.) species as sources of resistance to soil phytopathogens Fusarium solani and Fusarium oxysporum f. sp. passiflorae complex*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 43, 2021.

CARVALHO, J. S.; SÃO JOSÉ, A. R., DE MAGALHÃES ARANTES, A., SÃO JOSÉ, A. R., & DE ARAÚJO KURFIS, M. (2021). *Sobrevivência de espécies de maracujazeiro com ou sem exposição parcial das raízes, em área com histórico de Fusarium solani*. **Revista Agroecossistemas**, 13(1), 163-181.

CAVICHIOLI, J. C., CORRÊA, L. D. S., BOLIANI, A. C., & OLIVEIRA, J. C. D. (2009). *Uso de câmara úmida em enxertia hipocotiledonar de maracujazeiro-amarelo sobre três porta-enxertos*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31, 532-538.

CERVIL, A. C. *Passiflorácea do Brasil. Estudo do gênero Passiflora L., subgênero Passiflora.* **Fontqueria, Madrid**, v. 45, p. 1-92, 1997.

CORREIA, A. de O., ALEXANDRE, R. S., PFENNING, L. H., CABANEZ, P. A., FERREIRA, A., FERREIRA, M. F DA S. DE LIMA P. A. M., DE MELLO T., OTONI W. C., LOPES J. C. (2022). *Passiflora mucronata, a passion fruit wild species resistant to fusariosis and a potential rootstock for commercial varieties*. **Scientia Horticulturae**, *302*, 111174.

CORRÊA, L. D. S., CAVICHIOLI, J. C., OLIVEIRA, J. C. D., & BOLANI, A. C. (2010). *Uso de câmara úmida em enxertia convencional de maracujazeiro-amarelo sobre três porta-enxertos*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 32, 591-598.

COLARICCIO, A., GARCÊZ, R. M., RODRIGUES, L. K., EIRAS, M., PERUCH, L. A. M., & CHAVES, A. L. R. (2018). *Doenças causadas por vírus na cultura do maracujazeiro (Passiflora edulis)*. In: PERUCH, L. A. M.; SCHROEDER, A. L. (Org.). *Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças*. Florianópolis: **Epagri**, 2018.

DHAWAN, K., DHAWAN, S., & SHARMA, A. (2004). *Passiflora: a review update.* **Journal of ethnopharmacology**, 94(1), 1-23.

DICKSON, A., LEAF, A. L., & HOSNER, J. F. (1960). *Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries*. **The Forestry Chronicle**, 36(1), 10-13.

ESTRADA-LUNA, A. A., LÓPEZ-PERALTA, C., & CÁRDENAS-SORIANO, E. (2002). *In vitro micrografting and the histology of graft union formation of selected species of prickly pear cactus (Opuntia spp.)*. **Scientia Horticulturae**, 92(3-4), 317-327.

FALEIRO, F. G., JUNQUEIRA, N. T. V., JESUS, O. D., COSTA, A. M., MACHADO,

C. D. F., JUNQUEIRA, K. P., ... & JUNGHANS, T. G. (2017). *Espécies de maracujazeiro no mercado internacional. Maracujá: do cultivo à comercialização*. **Brasília, DF: Embrapa, 15-37**.

FALEIRO, F. G., JUNQUEIRA, N. T. V., JUNGHANS, T. G., JESUS, O. N. D., MIRANDA, D., OTONI, W. C. (2019). A*dvances in passion fruit (Passiflora spp.) propagation*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, *41*, e-155.

FALEIRO, F. G. *Maracujá fruta nativa do Brasil para o mundo*. **Campos & Negócios: Anuário HF**, p. 79-81, 2022.

FACHINELLO, J. C. (2005). *Propagação de plantas frutíferas* (pp. 69-109). A. Hoffmann, & J. C. Nachtigal (Eds.). Brasília: **EMBRAPA informação tecnológica**.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. *Sisvar: a computer statistical analysis system*. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FISCHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. *Doenças do Maracujazeiro*. Ed. 2. **Editora Ceres: Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**, 2016. p. 537-538.

FRANCESCHI, V. R., & HORNER, H. T. (1980). *Calcium oxalate crystals in plants*. **The Botanical Review**, 46, 361-427.

FRANZON, R. C., CARPENEDO, S., & SILVA, J. C. S. (2010). *Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras*. **Brasília: EMBRAPA Cerrados**.

FREITAS, L. B. (2011). *História evolutiva das espécies de Passiflora L. de ocorrência no Rio Grande do Sul: aspectos genéticos, estrutura populacional e filogenia*. **Revista Brasileira de Biociências**, 9(S1).

GRAVE, F., FRANCO, E. T. H., PACHECO, J. P., & SANTOS, S. R. (2007). *Crescimento de plantas jovens de açoita-cavalo em quatro diferentes substratos*. **Ciência Florestal**, 17(4), 289-298.

HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES JR., F.T.; GENEVE, R.L. (2010) *Plant Propagation: Principles and Practices*. 8th Edition, **Prentice-Hall**, New Jersey, 915 p.

HUDINA, M., ORAZEM, P., JAKOPIC, J., & STAMPAR, F. (2014). T*he phenolic content and its involvement in the graft incompatibility process of various pear rootstocks (Pyrus communis L.)*. **Journal of plant physiology**, 171(5), 76-84.

HUNT, G. A. (1990). *Effect of Styroblock Design and Copper Treatment on*

Morphology of Conifer Seedlings[1]. **In Target Seedling Symposium: Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations**, August 13-17, 1990, Roseburg, Oregon (Vol. 200, p. 218). US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

HURTADO-SALAZAR, A. L. E. J. A. N. D. R. O., SILVA, D. F. P. D., SEDIYAMA, C. S., & BRUCKNER, C. H. (2015). *Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro-amarelo enxertado em espécies silvestres do gênero Passiflora cultivado em ambiente protegido*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 37(3), 635-643.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção agrícola municipal* (PAM) - 2023

JESUS, O.N.; OLIVEIRA, E.J.; FALEIRO, F.G.; SOARES, T.L. *Descritores morfoagronômicos ilustrados para Passiflora spp*. **Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2015a. 66p. (no prelo)

JESUS, O. N. de, FALEIRO, F., ARAUJO, F., DE MELO, N. F., & JUNGHANS, T. (2021). *Bancos genéticos de maracujá*. SILVA JUNIOR, J. F. da; SOUZA, F. V. D.; PADUA, J. G. (Ed.). *A arca de Noé das frutas nativas brasileiras*. **Brasília, DF: Embrapa**, 2021. Cap. 6 p. 74-84.

JOHANSEN, D. A. (1940). *Plant microtechnique* (p. 523). **New York: McGraw Hill Book**

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. (2009). *Sistemática vegetal: Um enfoque filogenético*. **Porto Alegre: Artmed**. p.632.

JUNGHANS, T. G.; DE JESUS, O. N.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G. (2022). Passiflora edulis . *Espécies de maracujazeiro uma riqueza do Brasil*. Brasília, DF : Embrapa, 2022

JUNIOR, E. DE S. C.; MATIAS, S. S. R.; DO NASCIMENTO, A. H.; DE SOUZA, S. J.; SOARES, G. B. S.; DE MORAIS, D. B. (2015). *Desenvolvimento de mudas de maracujá e Índice de qualidade de Dickson em relação à aplicação de super simples*. **Anais XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**.

LOBATO, L. V. C.; CCARDOSO, E. DE A. (2021). *Desempenho agronômico de três cultivares de maracujazeiro-amarelo sobre Passiflora foetida L.*. **In: XXVI SEMIC - UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró - RN, 2021.**

LUQUI, S. L. L., & RODRIGUES, S. D. E. T. (2010). Estudo da sazonalidade da floração e horário de abertura das flores de maracujá amarelo (Passiflora edulis f.

flavicarpa). **ANAIS DO ENIC**, (2).

MACHADO, C. D. F., FALEIRO, F. G., JUNQUEIRA, N. T. V., DE JESUS, O. N., DE ARAUJO, F. P., GGIRARD, E. A. (2015). *A enxertia do maracujazeiro: técnica auxiliar no manejo fitossanitário de doenças do solo.* **Circular técnica, EMBRAPA, Cruz das Almas, BA.**

MADUREIRA, H. C., PEREIRA, T. N., DA CUNHA, M., KLEIN, D. E., DE OLIVEIRA, M. V., DE MATTOS, L., & DE SOUZA FILHO, G. A. (2014). *Self-incompatibility in passion fruit: cellular responses in incompatible pollinations.* **Biologia**, 69, 574-584.

MATOS, F. J. DE A. (2021). *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. **Nova Odessa: Jardim Botânico Plantarum**.

MONTEIRO, É. S. Z.; OLIVEIRA, F. A. DA S.; SANT'ANA, A. L.; MORAES, M. D. DE; SAITO, E. H.. (2014). *Biocontrole da murcha de fusarium em maracujá: A difícil construção de técnicas de transição agroecológica*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2014.

MORERA, M. P., COSTA, A. M., FALEIRO, F. G., CARLOSAMA, A. R., & CARRANZA, C. (2018). *Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico.* **Brasília, DF: Proimpress.**

MORGADO, M. A. D. O., BRUCKNER, C. H., ROSADO, L. D. S., & SANTOS, C. E. M. D. (2015). *Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo enxertadas em espécies silvestres de Passiflora*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 37(2), 471-479.

MORGADO, M. A. D. O., BRUCKNER, C. H., ROSADO, L. D. S., & DOS SANTOS, C. E. M. (2017). *Growth dynamics and allometric relationships of Passiflora species rootstocks*. **Comunicata Scientiae**, 8(1), 1-8.

NASCIMENTO, M. S. P. do, LORENZ, L., RONCATTO, G., WRUCK, D., BOTELHO, S., & DE ARAUJO, C. A. T. (2022). *Índice de pegamento do maracujazeiro-azedo sobre porta-enxertos de maracujazeiros nativos em Mato Grosso.* In: **ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AGROSSUSTENTÁVEIS, 6.; JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL**, 11., 2022. Sinop. Resumos... Brasília, DF: Embrapa, 2022. p. 36.

NELSON, P. E., DIGNANI, M. C., & ANAISSIE, E. J. (1994). *Taxonomy, biology, and clinical aspects of Fusarium species*. **Clinical microbiology reviews**, 7(4), 479-504.

NOGUEIRA FILHO, G. C., RONCATTO, G., RUGGIERO, C., OLIVEIRA, J. C. D., MALHEIROS, E. B., & DAMIÃO FILHO, C. F. (2010). *Aspectos histológicos da união*

da enxertia hipocotiledonar do maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 32, 515-521.

NOGUEIRA FILHO, G. C., RONCATTO, G., RUGGIERO, C., OLIVEIRA, J. C. D., MALHEIROS, E. B. (2011). *Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo por enxertia hipocotiledonar sobre sete espécies de passifloras*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, *33*, 237-245.

RIBEIRO, R. C., DE JESUS NASCIMENTO, C. A., JESUS, A. C., OLIVEIRA, L. D. J. G., AMARAL, M. B., RODRIGUES, A. A. C. (2020). *Atividade antagonista de isolados bacterianos in vitro no biocontrole do crescimento micelial do fungo Fusarium oxysporum f. sp. passiflorae*. **Cadernos de Agroecologia**, *15*(2).

RIBEIRO, G. D., COSTA, J. N. M., VIEIRA, A. H., & SANTOS, M. R. A. D. (2005). *Enxertia em fruteiras*. **Embrapa Rondônia. Recomendações Técnicas**, 92

[1]RONCATTO, G., ASSIS, G. M. L. D., OLIVEIRA, T. K. D., & LESSA, L. S. (2011). *Aspectos vegetativos de combinações copa/porta-enxerto em maracujazeiro*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33, 791-797.

[2]RONCATTO, G., SOARES, J. B. L., & VALENTE, J. P. (2011). *Modalidades de enxertia para maracujazeiro: avaliação preliminar nas condições da Depressão Cuiabana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33, 316-320.

SANTOS, C. H. B., CRUZ, A. J. D., SOARES, T. L., OLIVEIRA, E. J. D., JESUS, O. N. D., & GIRARDI, E. A. (2015). *Porta-enxertos e fixadores de enxerto para enxertia hipocotiledonar de maracujazeiro azedo*. **Ciência rural**, 46(01), 30-35.

DA SILVA, R. M., DE AGUIAR, A. V. M., GARCIA, K. G. V., FALEIRO, F. G., MENDONÇA, V., & de ALMEIDA CARDOSO, E. (2018). *Germination and interspecific grafting of passion fruit*. **Comunicata Scientiae**, 9(3), 531-534.

DA SILVA, R. M.; DE AGUIAR, A. V. M.; MENDONÇA, V.; CARDOSO, E. DE A.; GARCIA, K. G. V. (2015) *Produção de mudas de maracujazeiro amarelo com diferentes tipos de enxertia e uso da câmara úmida*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, *[S. l.]*, v. 10, n. 4, p. 64–68, 2015. DOI: 10.18378/rvads.v10i4.3824.

DA SILVA, R. M.; AMBROSIO, M. M. Q.; AGUIAR, A. V. M.; FALEIRO, F. G.; CARDOSO, A. M. S.; MENDONÇA, V. (2017) *Reaction of passion fruit cultivars in areas with fusariosis*. **Summa Phytopathologica**, v.43, n.2, p.98- 102, 2017.

DA Silva, R. M.; CARDOSO, E. DE A., FALEIRO, F. G., LINHARES, P. C. F.,

BARRETO, ÉRICA DOS S., DE SOUSA, R. P., DE ASSIS, J. P., LOBATO, L. V. DA C. (2023). *Enxertia de cultivares de maracujazeiro sobre Passiflora foetida L. E influência da idade da enxertia*. **Observatório de la economía latinoamericana**, *21*(7), 6152–6167.

SILVA, R., DOS SANTOS, L. M. B., SILVA, T. D. S., DE SIQUEIRA, K. M. M., & KIILL, L. (2009). *Polinização natural no maracujá amarelo (Passiflora edulis f. Flavicarpa Deg) e taxas de frutificação, em Juazeiro-BA*. In: **Congresso nacional de botânica**, 60.; Reunião nordestina de botânica, 32.; Erbot-Encontro regional de botânicos-MG, BA, ES, 29., 2009, Feira de Santana. Botânica brasileira: futuro e compromissos. Feira de Santana: SBB: UEFS, 2009..

SIQUEIRA, K. M. M., KIILL, L. H. P., MARTINS, C. F., SCHILINDWEIN, C., MONTEIRO, S. P., FEITOSA, E. D. A., & LEMOS, I. B. (2006). *Biologia floral do maracujá amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg) em área irrigada no Submédio do Vale do São Francisco.*

SOUZA, E. P. D., MENDONÇA, R. M. N., SILVA, S. D. M., ESTRELA, M. A., SOUSA, A. P. D., & SILVA, G. C. D. (2010). *Enxertia da cajazeira*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 32, 316-320.

SOUZA, V. F. DE ., FOLEGATTI, M. V., COELHO FILHO, M. A., & FRIZZONE, J. A.. (2002). *Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação*. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**, 6(1), 51–56.

SOUZA, G. L. D., NASCIMENTO, A. P., SILVA, J. D. A., BEZERRA, F. T., SSILVA, R. Í. D., CAVALCANTE, L. F., & MENDONÇA, R. M. (2022). *Growth of wild passion fruit (Passiflora foetida L.) rootstock under irrigation water salinity*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 27(2), 114-120.

PAES, B. S. J., INOMOTO, M. M., & SILVA, A. M. G. B.. (2022). *Host status of stinking passion flower and yellow passion fruit to Rotylenchulus reniformis, Meloidogyne javanica and Pratylenchus brachyurus*. **Revista Brasileira De Fruticultura**, *44*(5), e–429.

PANDEY, Y., PANDEY, A. K. (2023). *Quality Transplant Production in Guava (Psidium guajava L.)*. Q**uality Transplant Production of Fruit Crops**, 41.

PATIL, A. S., PAIKRAO, H. M., & PATIL, S. R. (2013). *Passiflora foetida Linn: a complete morphological and phytopharmacological review*. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, 4(1), 285-296.

PERUCH, L. A. M.; SCHROEDER, A. L.; COLARICCIO, A.; GUIMARÃES, L., CHAGAS, C. M. (2009). *Doenças do maracujazeiro amarelo*. Florianópolis: Epagri,

2009. 99p. **Epagri. Boletim Técnico**, 145.

PERUCH, L. A. M., & SCHROEDER, A. L. (2018) Capítulo 4 Doenças fúngicas de parte aérea do maracujazeiro: sintomas, etiologia e controle. In book: **Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças** (pp.73-108)Publisher: Epagri

PREISIGKE, S. D. C., SILVA, L. P. D., SERAFIM, M. E., BRUCKNER, C. H., ARAÚJO, K. L., & NEVES, L. G. (2017). *Seleção precoce de espécies de Passiflora resistente a fusariose*. **Summa Phytopathologica**, 43, 321-325.

PINA, A., ERREA, P., SCHULZ, A., & MARTENS, H. J. (2009). *Cell-to-cell transport through plasmodesmata in tree callus cultures*. **Tree Physiology**, 29(6), 809-818.

VENTRELLA, M. C., ALMEIDA, A. L., NERY, L. A., & COELHO, V. P. D. M. (2013). Métodos histoquímicos aplicados às sementes.