



MAÍRA FERREIRA DE MELO ROSSI

**ANÁLISES FITOTÉCNICAS E ANATÔMICAS DA ENXERTIA
INTERGENÉRICA DE *Physalis* spp. EM SOLANÁCEAS**

**LAVRAS - MG
2021**

MAÍRA FERREIRA DE MELO ROSSI

**ANÁLISES FITOTÉCNICAS E ANATÔMICAS DA ENXERTIA INTERGENÉRICA
DE *Physalis* spp. EM SOLANÁCEAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Rafael Pio
Orientador

**LAVRAS - MG
2021**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Rossi, Maíra Ferreira de Melo.

Análises fitotécnicas e anatômicas da enxertia intergenérica de
Physalis spp. em solanáceas / Maíra Ferreira de Melo Rossi. - 2021.
59 p. : il.

Orientador(a): Rafael Pio.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. *Physalis peruviana*. 2. Enxertia. 3. Anatomia de plantas. I.
Pio, Rafael. II. Título.

MAÍRA FERREIRA DE MELO ROSSI

**ANÁLISES FITOTÉCNICAS E ANATÔMICAS DA ENXERTIA INTERGENÉRICA
DE *Physalis* spp. EM SOLANÁCEAS**

**PHYTOTECHNICAL AND ANATOMICAL ANALYSIS OF THE INTERGENERIC
GRAFTING OF *Physalis* spp. IN SOLANACEOUS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 13 de agosto de 2021.

Dra. Paula Nogueira Curi UFLA

Dr. Pedro Henrique Abreu Moura EPAMIG

Prof. Dr. Rafael Pio
Orientador

**LAVRAS - MG
2021**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me guiou até aqui, permitindo mais uma conquista.

À minha família, meus pais e meu irmão, que sempre me apoiaram incondicionalmente.

À Universidade Federal de Lavras, através do Departamento de Biologia e do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, pela oportunidade de realizar este mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsa de estudos.

À secretaria, coordenação, funcionários e professores do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, por todo apoio prestado.

Ao professor Rafael Pio, pela orientação e ensinamentos que foram essenciais para a realização desse trabalho.

Aos amigos e colegas do Departamento de Agricultura e do Setor de Fruticultura, os quais me auxiliaram em todas as etapas do desenvolvimento do meu mestrado.

Ao laboratório de Anatomia Vegetal, em especial ao técnico Ítalo Antônio Fernandes, pelo auxílio.

Aos membros da banca, Paula Nogueira Curi, Pedro Henrique Abreu Moura e Luiz Fernando de Oliveira da Silva.

Aos amigos Natalia, Renata, Monica, Joseline, Pedro, Gustavo, João Renato, Alison, Alexandre, Evaldo, Alejandro e a todos que durante o período em que cursei o mestrado ajudaram na execução dos experimentos, aconselharam e contribuíram para a realização desse trabalho.

Aos demais não mencionados, mas que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Meu muito obrigada!

RESUMO

As espécies do gênero *Physalis*, principalmente a espécie *P. peruviana*, têm grande potencial produtivo no Brasil. O estudo do cultivo e produção dessas espécies inclui também os métodos de propagação empregados. Entre esses métodos, uma nova possibilidade é a utilização da técnica de enxertia, visando a multiplicação da espécie desejada e o aproveitamento dos benefícios do porta-enxerto. Objetivou-se com o trabalho avaliar as características fitotécnicas e anatômicas da enxertia intergenérica de *Physalis* spp em solanáceas. A pesquisa foi dividida em dois experimentos, onde no primeiro avaliou-se a brotação de cinco espécies de *Physalis* spp. enxertadas em um porta-enxerto de tomate ‘Santa Clara I-5300’. Já no segundo experimento foi avaliada a compatibilidade de *P. peruviana* enxertadas em tomate italiano, berinjela e jiló. O delineamento experimental adotado, para ambos os experimentos, foi o de blocos casualizados, contendo quatro blocos e trinta mudas por parcela. Os resultados mostraram que as espécies mais indicadas para a enxertia sobre o porta-enxerto tomate (*Solanum lycopersicum*) ‘Santa Clara I-5300’ são *Physalis pubescens*, *P. angulata* e *P. peruviana*. Para a enxertia de *Physalis peruviana* sobre outras solanáceas, os porta-enxertos mais indicados foram o jiló e a berinjela, com maior porcentagem de brotação.

Palavras-chave: *Physalis peruviana*. Enxertia. Anatomia de plantas.

ABSTRACT

The species of the genus *Physalis*, mainly the species *P. peruviana*, have great productive potential in Brazil. The study of the cultivation and production of these species also includes the propagation methods used. Among these methods, a new possibility is the use of the grafting technique, aiming at the multiplication of the desired species and taking advantage of the benefits of the rootstock. The objective of this work was to evaluate the phytotechnical and anatomical characteristics of the intergeneric grafting of *Physalis* spp in solanaceous. The research was divided into two experiments, where the first one evaluated the sprouting of five species of *Physalis* spp. grafted onto a 'Santa Clara I-5300' tomato rootstock. In the second experiment, the compatibility of *P. peruviana* grafted onto Italian tomatoes, eggplant and jilo was evaluated. The experimental design adopted for both experiments was randomized blocks, containing four blocks and thirty seedlings per parcel. The results showed that the most suitable species for grafting on the tomato (*Solanum lycopersicum*) rootstock 'Santa Clara I-5300' are *Physalis pubescens*, *P. angulata* and *P. peruviana*. For the grafting of *Physalis peruviana* on other solanaceous, the most indicated rootstocks were jilo and eggplant, with the highest percentage of sprouting.

Keywords: *Physalis peruviana*. Grafting. Plant anatomy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Enxertia de garfagem por fenda cheia. Lavras, MG, 2021.	32
Figura 2. Muda enxertada com clipe do tipo borboleta na região de enxertia. Lavras, MG, 2021.	32
Figura 3. Secções transversais da região da enxertia, A, B e C = Tomate ‘Santa Clara I-5300’/ Tomate ‘Santa Clara I-5300’ (controle), D, E e F = <i>Physalis peruviana</i> / Tomate ‘Santa Clara I-5300’, G, H e I = <i>Physalis angulata</i> / Tomate ‘Santa Clara I-5300’, J, K e L = <i>Physalis pubescens</i> / Tomate ‘Santa Clara I-5300’. Barra = 100µm. Lavras, MG, 2021.....	38
Figura 4. Secções longitudinais da região da enxertia, A, B e C = Tomate ‘Santa Clara I-5300’/ Tomate ‘Santa Clara I-5300’ (controle), D, E e F = <i>Physalis peruviana</i> / Tomate ‘Santa Clara I-5300’, G, H e I = <i>Physalis angulata</i> / Tomate ‘Santa Clara I-5300’, J, K e L = <i>Physalis pubescens</i> / Tomate ‘Santa Clara I-5300’. Barra = 100µm. Lavras, MG, 2021.	39
Figura 5. Secções transversais da região da enxertia, A, B e C = <i>Physalis peruviana</i> / <i>Physalis peruviana</i> (controle), D, E e F = <i>Physalis peruviana</i> / Berinjela, G, H e I = <i>Physalis peruviana</i> / Jiló. Barra = 100µm. Lavras, MG, 2021.	46
Figura 6. Secções longitudinais da região da enxertia, A, B e C = <i>Physalis peruviana</i> / <i>Physalis peruviana</i> (controle), D, E e F = <i>Physalis peruviana</i> / Berinjela, G, H e I = <i>Physalis peruviana</i> / Jiló. Barra = 100µm. Lavras, MG, 2021.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Porcentagem de brotação 25 dias após a realização da enxertia de <i>Physalis angulata</i> , <i>P. ixocarpa</i> , <i>P. minima</i> , <i>P. peruviana</i> e <i>P. pubescens</i> em Tomate ‘Santa Clara I-5300’ por garfagem em fenda cheia. Lavras, MG, 2020.....	35
Tabela 2 - Porcentagem de brotação, diâmetro, em milímetros, acima da enxertia, na região da enxertia e abaixo da enxertia e altura, em centímetros, aos 10, 15, 20 e 25 dias após a realização da enxertia de <i>physalis peruviana</i> em beringela, jiló, tomate italiano e physlias por garfagem em fenda cheia. Lavras, MG, 2021.....	41
Tabela 3 - Massa seca, em gramas, da raiz e parte aérea 25 dias após a realização da enxertia de <i>Physalis peruviana</i> em berinjela, jiló, tomate italiano e <i>P. peruviana</i> (controle) por garfagem em fenda cheia. Lavras, MG, 2021.....	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 <i>Solanaceae</i>	12
2.1.1 Gênero <i>Solanum</i>.....	14
2.1.1.1 <i>Solanum lycopersicum</i>	14
2.1.1.2 <i>Solanum aethiopicum</i>	16
2.1.1.3 <i>Solanum melongena</i>	17
2.1.2 Gênero <i>Physalis</i>.....	18
2.1.2.1 <i>Physalis peruviana</i>.....	20
2.1.2.2 <i>Physalis angulata</i>.....	21
2.1.2.3. <i>Physalis pubescens</i>	22
2.1.2.4 <i>Physalis ixocarpa</i>	23
2.1.2.5. <i>Physalis minima</i>.....	24
2.2 Enxertia	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 Enxertias.....	31
3.2 Análises fitotécnicas.....	33
3.3 Anatomia vegetal	33
3.4 Análise estatística.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1 INTRODUÇÃO

O consumo de frutas fornece diversos benefícios à saúde, entre eles, a prevenção de doenças, pois favorece o suprimento de fibras, vitaminas, micronutrientes e outros compostos bioativos. De acordo com a Organização das Nações Unidas, cada adulto deveria consumir ao menos 400 gramas de frutas ou vegetais por dia. A grande importância da fruticultura coloca o Brasil em destaque, como produtor e exportador de frutas. O país está entre os maiores produtores, ficando atrás somente da China e da Índia. Esse setor é responsável por empregar cerca de 5 milhões de pessoas, representando 16% da mão de obra do agronegócio brasileiro.

A maior parte da produção brasileira de frutas, cerca de 30 milhões de toneladas, corresponde ao cultivo de laranja, banana e melancia. As frutas de clima temperado ainda representam uma pequena porcentagem de produção e área cultivada. Contudo, são responsáveis por 37% do valor total das exportações, o que permite manter a balança comercial positiva, com mais exportações do que importações (FACHINELLO et al., 2011). A fruticultura temperada é um setor em expansão no país, o qual inclui o cultivo de pequenas frutas. Entre elas, pode-se citar o morango, a framboesa, a amora-preta, o mirtilo e a fisális.

As espécies do gênero *Physalis* pertencem à Família Solanaceae, produzem frutos pequenos e doces revestidos por um cálice concrecido, característica que permite identificá-las facilmente (RAMADAN, 2011). Em cada localidade o fruto recebe diferentes nomes como goldenberry, gooseberry, uvilla, uchuva e fisális, sendo este último o que mais se assemelha ao nome científico, causando assim menor confusão na identificação da espécie. As plantas são herbáceas, podem ser cultivadas como anuais ou perenes e segundo Muniz et al (2014) podem atingir até dois metros de altura quando utilizado um sistema de tutoramento adequado.

Physalis peruviana é a espécie mais comumente utilizada comercialmente, produz frutos de tamanho médio, de coloração amarela, é nativa dos Andes, cultivada principalmente na Colômbia. Já as espécies *Physalis pubescens* e *Physalis angulata*, são nativas do Brasil, *P. pubescens* tem frutos de tamanho médio, coloração amarela mais intensa, é chamado de “camapú” e pode ser encontrada na Amazônia, enquanto *P. angulata* apresenta frutos de tamanho mediano, coloração amarela e tem origem nas regiões Norte e Nordeste. *Physalis minima* apresenta frutos de tamanho menor e tem importância como uso medicinal, sendo tradicionalmente utilizada na Índia. *Physalis ixocarpa*, espécie também conhecida como tomatillo ou tomate verde, é usada para preparos de pratos típicos da culinária mexicana e da América Central (CURI et al., 2018).

O uso comercial da fisális teve início na Colômbia em 1985, vendida nos mercados *in natura* e embalada. A fisális apresenta importância em termos de exportação, sendo a segunda fruta mais exportada pela Colômbia para o abastecimento nos continentes americano e europeu (MUNIZ et al., 2014).

No Brasil, o cultivo de fisális iniciou-se em 1999, na Estação Experimental Santa Luzia em São Paulo, onde são realizados até hoje trabalhos científicos. Em seguida, os primeiros agricultores iniciaram o plantio dessas espécies, os quais se estenderam além do Estado de São Paulo, principalmente ao Sul do país, nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (MOURA et al., 2018). Pesquisas realizadas na região Sul do Estado de Minas Gerais demonstram potencial para cultivo, devido às condições climáticas da região, as quais são propícias à produção dessa frutífera, que se adapta a diversos ambientes. Aparecido et al. (2019), ao avaliarem o zoneamento agrícola de risco climático para *P. peruviana* cultivada no sudeste do Brasil obtiveram que a região Sul de Minas Gerais está entre as áreas com condições climáticas mais favoráveis.

Para se produzir mudas de qualidade, explorando o potencial de cultivo no Sul de Minas Gerais e no Brasil, a escolha do melhor método de propagação e o melhoramento dessas técnicas são essenciais. Usualmente essas espécies são propagadas por meio de sementes, contudo diversos fatores podem afetar a qualidade e viabilidade das sementes, além do agravante de promover a variabilidade genética no cultivo, dificultando os tratamentos culturais e a gestão mercadológica. Além de problemas relacionados às sementes, diversas doenças e pragas podem afetar o cultivo de fisális. Entre elas estão as viroses e as doenças de solo, como murchas e podridões. Entre as doenças ocasionadas por fungos, a murcha de *Fusarium* sp. é a mais limitante, atacando o sistema vascular e impedindo a transferência de nutrientes e água. Da mesma forma, outros patógenos que causam podridões como *Sclerotinia* sp. e *Rhizoctonia* sp. podem causar grandes danos às plantações de fisális.

Como forma de evitar e controlar essas doenças, a técnica de enxertia, que é uma forma de propagação assexuada, surge como uma alternativa, utilizando-se muitas vezes de porta-enxertos mais rústicos e resistentes a patógenos de solo e aumentando a tolerância a estresses abióticos. De acordo com Lee et al. (2010), a enxertia é amplamente empregada na horticultura e na fruticultura para reduzir infecções por patógenos e é cada vez mais uma prática comum para se produzir plantas de qualidade. Os diferentes tipos de enxertia variam conforme o tipo de corte realizado para se unir os tecidos do porta-enxerto com a planta a ser enxertada como cultivar copa. Nesse contexto, o estudo da viabilidade da brotação entre

enxertos e porta enxertos intergenéticos para fisális é essencial para a formação de mudas enxertadas de qualidade.

Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a compatibilidade e a anatomia da enxertia intergenérica de *Physalis* spp. em solanáceas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Solanaceae

A família Solanaceae é um grupo monofilético que compreende aproximadamente 100 gêneros e 2.500 espécies. Entre essas espécies, estão as de maior importância agrícola, como batata, berinjela, pimenta, tabaco, tomate e várias outras culturas que são importantes regionalmente. As espécies pertencentes à essa família ocorrem em todos os continentes, mas sua maior biodiversidade é encontrada no hemisfério ocidental. Em razão da sua vasta ocorrência e de sua grande importância econômica, as solanáceas são motivo de muitos estudos e pesquisas sistemáticas e biológicas (OLMSTEAD et al., 2008).

A maior biodiversidade de indivíduos da família Solanaceae ocorre na América do Sul, o que reforça a teoria de que esta possa ter se originado nessa região (HUNZIKER, 1979). Além de sua enorme importância e representatividade entre as plantas de uso alimentício, existem representantes dessa família que são destinados a diversos outros usos como, por exemplo, na medicina tradicional, na farmacologia e na horticultura ornamental.

No ano de 2019, estima-se que foram produzidas no mundo mais de 600 milhões de toneladas de alimentos provenientes de espécies de solanáceas (FAO, 2021), sendo que esses números são referentes às principais espécies cultivadas, consideradas culturas básicas para a alimentação como batata, tomate, berinjela e pimentão. Esses dados não consideram outras espécies que são importantes na alimentação, mas que são subutilizadas. Ao menos 17 espécies do gênero *Solanum* são subutilizadas (GFU, 2014; SAMUELS, 2015).

Segundo Barboza et al. (2016), a família Solanaceae pode ser descrita como ervas ou arbustos perenes a anuais, raramente são árvores, ocasionalmente ocorrem raízes tuberosas, gemíferas, com tubérculos ou estolões. Podem ser encontradas hastes com espinhos caulinares ou com crescimento heteroblástico. As plantas são glabras, frequentemente tomentosas, apresentando uma diversidade de tipos de tricomas glandulares e não glandulares. As folhas são alternadas, ocorrem aos pares, podendo ser opostas na inflorescência, usualmente são simples, inteiras e raramente pinatífidas ou compostas. As flores são perfeitas, unissexuais em

plantas dioicas, sésseis a pediceladas, podendo ser perfumadas ou não, solitárias ou então, mais comumente ocorrem em panículas. O perianto apresenta cálice actinomórfico, raramente zigomórfico, geralmente persistente, a corola é usualmente actinomórfica ou zigomórfica, tubular, infundibuliforme, e ocasionalmente papilionácea.

O androceu apresenta 4 estames férteis ou 2 estames férteis e 2 estaminódios, ocasionalmente ocorrendo um quinto estaminódio, pode também acontecer a conformação de 2 estames férteis móveis na posição lateral ou dorsal e 3 estaminódios vestigiais ou ocasionalmente sem anteras. O gineceu tem orientação oblíqua (exceto para o gênero *Nicandra*), é geralmente bicarpelado, podendo apresentar até 30 carpelos, o ovário usualmente é bilocular, podendo apresentar até 4 lóculos em decorrência de septos falsos que podem ocorrer de forma superior ou às vezes inferior, glabro, com tricomas ou espinhos. O fruto de Solanaceae é do tipo baga com muitas sementes, podendo também ser do tipo cápsula septícida ou septícida-loculicida e raramente drupa ou esquizocarpo; as sementes podem ocorrer em número de 1 até 5 mil (BARBOZA et al., 2016).

Como ocorre em grandes famílias de angiospermas, a classificação de Solanaceae apresenta vários desafios, pois são muito numerosos os gêneros atribuídos às famílias e diversos os gêneros que são por um momento tratado como pertencentes à família e outrora pertencentes a famílias relacionadas ou então segregados em suas próprias famílias (OLMSTEAD et al., 1999). Nesse contexto, alguns gêneros podem ou não ser considerados sinônimos a depender da conclusão tomada pelos pesquisadores e autores dos trabalhos de classificação. Um exemplo desse caso é o gênero *Physalis*, da tribo *Physaleae*, que ao longo dos anos foram considerados sinonímias em alguns momentos e em outros não. Diversas espécies aceitas tem sinônimos, o que pode dificultar a identificação e a nomenclatura, além das novas espécies que estão sendo incluídas e incorporadas às classificações já existentes. Por isso, atualmente os estudos taxonômicos incluem a construção de sistemas filogenéticos que são baseados em análises de DNA (OLMSTEAD et al., 2008).

No Brasil, a família Solanaceae se destaca pela riqueza em espécies e ocorrência endêmica, principalmente na Mata Atlântica. Das cerca de 470 espécies nativas brasileiras, 322, o que corresponde a 68%, são encontradas na Mata Atlântica, e destas, 197, ou seja, 61% são endêmicas desse bioma (STEHMANN et al. 2015). Do mesmo modo, um padrão semelhante ocorre para o gênero *Solanum* Linnaeus (KNAPP, 2002; STEHMANN et al. 2015).

2.1.1 Gênero *Solanum*

O gênero *Solanum* L. compreende muitos indivíduos, sendo um dos gêneros de angiospermas mais ricos em diversidade, incluindo aproximadamente 1400 espécies, ocorrendo em todo o mundo, por todos os continentes, exceto na Antártida. De acordo com Frodin (2004) esse é o maior gênero de Solanaceae e um dos maiores gêneros de plantas. A princípio, o gênero foi dividido em dois grupos segundo Dunal (1852): “espinhosos” e “não espinhosos”. Com base na presença ou ausência de espinhos no caule e nas folhas. Os *Solanum* “espinhosos” compõem um grupo monofilético, enquanto os “não espinhosos” compreendem um grupo bem mais amplo, em que ocorrem vários grupos monofiléticos distintos. Dentro desses grupos de plantas que não apresentam espinhos, a maior parte corresponde ao “clado da batata”, com mais de 178 espécies, e outra parte ao clado Geminata, que compreende as espécies brasileiras (KNAPP; STEHMANN; GIACOMIN, 2015).

As espécies de *Solanum* podem ser herbáceas anuais, herbáceas perenes, perenes com tubérculos, trepadeiras, semiepífitas, semiaquáticas, subarbustos, arbustos ou árvores. A maior concentração de espécies desse gênero ocorre na América do Sul, contudo elas estão distribuídas em grande parte do mundo (SAMUELS, 2015).

Esse gênero corresponde a mais da metade dos representantes da família Solanaceae, contando com espécies de importância econômica, como *Solanum lycopersicum* Linnaeus (tomate), *S. tuberosum* Linnaeus (batata) e *S. melongena* Linnaeus (berinjela). No Brasil, mais especificamente na Mata Atlântica, são encontradas atualmente 184 espécies de *Solanum* (67% do gênero), das quais 121 (65%) são espécies endêmicas da região (GOUVÊA; STEHMANN, 2016).

2.1.1.1 *Solanum lycopersicum*

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma planta herbácea, cultivada anualmente. O centro de origem da espécie é a região Andina do Peru, mais especificamente o tomate cultivado é originário do México. O nome tomate vem da palavra asteca 'tomatl' que significa ‘fruta gorda’. Inicialmente encontrado na América Central e do Sul, o tomate foi introduzido no continente Europeu no início do século 16, quando foi considerado como uma ‘curiosidade botânica’, tendo seu potencial alimentício prejudicado pela suspeita de ser venenoso em razão da presença de alcaloides em sua composição. No Século 17, somente, a espécie começou a ser utilizada na alimentação na Europa, a partir disso o cultivo aumentou e se espalhou por esse continente (RICK, 1975; RICK, 1976; BAI; LINDHOUT, 2007). A partir do final do

século 18, o tomate foi sendo cada vez mais selecionado e melhorado geneticamente, permitindo seu cultivo em locais tanto de clima temperado quanto tropical (BEBELI; MAZZUCATO, 2008).

O tomate cultivado é a espécie mais conhecida dentro da Seção *Lycopersicum* (Tourn.) Wettst. Esse grupo possui cerca de 13 espécies (GRANDILLO et al., 2011), sendo que as outras 12 espécies restantes são ‘selvagens’, encontradas do Equador Central até o Peru, do norte da Bolívia até o Chile e nas Ilhas Galápagos (SAMUELS, 2015). É possível realizar hibridações do tomate com seus táxons de mesmo gênero da progênie, a depender da espécie, ocorrendo compatibilidade total com espécies próximas a *S. lycopersicum* que se autofecundam e compatibilidade parcial com aquelas espécies que mostram pontes evolutivas entre autocompatibilidade e autoincompatibilidade. A autoincompatibilidade pode ocorrer naturalmente com as espécies que são mais distantes, sendo que um embrião viável pode ser recuperado somente com uma intervenção desse processo *in vitro* (RICK, 1980; BEBELI; MAZZUCATO, 2008).

A planta do tomateiro se desenvolve bem em diversas localidades, atingindo uma ampla escala de latitude, variados tipos de solos, diferentes formas de cultivo e se apresenta razoavelmente tolerante à salinidade. Essa cultura, contudo tem algumas preferências, como ambientes quentes, de boa drenagem e iluminação, fazendo com que se desenvolva melhor e produza mais frutos. Condições adversas extremas de temperatura e iluminação podem afetar a planta, diminuindo o seu potencial (NUEZ, 2001).

No Brasil, o tomate tem grande importância para a agricultura, assim como em todo o mundo, sendo uma das culturas mais difundidas. O ciclo curto e alto rendimento produtivo com bom retorno econômico favorecem o cultivo dessa olerícola, que pode ser consumida *in natura* e é também utilizada no preparo de alimentos industrializados (FERREIRA, 2004).

Bebeli e Mazzucato (2008) destacaram que além da sua importância como cultura hortícola, o tomate é também muito utilizado para estudos fisiológicos e de genética molecular, sendo assim uma espécie escolhida por biólogos e geneticistas como motivo de estudo devido principalmente ao seu fácil cultivo, por ser uma espécie principalmente autógama e que produz muitas sementes por fruto e conseqüentemente por planta. Além de todas essas características, *S. lycopersicum* é passível de diversas manipulações utilizadas na horticultura, como a enxertia.

2.1.1.2 *Solanum aethiopicum*

Solanum aethiopicum L. é uma espécie nativa da África, cultivada em toda a África Tropical, sendo popular em algumas partes desse continente. Essa espécie é amplamente distribuída na África continente e existem diversas cultivares adaptadas a uma ampla gama de ambientes, que vão desde regiões úmidas de locais de clima tropical até regiões quase desérticas (SÁNCHEZ-MATA et al., 2010). Além da África tropical, essa planta é cultivada também no sul da França, na Itália, em muitos outros locais e no Brasil, onde é conhecida pelo nome de jiló (SAMUELS, 2015).

Anteriormente era considerada a espécie *Solanum gilo* para se referir ao ‘jiló’, contudo, atualmente se considera essa espécie pertencente ao grupo das cultivares de *Solanum aethiopicum*. Segundo Lester e Daunay (2003) existem quatro grupos de cultivares que constituem a vasta diversidade desta cultura. O Grupo Gilo apresenta frutos de formato esférico a elipsoide, com tamanho de 2 a 8 centímetros de diâmetro, folhas que não são comestíveis e apresentam pelos. *S. aethiopicum* Grupo Shum tem brotos e folhas glabros e pequenos que são colhidos e utilizados como folhagem, contudo seus frutos, que são de tamanho pequeno, não são utilizados como alimento devido ao seu sabor amargo. As plantas do Grupo Kumba têm como característica folhas glabras e grandes, que podem ser utilizadas na alimentação, assim como seus frutos, os quais são de tamanho grande, de 5 a 10 centímetros de diâmetro, podendo ser colhidos verdes ou maduros, quando apresentam coloração vermelha.

O Grupo Aculeatum é constituído por plantas ornamentais, que possivelmente foram introduzidas na Europa por meio da hibridação entre *S. aethiopicum* Grupo Kumba e *S. anguivi* Lam., que é um ancestral selvagem dos grupos de cultivares. As plantas desse último grupo possuem pelos e espinhos e têm frutos grandes e estriados.

O jiló (*S. aethiopicum*) é uma das espécies que não foram submetidas ao cultivo intensivo e dessa forma pode ser utilizado como recurso genético para o melhoramento da berinjela comum (*S. melongena*). *S. aethiopicum* é resistente a diversas pragas e doenças que afetam a berinjela comum, podendo dessa forma ser uma fonte de melhoria da qualidade dessa cultura. Um exemplo disso é a utilização da resistência a *Fusarium* que *S. aethiopicum* apresenta, a qual pode ser introduzida em *S. melongena* por meio de hibridações, cruzamentos e outros meios de melhoramento genético. O jiló (*S. aethiopicum*) é, portanto uma espécie de interesse a ser utilizado em programas de melhoramento (SÁNCHEZ-MATA et al., 2010).

2.1.1.3 *Solanum melongena*

A berinjela (*Solanum melongena* L.) também chamada de “eggplant”, “berengena”, “aubergine”, e “brinjal”, é uma espécie não tuberosa da família Solanaceae cultivada por todo o mundo, com diversas variedades regionais e muitas cultivares comerciais. A maior diversidade dessa cultura é encontrada no Sul e no Sudeste da Ásia (SAMUELS, 2015). Originária da região da Indochina, as espécies de berinjela se difundiram pelo mundo, onde diversas formas e raças apareceram em diferentes locais por meio de seleção natural e antrópica, formando assim centros secundários de diversidade (PROHENS et al. 2005; BEBELI, MAZZUCATO, 2008).

Os frutos de *S. melongena* são bagas carnudas comestíveis, que são consumidas imaturas. O tamanho dos frutos varia de 4 a 45 centímetros de comprimento e de 3 a 12 centímetros de diâmetro, podendo apresentar coloração verde, branca, rosa ou roxa (SAMUELS, 2012; SAMUELS, 2015). Além do uso na alimentação, em algumas localidades *S. melongena* ainda é utilizada também de forma medicinal, devido ao seu potencial analgésico, anti-inflamatório, antiasmático, anti-glaucoma, efeito hipoglicêmico e de redução de peso (CHINEDU et al., 2011).

As berinjelas cultivadas e seus ancestrais selvagens pertencem ao subgênero *Leptostenomum* (Dunal) Bitter, o qual inclui mais de 450 espécies distribuídas em 22 seções (KANTHARAJAH; GOLEGAONKAR, 2004; VAN ECK; SNYDER, 2006), sendo que *S. melongena* pertence à Seção *Melongena* (Mill.) Dunal. Acredita-se que a berinjela tenha sido domesticada a partir da espécie selvagem *Solanum incanum* L., chamada de tomate amargo, um arbusto espinhoso nativo da África, do Oriente Médio e do Noroeste da Índia. Assim como outras espécies selvagens e solanáceas que apresentam espinhos, os frutos de *S. incanum* são muito amargos para ser ingeridos *in natura*, porém podem ser utilizados para se realizar a coagulação do leite, quando se forma a coalhada, durante a fabricação do queijo (SAMUELS, 2015).

Hibridações interespecíficas entre *S. macrocarpon*, *S. aethiopicum* e *S. melongena* têm mostrado que essas espécies não apresentam muitas características indesejáveis que muitas vezes são encontradas nas espécies selvagens, e que devem ser descartadas nos programas de melhoramento. Dessa forma, *S. melongena*, assim como as outras espécies citadas podem ser utilizadas em programas de melhoramento genético (SÁNCHEZ-MATA et al., 2010). A endogamia de *S. melongena* é considerada relativamente baixa ocorrendo uma média de 6 a 7% somente de polinização cruzada natural nesses casos. Contudo, pesquisas mostram que os

níveis de polinização cruzada podem se aproximar de 70% dependendo dos fatores ambientais e do cultivo (CHOUDHURY, 1995; FRARY et al., 2007).

2.1.2 Gênero *Physalis*

A primeira descrição de *Physalis* spp. foi realizada por Linnaeus em 1753. O gênero apresenta cerca de 100 espécies, sendo algumas de interesse agrônomo. Encontram-se distribuídas por diversos continentes do mundo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, existe registro de oito espécies nativas (SILVA et al., 2017).

As fisális compreendem as espécies do gênero *Physalis*, pertencentes à família Solanaceae, e que podem ser facilmente reconhecidas por possuírem cálices concrecidos que recobrem os frutos e os protegem contra fatores externos, como intempéries e ataque de herbívoros (SILVA et al., 2015). O gênero tem seu nome originado da palavra de origem grega “phisa”, a qual significa bolha ou bexiga, se referindo ao cálice que envolve o fruto (TOMASSINI et al., 2003). As plantas são herbáceas ou arbustivas, com ramificações muito densas, necessitando de um sistema de condução e sustentação, devido ao caule decumbente. Segundo Lima et al. (2009), o talo principal pode ser descrito como piloso e herbáceo, sendo compostos por cerca de 8 a 12 nós, as folhas são aveludadas e triangulares, e as flores são solitárias, pedunculadas, hermafroditas e constituídas de uma corola amarela em forma tubular.

O gênero é originário da Amazônia e dos Andes, com variedades cultivadas na Europa, América e Ásia. Essa frutífera é conhecida como goldenberry em algumas localidades, devido à coloração dos frutos e é comercialmente produzido em diversos países. Atualmente, a produção de fisális tem atingido países tropicais e subtropicais, como o Caribe. A Colômbia é atualmente o maior país produtor (NOVOA et al., 2006). Na Inglaterra e Estados Unidos, essa espécie é conhecida como *cape gooseberry*, *goldenberry*, *andean cherry* ou *ground cherry*, em Portugal, como alquequenje, no Japão como *hosuki*, nos Açores como capucha, no Equador, *uvilla*, e na Colômbia é denominada *uchuva* (MOURA et al., 2018).

No Brasil, a fisális é popular nas regiões norte e nordeste, mas é relativamente recente nas regiões sul e sudeste, podendo ser encontrada em comércios principalmente nos grandes centros de São Paulo e do Rio de Janeiro, contudo, a maior parte dos frutos é importada da Colômbia, pois a produção no Brasil ainda é pequena (RODRIGUES et al., 2009).

Tem sido demonstrado que as frutas intituladas como finas, classificadas como ‘berries’, que incluem as fisális, fornecem benefícios significativos à saúde devido aos seus altos teores de vitaminas, minerais, antioxidantes e fibras. Esses alimentos funcionais formam

um mercado emergente de importância econômica crescente. Os frutos podem ser processados ou congelados, podendo ser armazenados por um longo período. As pesquisas realizadas até o momento indicam potencial interesse da indústria de alimentos para frutos como a *Physalis* (MOURA et al., 2016; CURI et al., 2017).

A propagação sexuada possibilita o aprimoramento dos programas de melhoramento genético, uma vez que o cultivo ainda em início no país é baseado em genótipos utilizados nos diferentes países, onde as condições ambientais específicas a que se adaptam são muitas vezes diferentes das do Brasil. Não existindo dessa forma, variedades comerciais (SILVA et al., 2017). Chagas et al. (2010) afirmaram que para dar suporte aos programas de melhoramento genético, é essencial a caracterização floral, e a viabilidade dos grãos de pólen dos germoplasmas disponíveis, para a escolha de progenitores a serem utilizados em hibridações.

Braga Filho et al. (2014) verificaram que existe significativa variação quanto à caracterização físico-química de frutos, tanto entre plantas, quanto aos diferentes locais de coleta. Por esse motivo, em uma mesma espécie frutífera podem ocorrer variações nos frutos (forma, tamanho, e na constituição química), devido à variação das características das plantas estudadas e os seus locais de ocorrência.

As plantas de fisális apresentam um potencial medicinal amplamente utilizado na medicina popular como anticâncer, antibacteriana, antitérmica e também para o tratamento de malária, asma, hepatite, dermatite, reumatismo, entre outros usos (WU et al., 2005). O estudo das características químicas, agrônomicas e morfológicas das espécies de fisális possibilita maior conhecimento, viabilizando sua reprodução, priorizando rendimento e qualidade de fruto (FISHER et al., 2005).

O cultivo das espécies de *Physalis* spp., cada uma com suas peculiaridades, possuem grande potencial comercial. Para que a produção no Brasil atinja níveis cada vez maiores deve-se atentar às datas mais adequadas ao plantio e à colheita. Segundo Antunes et al. (2008), o conhecimento das fases fenológicas permite o escalonamento da produção, proporcionando um aumento no período de oferta dos frutos ao mercado e a adaptação da cultura às tecnologias disponíveis.

A fenologia é determinada por meio de fases que delimitam o surgimento ou desaparecimento dos órgãos vegetativos e reprodutivos, assim como a emergência do primeiro cotilédone, o aparecimento de brotos, flores e frutos. A determinação da fenologia das espécies é realizada por observações dos estágios de desenvolvimento que são visíveis nas plantas, como, a germinação, a brotação das gemas, o surgimento de folhas e a floração. A organização de datas para cada evento possibilita que sejam coletadas informações

importantes a respeito da duração média das diferentes fases das espécies em um determinado local de plantio, permitindo demarcar as diferenças nas datas de início de cada fase influenciadas pelo clima (LARCHER, 2000). Esses dados possibilitam a melhor utilização das espécies já cultivadas e a domesticação de variedades silvestres, permitindo o maior aproveitamento comercial por pequenos agricultores e agricultura familiar.

2.1.2.1 *Physalis peruviana*

A espécie mais comumente cultivada é a *Physalis peruviana*. Rodrigues et al. (2014) descrevem essa espécie como muito difundida no mercado internacional, devido ao sabor e suas características medicinais, tornando-a a principal e mais atrativa para comercialização. Segundo Castañeda (1961) as plantas de *P. peruviana* apresentam cerca de 1 metro de altura, são de porte herbáceo, se desenvolvem melhor em ambientes sombreados ou de meia luz, possuem caule piloso e as flores são amarelas com uma mancha roxa nas pétalas. Os frutos apresentam formato arredondado, levemente oval, medindo aproximadamente 2 cm de diâmetro, de coloração amarela-alaranjada quando atingem a fase de maturação e grande número de sementes.

Segundo Lagos et al. (2005), em trabalho realizado na Colômbia, as flores de *Physalis peruviana* apresentam localização axilar a partir do segundo ramo, com uma flor por nó. As estruturas anatômicas reprodutivas se diferenciam durante os primeiros 10 dias de desenvolvimento e os grãos de pólen tem um arranjo tetradal, com placentação axial, biloculada e bilobada. A antese ocorre mais comumente entre as 7 horas e 10 horas e 30 minutos da manhã, aos 37 dias de desenvolvimento, ocorrendo o fechamento da flor no período da tarde. No Brasil, segundo Rodrigues (2018), a fase reprodutiva, que inclui o florescimento e a frutificação, ocorre de 30 a 154 dias após o transplante de mudas e a colheita dos frutos a partir de 71 dias, podendo se estender até 161 dias.

Os frutos produzidos no Brasil apresentam peso médio de 2,84 gramas, diâmetro transversal de 16,89 milímetros e diâmetro longitudinal de 18,17 milímetros, sendo encontrados cerca de 135 sementes por fruto (RODRIGUES, 2011). A produtividade e a densidade de plantas por hectare pode variar conforme o espaçamento de plantio, tutoramento, local de plantio, topografia, umidade e tratamentos culturais utilizados ((MOURA et al., 2016; SILVA et al., 2013; RUFATO et al., 2008). A produtividade média na Colômbia fica em torno de 14 a 20 toneladas ha⁻¹ quando a plantação é conduzida em condições ideais (Corporacion Colombia Internacional - CCI, 2002). No Brasil, no Estado do Rio Grande do Sul, o valor médio de produção de *Physalis peruviana* em estudos realizados no ano de 2009,

por Lima e colaboradores, foi de 8,54 toneladas ha^{-1} , variando conforme o sistema de tutoramento e outros fatores, como a época de transplante e o trato cultural. Já no Estado de Minas Gerais, em trabalho realizado na Universidade Federal de Lavras, Silva (2014) alcançou produtividade estimada de 955 $kg.ha^{-1}$. Em experimento realizado no Campo Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais em Maria da Fé, foi atingida produção média por planta de 621 gramas, resultando em produtividade estimada de 1,8 toneladas ha^{-1} . O baixo valor encontrado, provavelmente deve-se ao espaçamento utilizado no cultivo e ao conhecimento prático em relação à cultura que ainda se encontrava em início no país. De acordo com o trabalho de Moura et al. (2016), a produtividade estimada em Minas Gerais, no espaçamento de 3,0 x 05 m, foi de 10,91 toneladas por hectare.

O cultivo no sul de Minas Gerais é promissor, mostrando resultados positivos, podendo ser comparado até mesmo às tradicionais regiões produtoras de fisalis (SILVA et al., 2013).

2.1.2.2 *Physalis angulata*

A *Physalis angulata* se distribui por todo o continente americano, onde ocorre espontaneamente em terrenos baldios, sendo muitas vezes classificada como planta daninha (SILVA; AGRA, 2005). É conhecida popularmente como camapu, bucho-de-rã, balãozinho, entre outras denominações. As folhas podem ser usadas para fins medicinais no tratamento de reumatismo, problemas renais, do fígado, da bexiga e outras enfermidades. A planta é herbácea, apresenta reprodução autógama, pode atingir até 70 centímetros de altura e possui ciclo anual (LORENZI; MATOS, 2008). Segundo Chaves (2017) mostrou, ao realizar cruzamentos, que essa espécie é autocompatível, com uma relação pólen óvulo autógama facultativa. A abertura floral ocorre das 06 horas até as 14 horas, quando se inicia o fechamento das flores, sendo que em casa de vegetação esse horário pode ser estendido até as 17 horas.

Essa espécie é similar à *P. peruviana*, o que foi comprovado pelo estudo da caracterização cromossômica dessas espécies. Ambas são poliploides com conformação tetraploide, apresentando $2n = 48$ cromossomos. Os números de cromossomos em comum nessas duas espécies são de 44, 46 e 48 cromossomos, sendo que *P. angulata* apresenta forma cromossômica do tipo submetacêntrico de modo mais predominante, com formulação cariotípica de 18SM+4ST+2M (ARAÚJO et al., 2015). A similaridade dessa espécie com a espécie utilizada mais comumente para o cultivo comercial, *P. peruviana*, não somente

morfologicamente, como também em sua caracterização cromossômica, possibilita o uso da *P. angulata*, que é encontrada de forma nativa no Brasil, como espécie cultivada para fins comerciais.

Segundo Martínez, Ponce e Tavares (2008), o cultivo da espécie silvestre *P. angulata*, já acontece no México, no Estado de Jalisco, que tem tradição como região produtora de tomate. Nessa localidade, *P. angulata* é produzida em monocultura em parcelas pequenas, que não passam de 1 hectare. O rendimento em produtividade também é menor, cerca de metade ou até mesmo um terço se comparada a *P. ixocarpa*, que é o ‘tomatillo’ comumente comercializado, contudo, o preço de venda é superior. O cultivo de *P. angulata* se mostra como uma forma de incrementar o cultivo e a produção, se tornando um recurso genético de grande importância para os agricultores tradicionais da região.

Oliveira et al. (2011) estudaram as características físicas e químicas dos frutos de *P. angulata* produzidos no Brasil, no Estado do Pará, mostrando que essa variedade apresenta teores significativos de vitamina C e atividade antioxidante mediana. O peso médio de frutos relatado nesse trabalho foi de 4,33 gramas, com comprimento e largura médios de 2,17 centímetros e 1,86 centímetros, respectivamente. Já segundo Bolzan (2013), em trabalho realizado no Estado do Paraná, mostrou que frutos produzidos nessa região do país atingem tamanho pequeno, apresentam polpa macia e elevada quantidade de açúcares, com considerável teor de vitamina C e atividade antioxidante. As médias atingidas foram de 2,16 gramas por fruto, com diâmetro de 1,06 centímetros e 175 sementes por fruto (CURI et al., 2018)

2.1.2.3. *Physalis pubescens*

Assim como *P. angulata*, a *Physalis pubescens* tem como característica o caule anguloso, anteras levemente azuladas e estigma capitado. *P. pubescens* pode ser identificada pelo seu tegumento, o qual pode apresentar tricomas simples e glandulares de comprimento variado. Contudo, a coloração azul das anteras muitas vezes não é visualizada, pois se altera significativamente quando o material é herborizado (SOARES et al., 2009).

Ao comparar as espécies *P. angulata* e *P. pubescens*, ambas apresentam valores semelhantes de massa, diâmetro e comprimento. Silva et al. (2013) constatou, no Estado da Paraíba, para frutos em estágio de maturação com coloração predominantemente amarela, para a espécie *P. pubescens*, o valor médio de massa fresca de 2,28 gramas, comprimento médio de 15,72 milímetros e diâmetro médio de 15,04 milímetros. Os frutos apresentaram

características satisfatórias, nas localidades estudadas, que propiciam o consumo, favorecendo a potencial domesticação da espécie.

Vários trabalhos demonstram o potencial medicinal de *P. pubescens*. Compostos isolados dos frutos mostraram efeitos inibidores do crescimento de células de carcinoma no aparelho renal de humanos, podendo *P. pubescens* ser um potencial tratamento para câncer no futuro, com a realização de testes *in vivo* e de características farmacológicas (CHEN et al., 2016; WANG et al., 2020). A capacidade anti-inflamatória dessa espécie devido aos seus componentes possibilita estudos de potenciais tratamentos para diversas doenças (WANG et al., 2020). A atividade antioxidante é outro agente promissor para tratamentos, podendo ser utilizada com efeito inibitório para diabetes atuando na resistência de células beta do pâncreas e na produção de insulina nos radicais livres que causam a diabetes, ao se utilizar o suco extraído dos frutos de *P. pubescens*, o que foi observado em estudo realizado com ratos (HASSAN; GHONEIM, 2013).

2.1.2.4 *Physalis ixocarpa*

Essa espécie pode ser denominada como tomate de cáscara, tomate verde ou tomatillo, espécie que tem como característica, frutos esféricos verdes ou verdes arroxeados (RUFATO et al., 2013). Esses frutos, ao atingirem a maturação, possuem coloração desde amarela, verde, até roxa. A planta é herbácea, anual e apresenta grande potencial econômico. É tradicionalmente utilizada na culinária de alguns países da América do Sul e no México. Esta espécie está entre as hortícolas mais cultivadas no México (GONZÁLEZ et al., 2010). Segundo González-Pérez e Guerrero-Beltrán, (2021) *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hormen tem como origem escavações arqueológicas advindas do Vale de Tehuacan, no México, o que permite supor que os nativos incorporaram à sua dieta esses ‘tomatillos’ desde 900 anos A.C. Sendo assim, as culturas Maia e Asteca foram responsáveis por domesticar essa variedade.

Physalis ixocarpa Brot. ex Hormen é considerada uma subespécie de *Physalis philadelphica* Lam. Essas duas espécies tem características em comum, contudo algumas diferenças distinguem uma espécie da outra, além de evidências de estudos citológicos e técnicas genéticas. Alguns autores diferenciam essas espécies por meio de suas características, segundo Waterfall (1967) há diferenças significativas entre os tamanhos das corolas, *P. ixocarpa* é menor do que *P. philadelphica*. O pedúnculo de *P. ixocarpa* é menor do que o de *P. philadelphica* (PRETZ; DEANNA, 2020), entre outras características permitem concluir que as espécies descritas são distintas (GONZÁLEZ-PÉREZ; GUERRERO-BELTRÁN, 2021).

Segundo Silva (2016) o surgimento de botões florais em *P. ixocarpa* ocorre 39 dias após a sementeira em plantas que ficam em pleno sol e 53 dias após a sementeira em plantas cultivadas em ambiente sombreado. Da fase de botões florais para flores abertas, o intervalo médio é inferior a 14 dias e a frutificação, para plantas de pleno sol ocorre aos 109 dias para plantas de pleno sol e 81 dias em ambiente sombreado. Se comparada a outras espécies de *Physalis* spp., *P. ixocarpa* apresenta uma produção inferior de pólen por planta (SILVA et al., 2017), o que pode ser determinado pelo tamanho do grão de pólen, juntamente com as condições do local de plantio e a adaptação da espécie à altitude e às condições climáticas (KHANDURI, 2011) sendo que *P. ixocarpa* tem como seu centro de origem a América do Norte e América Central.

Os frutos de *P. ixocarpa* se diferenciam drasticamente dos frutos de *P. pubescens*, *P. peruviana* e *P. angulata*, pois além de sua coloração diferenciada, que pode variar de verde a tons arroxeados, com a sua maturação, quando o fruto atinge o seu tamanho máximo, o cálice concrecido se rompe. González-Pérez e Guerrero-Beltrán (2021) relataram o tamanho médio do fruto variando de 27,42 a 54, 57 milímetros de diâmetro equatorial e 25 a 44,32 milímetros de diâmetro polar. A massa média em gramas varia de 13,13 a 60,6 conforme a variedade, sua origem e local de produção. Em estudos realizados no Brasil (BARROSO et al., 2017), os frutos atingiram massa média de 38,3 gramas, diâmetro equatorial médio de 44 milímetros e polar de 35,9 milímetros.

2.1.2.5. *Physalis minima*

As plantas de *Physalis minima* possuem como característica o hábito de crescimento prostrado ou rasteiro. De acordo com Chothani e Vaghasiy (2012), *P. minima* é comumente conhecida como ground cherry, tem propriedades anticancerígenas, analgésicas, antidiabéticas e anti-inflamatórias, possuindo amplo uso medicinal. Caracterizada como anual, pode atingir de 0,5 a 1,5 metros de altura, apresentando folhas e tronco delicados e levemente arroxeados. As folhas são pecioladas, com pecíolos medindo em média 4,1 cm de comprimento, pubescentes, acuminadas, com venação palmada reticulada e margens onduladas, possuindo estípulas. O tamanho médio das folhas é de 9,7 centímetros de comprimento e 8,1 centímetros de largura, elas apresentam coloração verde escura na superfície adaxial e tonalidade verde clara na superfície abaxial.

As flores de *P. minima* são pediceladas, monóicas, completas e solitárias, são pequenas medindo de 1,2 q 1,4 centímetros, apresentam corola gamopétala, com coloração

amarela nas pétalas e preta no centro, o cálice é gamossépalo e persistente (CHOTANI; VAGHASIYA, 2012) como ocorre em outras espécies de *Physalis* spp.

O florescimento de *P. minima* ocorre no verão, os frutos são do tipo baga, quando maduros ficam completamente amarelos e apresentam cálice concrecido e persistente (CHOTANI; VAGHASIYA, 2012). Assim como *Physalis ixocarpa*, *P. minima* apresenta quantidade reduzida de grãos de pólen nas anteras, podendo a germinação ser facilitada com o uso de pulverizações com fertilizantes à base de cálcio (SILVA et al., 2017).

Tanto *P. ixocarpa* quanto *P. minima* não são encontradas de forma nativa no Brasil, podendo assim dificultar o desenvolvimento das plantas e podendo ocorrer alterações em seus estádios fenológicos. *P. minima* é uma espécie encontrada na Índia, no Afeganistão, na África, em Singapura, na Malásia, no Paquistão e na Austrália. Nessas localidades é usada como uma importante planta medicinal de tradicional uso na medicina indiana (CHOTANI; VAGHASIYA, 2012).

São poucos os trabalhos sobre a produtividade, massa e tamanhos de frutos de *Physalis minima*, devido ao seu baixo potencial comercial. Silva (2014) em trabalho realizado no Sul do Estado de Minas Gerais em cultivo sob malhas fotoconversoras, produziu frutos de *P. minima* com diâmetro longitudinal médio de 12,82 a 13,80 milímetros e diâmetro transversal médio de 12,46 a 13,59 milímetros. A massa do fruto sem cálice variou de 1,27 a 1,57 gramas em média. Dessa forma, *P. minima* apresenta as menores dimensões e menor massa se comparado a *P. pubescens*, *P. peruviana*, *P. angulata* e *P. ixocarpa*. Apesar do tamanho reduzido do fruto, *P. minima* produz um grande número de frutos por planta, em média 159 frutos, quando cultivado em pleno sol.

2.2 Enxertia

O sucesso do cultivo e da produção de frutas e hortaliças está diretamente ligado aos métodos de propagação utilizados. Segundo Mudge et al. (2009), desde a origem das culturas, a domesticação das espécies está intimamente relacionada à uma série de inovações da propagação de plantas. Melo (2016), descreveu que a maior parte das fruteiras cultivadas produzem sementes viáveis, contudo muitas vezes a propagação através da reprodução sexuada pode propiciar desuniformidade e um período longo de juvenilidade às plantas. Nesse contexto, a propagação vegetativa, uma forma de propagação assexuada, se torna uma alternativa viável para a formação de mudas em muitas espécies.

A propagação de árvores frutíferas só se tornou possível devido ao domínio da técnica de clonagem por meio da propagação assexuada. Inicialmente foi realizada a clonagem de

indivíduos geneticamente superiores de espécies que se enraízam facilmente por meio de estacas ou são propagadas por ramificações. A adoção dessas técnicas permitiu a domesticação de culturas como uva, figo, romã e oliveira (ZOHARY; SPIEGEL-ROY, 1975; MUDGE et al., 2009).

A propagação vegetativa apresenta como vantagens a uniformidade, a manutenção das características genéticas advindas das plantas matrizes, porte reduzido e precocidade de produção, pois possibilita que o crescimento da muda seja mais rápido, interrompendo a fase de juvenilidade (HARTMANN et al., 2010). O enxerto pode prevenir ou minimizar o período de juvenilidade, onde propágulos de plantas adultas enxertadas em porta-enxertos juvenis mantem o seu porte de planta adulta e sua capacidade de produzir frutos (PETRI et al., 2019). Entre as técnicas de propagação assexuada vegetativa citam-se alporquia, estaquia e enxertia.

A técnica de enxertia pode ser definida como a arte de unir duas partes de uma planta, sendo essas chamadas de enxerto e porta-enxerto, através da regeneração dos tecidos, resultando em uma combinação das partes constituintes, possibilitando a união física entre essas partes e o seu crescimento como uma única planta (PINA; ERREA, 2005; MAURYA et al., 2019). A enxertia envolve a inserção de um enxerto previamente cortado em uma abertura realizada em outra planta (porta-enxerto), fazendo o enxerto crescer nesse sistema radicular do porta-enxerto. O termo enxerto refere-se a uma parte retirada de uma planta doadora, como por exemplo, uma estaca ou parte de uma muda, a qual vai crescer na parte superior da planta enxertada. Já o termo porta-enxerto diz respeito à planta que recebe o enxerto e se funde a ele, funcionando como o sistema radicular do enxerto. De forma mais simplificada, a enxertia consiste de uma única união entre um enxerto e um porta-enxerto (MUDGE et al. 2009). Para tal, a enxertia pode ser feita com diferentes indivíduos, podendo ser cultivares da mesma espécie, diferentes espécies do mesmo gênero ou até mesmo de diferentes gêneros.

Na fruticultura de forma geral, a enxertia é um método praticado há milhares de anos, já utilizado há muito tempo, sendo assim é uma técnica centenária (KUMAR et al., 2018). A enxertia é realizada há muitos séculos em plantas perenes, não somente em árvores frutíferas como também em espécies florestais e em ornamentais (GOLDSCHMIDT, 2014).

Assim como em fruteiras, a enxertia começou a ser utilizada na olericultura, no cultivo de hortaliças, para o controle de doenças. Essa técnica teve início no século 20, por volta do ano de 1914, no Japão, sendo realizada para se evitar o ataque de *Fusarium oxysporum* em melancia (*Citrullus lanatus* L.). Logo, esta estratégia foi também adotada em outros vegetais como melão, pepino, tomate e berinjela para o controle da murcha de *Fusarium*, nematóides,

e murcha bacteriana causada pelo patógeno *Rasltonia solanacearum* (ODA, 2008; BELMONTE-UREÑA et al., 2020).

Apesar de serem incluídas no grupo das pequenas frutas, as espécies cultivadas do gênero *Physalis* se assemelham ao tomate em relação ao cultivo, aos tratos culturais e, além disso, são da mesma família botânica. Por isso a grande proximidade de *Physalis* spp. com a olericultura.

No Brasil, os primeiros relatos da utilização de enxertia na olericultura, datam do século 20, quando imigrantes japoneses iniciaram a prática com a jurubeba (*Solanum toxicarium*, sin. *S. stramonifolium*), espécie nativa da região norte do Brasil, como porta-enxerto de tomate, com o intuito de controlar a murcha bacteriana (GALLI, 1980).

Além de reduzir a infecção por patógenos (BILES et al., 1989; PADGETT; MORRISON, 1990), a enxertia em olerícolas é utilizada atualmente para aumentar o vigor (RIVERO et al., 2003), aumentar a resistência a fatores abióticos como a seca (WHITE; CASTILLO, 1989; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ et al. 2013), salinidade (PENELLA et al. 2015), e até mesmo metais pesados (SAVVAS et al. 2010). Outras vantagens do uso dessa técnica é o aumento da absorção de nutrientes (RUIZ-SIFRE et al., 1997) e conseqüentemente o aumento da qualidade dos frutos e da produtividade.

Hoje em dia, são muitas as pesquisas sobre enxertia, devido aos benefícios que podem ser atingidos no controle das doenças, na produtividade e na qualidade dos frutos. Por isso, a técnica vem sendo implementada cada vez mais no Brasil, contudo em pequena escala, ainda não existindo relatos com dados estatísticos sobre a utilização no setor comercial. As principais culturas enxertadas são pepino, melão, melancia, pimentão, tomate e outras solanáceas (VILELA, 2016).

A enxertia em solanáceas, como o tomate, berinjela e pimentão é uma técnica passível de ser realizada nas produções de mudas. Essas espécies estão aptas a tal prática, devido principalmente a sua capacidade regenerativa. Atualmente a maior parte dos tomates produzidos em cultivo protegido, como por exemplo, em estufas, são enxertados. A berinjela também segue essa tendência, já o pimentão tem sua enxertia menos difundida, pois apresenta limitações quanto à compatibilidade com outras espécies de solanáceas. Nesse contexto, entre os maiores desafios para a produção de mudas enxertadas de espécies da família Solanaceae, estão a resistência a uma ampla gama de doenças, alta compatibilidade e o bom vigor radicular dos porta-enxertos, buscando assim o método mais adequado de enxertia para cada cultivar (GAION et al., 2018).

Para o tomateiro, uma das olerícolas mais cultivadas, os porta-enxertos mais indicados são o próprio tomateiro ou outras espécies resistentes do gênero *Solanum*. Entre elas, as mais conhecidas são as jurubebas (*Solanum paniculatum*), o jiló (*Solanum aethyopicum* L.) e a berinjela (*Solanum melongena* L.) (GOTO et al., 2003). Contudo, no caso da enxertia de tomate usando o próprio tomateiro como porta-enxerto, o controle da murcha bacteriana não se faz muito eficaz, pois os porta-enxertos disponíveis atualmente no mercado de híbridos de tomate apresentam uma resistência incompleta, não fornecendo um controle total devido á variabilidade de sua eficácia de acordo com o patógeno encontrado na área cultivada e até mesmo variando conforme as condições ambientais, que podem ser muito favoráveis à doença quando ocorre alta umidade e alta temperatura aliado a grande fonte inóculo, formando uma alta população bacteriana (LOPES; MENDONÇA, 2014).

Uma alternativa de porta-enxerto para as solanáceas, além das espécies cultivadas, é a utilização de espécies selvagens, as quais são cada vez mais motivo de estudo, devido à sua resistência a doenças, principalmente as causadas por vírus. Segundo Lopes e Mendonça (2014) a combinação de jurubeba com tomateiro resulta em proteção mais eficaz e mais estável contra a murcha bacteriana, graças a alguns genótipos dessa espécie que apresentam imunidade a *Ralstonia solanacearum*. No caso das doenças causadas por vírus, acessos de espécies selvagens podem servir como fonte de melhoramento genético para as espécies comerciais, utilizando-se porta-enxertos como uma alternativa viável em curto prazo. Como exemplos citam-se espécies selvagens de jiló que apresentam resistência ao tabaco mosaic vírus (TMV), ao tomato mosaic vírus (ToMV) e ao pepper mild motel vírus (PMMV). Acessos de pimentão também mostraram resistência a viroses, como pepper leaf curl vírus (PepLCV), e a jurubeba mostrou-se resistente ao vírus do encrespamento severo do tomateiro (ToSRV), diminuindo consideravelmente a oviposição da mosca branca (TZORTZAKAKIS et al., 2006; KUMAR et al., 2006; MICHEREFF-FILHO et al., 2012).

A utilização desses acessos de espécies selvagens pode ser uma boa alternativa em curto prazo, porém é preciso que se realizem estudos prévios para avaliar a compatibilidade com as cultivares comerciais, verificando se não há desvantagens decorrentes do processo de enxertia, como influências negativas na qualidade dos frutos e na produtividade (VILELA, 2016). A avaliação da compatibilidade entre os enxertos e os porta-enxertos é uma importante etapa para se chegar a um resultado satisfatório na formação de mudas enxertadas. Segundo Peil (2003), a compatibilidade é dependente de diversos fatores, entre eles morfologia, anatomia e a afinidade histológica entre as plantas, desse modo, o sucesso da enxertia está

diretamente ligado aos feixes vasculares, como estão distribuídos e sua união entre as duas plantas que devem formar uma única muda.

De acordo com Belmonte-Ureña et al. (2020), a compatibilidade pode ser definida como a capacidade de duas plantas se unirem e se desenvolverem de forma adequada como uma planta composta. De forma geral, a compatibilidade está associada com a afinidade taxonômica, contudo podem ocorrer exceções. A diferença entre o enxerto compatível e o incompatível ainda não está bem esclarecida, pois inclui não somente espécies que têm relação próxima e na maior parte das vezes se unem facilmente, sendo muitas vezes do mesmo gênero, assim como espécies que são totalmente incompatíveis.

Vários autores sugerem que a compatibilidade do enxerto é restrita somente a espécies intimamente relacionadas, as quais são da mesma família. Nessa lógica, a incompatibilidade aumenta com a distância filogenética, originando enxertos interfamiliares mal sucedidos (GOLDSCHMIDT, 2014; MELNYK; MEYEROWITZ, 2015; WANG et al. 2017). Contudo, alguns experimentos chegaram a resultados contraditórios, indo contra esse conceito. Melnyk e Meyerowitz (2015) constataram que duas espécies distantes da família Brassicaceae apresentaram sucesso na enxertia, utilizando enxertos de *Arabidopsis thaliana*, os quais foram enxertados em *Thellungiella salsuginea*.

Flaishman et al. (2008) relataram enxertos entre famílias diferentes, que formaram plantas capazes de produzir flores e sementes, realizando a união de *Arabidopsis thaliana*, pertencente à família Brassicaceae, em porta-enxertos de *Solanum lycopersicon*, da família Solanaceae. Enquanto a incompatibilidade aumenta com a distância genética, podendo indicar algum tipo de rejeição fisiológica. Por outro lado, essa incompatibilidade pode ocorrer até mesmo entre gêneros próximos e da mesma família, sendo assim é um resultado que ocorre de forma bastante imprevisível (GOLDSCHMIDT, 2014). Na família Solanaceae, enxertos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e pimenta (*Capsicum* L.) foram considerados, em alguns trabalhos, altamente incompatíveis, enquanto tomate e berinjela (*Solanum melongena* L.) são classificados como moderadamente incompatíveis, se comparados a enxertos de tomate compatíveis (KAWAGUCHI et al., 2008).

Entre as principais causas de incompatibilidade em Solanaceae estão fatores relacionados à anatomia e a bioquímica das plantas (IVES et al., 2012). Em decorrência da elevada incompatibilidade, a qual acarreta a inibição do crescimento da muda e alta mortalidade, são observadas principalmente em uniões irregulares entre enxertos e porta-enxertos, conexões de xilema muito estreitas, e ocorre a diminuição da atividade das enzimas antioxidantes (KAWAGUCHI et al., 2008). Outro problema na anatomia das plantas

enxertadas, se refere a diferenciação dos tecidos, quando ocorre a falta ou a diminuição do número de feixes vasculares diferenciados. Esses feixes vasculares podem ainda se diferenciar na união do enxerto, contudo podem ocorrer disfunções que ocasionam a inibição do transporte de nutrientes do porta-enxerto para o enxerto (PENELLA et al., 2017). Dessa forma, a caracterização dos processos que envolvem a incompatibilidade não é simples, pois as etapas que envolvem esse processo sofrem com diversas variáveis, podendo ocorrer no início a aparente ligação dos tecidos e com o tempo uma reconexão vascular limitada ou que não é totalmente funcional, causando falhas na união entre o enxerto e o porta-enxerto, juntamente com padrões de crescimento que não são usuais (ERREA et al., 2001; KAWAGUCHI et al., 2008; PENELLA et al., 2017).

A compatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto também depende do tipo de enxertia utilizada. Embora existam muitas maneiras de realizar enxertias, entre as principais é citado encostia ou aproximação, a enxertia por fenda e por perfuração apical, a enxertia por estaca terminal, quando é utilizado um tubo para a fixação do enxerto, entre outras (PEIL, 2003). Para solanáceas, entre as mais indicadas está a enxertia de fenda cheia, também chamada de garfagem de fenda cheia, sendo este o método mais amplamente utilizado em plantações desse grupo de plantas (MAURYA et al., 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Ambos experimentos foram conduzidos no Departamento de Agricultura, pertencente à Escola de Ciências Agrárias de Lavras (ESAL), Universidade Federal de Lavras na cidade de Lavras- MG, entre os meses de novembro de 2020 e fevereiro de 2021.

O município de Lavras - Minas Gerais apresenta uma altitude de 918 m acima do mar, localizado a 21° 75' de latitude Sul e 45° 00' de longitude Oeste (REBOITA et al., 2015). Possuindo, através de Köppen a classificação de Cwa (clima mesotérmico ou tropical de altitude), apresentando inverno seco e verão quente e úmido (MARTINS et al., 2018). Anualmente a temperatura média é de 19°C, a precipitação total de 1.530 mm e a umidade relativa média de 76,2% (DANTAS et al., 2007).

As espécies de fisális utilizadas foram: *Physalis peruviana*, *Physalis angulata*, *Physalis pubescens*, *Physalis ixocarpa* e *Physalis minima*. Também foram utilizadas as espécies *Solanum lycopersicum* (tomate italiano 'San Marzano' e 'Santa Clara I-5300'), *Solanum aethiopicum* (jiló) e *Solanum melongena* (berinjela), a partir de sementes.

As sementes das espécies de fisális foram retiradas de frutos maduros, em seguida foram colocadas sobre folhas de papel absorvente para secarem. Logo após, foram semeadas em bandejas plásticas de polipropileno rígido, contendo 72 células com tubetes de 120 cm³ cada. Os tubetes foram preenchidos com substrato comercial Basaplant para hortaliças e as bandejas foram mantidas em estufa com irrigação por nebulização intermitente. Quando atingiram tamanho ideal, cerca de dois meses após a semeadura, as mudas foram transplantadas para vasos de 11 litros, contendo também substrato comercial e adubo de liberação lenta.

As mudas de tomate italiano, tomate 'Santa Clara I-5300', jiló e berinjela foram adquiridas em bandejas de polietileno com 200 células, que após um mês em estufa com irrigação por nebulização intermitente, foram transplantadas para sacos plásticos com dimensões de 10 centímetros de largura por 20 centímetros de altura. Os sacos plásticos foram preenchidos com substrato preparado composto de terra, areia e esterco bovino curtido (1:1:1 v/v). As mudas permaneceram por um mês em telado com 50% de sombreamento para aclimação.

Foram realizados dois experimentos em paralelo.

O primeiro experimento realizou somente uma variedade de porta enxerto, o tomate 'Santa Clara I-5300' e cinco espécies de fisális como copa. As espécies escolhidas foram *Physalis peruviana*, *Physalis angulata*, *Physalis pubescens*, *Physalis ixocarpa* e *Physalis minima*.

No segundo experimento, foi utilizada uma única espécie de fisális como copa, *Physalis peruviana*, a qual é a espécie mais utilizada comercialmente. As solanáceas escolhidas como porta-enxertos foram o tomate italiano 'San Marzano', jiló e berinjela.

3.1 Enxertias

Foi utilizada a técnica de enxertia pelo método de garfagem de fenda cheia (Figura 1) em ambos os experimentos. As estacas foram coletadas das plantas de fisális que foram cultivadas em vasos no Setor de Fruticultura da UFLA. Os garfos foram escolhidos de forma a se aproximar em diâmetro das mudas utilizadas como porta-enxerto. A enxertia foi feita nas mudas na região logo acima dos cotilédones, utilizando-se lâminas para se realizar os cortes e a cunha para o encaixe de enxertia. Para a união do porta-enxerto e da copa foram utilizados cliques de enxertia do tipo 'borboleta' de material plástico e espessura de 2,2 mm, conforme demonstrado na Figura 2. Foram utilizados palitos de madeira para auxiliar no tutoramento e disposição da muda enxertada.



Figura 1. Enxertia de garfagem por fenda cheia. Lavras, MG, 2021.



Figura 2. Muda enxertada com clipe do tipo borboleta na região de enxertia. Lavras, MG, 2021.

No primeiro experimento, realizado no dia 04 de novembro de 2020, foram enxertadas no porta-enxerto *Solanum lycopersicum* ‘Santa Clara’ I-5300 as espécies de fisális: *P. peruviana*, *P. angulata*, *P. pubescens*, *P. ixocarpa* e *P. minima*. O delineamento utilizado foi

o de blocos casualizados (DBC), com 4 blocos e 6 tratamentos, sendo 30 mudas por parcela, totalizando 720 enxertias.

No segundo experimento foi enxertada nos porta-enxertos *Solanum lycopersicum* 'San Marzano', *Solanum aethiopicum* e *Solanum melongena*, a espécie de fisális *P. peruviana*. O delineamento usado foi o de blocos casualizados (DBC), com 4 blocos e 4 tratamentos sendo 30 mudas por parcela, totalizando 480 enxertias.

3.2 Análises fitotécnicas

Para o Experimento 1, após 26 dias da realização da enxertia, foi avaliada a porcentagem (%) de brotação dos enxertos. Foram separadas amostras da região de enxertia de cada tratamento, as quais foram destinadas para análise no Laboratório de Anatomia Vegetal, do Setor de Botânica Estrutural, do Programa de Botânica Aplicada, pertencente ao Departamento de Biologia (DBI) da UFLA, onde foi realizada análise qualitativa da fusão dos tecidos com a utilização de microscópio.

Para o Experimento 2, foi avaliada a porcentagem (%) de brotação, diâmetro médio acima da região de enxertia, diâmetro na região da enxertia, diâmetro abaixo da região de enxertia e a altura das mudas enxertadas aos 10, 15, 20 e 25 dias após a realização da enxertia. Na avaliação final realizada 25 dias após a enxertia, foi aferida a massa seca da raiz e da parte aérea das plantas, com o auxílio de uma balança semi-analítica digital. Para a medição dos diâmetros foi utilizado um paquímetro digital modelo Stainless Hardened, e para a medição das alturas foi utilizada uma régua.

Após a realização de todas as análises fitotécnicas com medição dos diâmetros e altura das mudas enxertadas do Experimento 2, estas foram colocadas em estufa a 60°C por 48 horas, para que se obtivesse a massa seca de raiz e da parte aérea, para isso as amostras foram divididas por tratamento e separadas as raízes da parte aérea, ou seja, caule contendo a região de enxertia e folhas. A massa seca foi aferida com o auxílio de uma balança semi-analítica digital.

3.3 Anatomia vegetal

Após a análise final de brotação de cada tratamento de enxertia, 25 dias após a realização destas, foram retiradas 2 amostras de cada repetição, sendo uma para cortes longitudinais e uma para cortes transversais, da região específica em que se realizou as enxertias para se verificar a ocorrência ou não de ligação e formação de conexões entre os

tecidos do enxerto e do porta-enxerto, por meio de cortes histológicos e posterior análise em microscópio.

O material vegetal coletado da região de inserção do enxerto com o porta-enxerto de todas as combinações de copa e porta-enxerto foi fixado em F.A.A. (formaldeído, ácido acético glacial p.a. e etanol 70%), na proporção de 0,5: 0,5: 9, pelo período de 48 horas e posteriormente o material foi conservado em etanol 70% por 7 dias (JOHANSEN, 1940). As porções caulinares foram cortadas, de modo a caber no histomold, para que então se procedesse as etapas de preparação do material com desidratação, infiltração e posteriormente o emblocamento do material a ser analisado. Na primeira etapa, de desidratação, o material foi transferido do álcool 70% para álcool 80%, a partir daí os eppendorfs contendo as porções caulinares foram colocados abertos no vácuo por 5 minutos, em aparelho específico para esse fim, Bomba de vácuo Primatec com compressor a óleo, modelo 132, 2 VC, número de série 6246, acoplado por válvula a Dessecador de vidro com tampa hermética, com o intuito de retirar o ar das amostras. Após o vácuo, os eppendorfs foram retirados de dentro do Dessecador e permaneceram por 5 minutos fechados. Esse procedimento foi repetido por três vezes, em seguida aguardou-se 8 horas para retirar o álcool 80% e colocar álcool 90% no interior dos eppendorfs contendo o material. O procedimento de vácuo foi repetido novamente por 3 vezes como descrito anteriormente, após isso aguardou-se por 8 horas. Logo após foi retirado o álcool 90% e no lugar foi colocado o álcool 100%. O procedimento de vácuo foi repetido então por mais 3 vezes, e as amostras permaneceram por 12 horas em “repouso”.

A próxima etapa de preparação para emblocamento consistiu na infiltração das amostras, onde se retirou o álcool 100% e os eppendorfs foram preenchidos com historesina base 1:1, de acordo com as instruções do fabricante (Kit Historesina Leica), o vácuo foi realizado por 5 vezes, respeitando os intervalos de 5 minutos. As amostras ficaram em geladeira por 48 horas e após esse período foi retirada toda a resina 1:1, colocada a resina ativada (resina pura 100%). Foi utilizado o kit Historesina (hidroxietilmetacrilato, Leica, Heidelberg). Foram feitos os vácuos de 5 minutos cada por 5 vezes e o material permaneceu refrigerado em geladeira por 7 dias. Por fim, foi realizado o emblocamento do material. As secções transversais e longitudinais do material emblocado foram realizadas utilizando-se micrótomo rotativo semiautomático, em espessura de 10 µm, em seguida os cortes foram fixados nas lâminas, corados com Azul de Toluidina 0,05%, Ph 4,7 (FEDER, O'BRIEN; 1968), e montados posteriormente em verniz vitral 500 e vedados com lamínulas (PAIVA et al. 2006). As lâminas foram observadas e fotografadas em microscópio Nykon Eclipse E100 com câmera digital acoplada (Lumenera Infinity 1 3.1 mp).

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISES FITOTÉCNICAS E ANATÔMICAS DA ENXERTIA INTERGENÉRICA DE *Physalis* spp. EM TOMATE ‘SANTA CLARA I-5300’

Os valores médios e os testes de médias da porcentagem de brotação dos enxertos aos 25 dias após a enxertia são apresentados na Tabela 1. Houve diferença significativa entre as espécies *Physalis ixocarpa* e *Physalis minima* enxertadas sobre o porta-enxerto Tomate ‘Santa Clara I-5300’, em relação as demais espécies. Tiveram as maiores porcentagens de brotação, não se diferenciando estatisticamente entre si, as espécies *Physalis angulata*, *Physalis peruviana*, *Physalis pubescens* e o tratamento controle.

Tabela 1. Porcentagem de brotação aos 25 dias após a realização da enxertia de *Physalis angulata*, *P. ixocarpa*, *P. minima*, *P. peruviana* e *P. pubescens* em tomateiro ‘Santa Clara I-5300’ por garfagem em fenda cheia. Lavras, MG, 2021.

	Angulata	Controle	Ixocarpa	Minima	Peruviana	Pubescens
Tomate*	63,33 a	89,16 a	20,02 b	0,00 b	77,50 a	75,00 a
CV (%)	31,88					

*Valores médios com letras comuns na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ($P < 0,05$) do teste de média de Tukey.

Zeist et al. (2017), avaliando a brotação de enxertos de tomateiro em diferentes solanáceas utilizando dois métodos de enxertia, concluiu que usando *Physalis peruviana* como porta-enxerto, o método mais recomendado é o de fenda cheia, já que esse tipo de enxertia possibilitou taxa de brotação significativamente superior se comparado à enxertia por encostia.

Neste trabalho, diferentemente, foi avaliada a brotação das enxertias somente pelo método de fenda cheia e estacas de *Physalis* spp. foram usadas como enxerto. Contudo a avaliação da brotação entre esses estudos pode ser comparada, como uma forma de analisar a

compatibilidade entre as espécies *Physalis peruviana* e *Solanum lycopersicum* L. *P. peruviana* é a espécie mais comumente usada de forma comercial (RODRIGUES et al., 2014) sendo assim é a mais escolhida para pesquisas.

O sucesso da enxertia depende de muitos fatores, entre eles os fatores genotípicos são considerados os mais importantes, que podem resultar em compatibilidade ou incompatibilidade do porta-enxerto e do enxerto (SINGH et al., 2017). De acordo com Wang et al. (2019) quanto maior a proximidade taxonômica entre as espécies maior a chance de compatibilidade.

A proximidade filogenética dessas espécies favorece a sua compatibilidade quando é realizada a enxertia. As maiores taxas de brotação de *P. peruviana*, *P. pubescens* e *P. angulata* pode ser justificada também devido à maior proximidade entre essas espécies. As três espécies possuem características morfológicas semelhantes, enquanto *P. ixocarpa* e *P. minima* se diferem em diversas características das demais espécies. As duas últimas espécies citadas apresentam grandes diferenças em relação aos frutos, flores, caule e folhas, quanto ao tamanho e à coloração.

A maior porcentagem de brotação das espécies *P. peruviana*, *P. pubescens* e *P. angulata* foi confirmada por meio da análise microscópica da união dos tecidos vasculares entre essa espécie e o tomate. É possível observar pontos de ligação entre o enxerto e o porta-enxerto, na região meristemática, ocorrendo a diferenciação das células. Essas células em divisão celular apresentam tamanho pequeno e núcleo grande (Figuras 3 e 4).

De acordo com Aloni et al. (2010), em plantas enxertadas, a regeneração vascular é reestabelecida por meio de processos complexos, que incluem a diferenciação dos tecidos em ambos os lados da união do enxerto com o porta-enxerto, na região do xilema e do floema. Hartmann et al. (2002) descreveram entre os eventos importantes para que ocorra a união do enxerto, a formação de células cambiais, formando uma conexão contínua entre o porta-enxerto e a copa, sendo que o xilema geralmente é o primeiro tecido a se diferenciar, formando uma ponte de união, seguido pelo floema. Por fim, na última etapa do processo de estabelecimento do enxerto, o câmbio recém-formado inicia a atividade cambial típica com novos tecidos vasculares. Desse modo, a produção dos novos xilema e floema permite a conexão vascular entre a copa e o porta-enxerto.

Na Figura 3 pode-se observar que ocorreu a reorganização dos tecidos principalmente na região vascular, tanto para o xilema, quanto para o floema. Contudo, a união dos tecidos entre o enxerto e o porta-enxerto em algumas amostras se deu somente em um dos lados da enxertia ou se concentrou mais em um lado, o que pode dificultar a formação final do câmbio

com a total conexão vascular. Por outro lado, apenas um dos lados ocorrendo a união ou então pontos de ligação entre as peças pode indicar uma reconexão ainda em início, sendo necessário maior tempo para o estabelecimento ideal dos tecidos vasculares, formando assim uma única planta.

Esse fato pode ter ocorrido em *P. pubescens* enxertado em Tomate ‘Santa Clara I-5300’, já que houveram poucos pontos de ligação, somente de um dos lados da união entre o enxerto e o porta-enxerto. Porém, as peças constituintes dessa enxertia estão bem ligadas, o que indica uma compatibilidade entre os tecidos, o que se confirma pelo alto índice de porcentagem de brotação desse tratamento, com 75% de brotação em média.

Nos cortes longitudinais (Figura 4) é possível identificar células se desdiferenciando, onde no maior aumento (20 vezes) consegue-se ver um grande número de células, distribuídas de forma justaposta. Essa condição é típica de células em processo de divisão celular (APPEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006).

P. minima não teve sucesso na enxertia, pois nenhuma muda sobreviveu e não ocorreu união do enxerto com o porta-enxerto. *P. ixocarpa* atingiu um valor muito baixo de brotação, 20,02%. Os dois tratamentos não se diferenciaram entre si, portanto a compatibilidade dessas combinações pode ser considerada muito baixa ou até mesmo ineficiente. A análise da anatomia dos tecidos obteve o mesmo resultado, não sendo observados pontos de conexão entre os tecidos do enxerto e do porta-enxerto.

Curi et al. (2018) descreveram a ampla variabilidade nas características físico-químicas das diferentes espécies de *Physalis*. Confirmando a maior similaridade entre as espécies *P. peruviana*, *P. angulata* e *P. pubescens*, pois essas apresentaram maiores teores de sólidos solúveis e acidez, sendo semelhantes entre si também em tamanho e cor de fruto, que são predominantemente amarelos. Em relação a *P. minima*, essa é a espécie com menores dimensões e menor massa, possui maior *ratio* e pH, e coloração verde-amarela. Do mesmo modo, *P. ixocarpa* mostrou resultados diferentes na avaliação física, resultando em sua cor arroxeada, típica desta espécie.

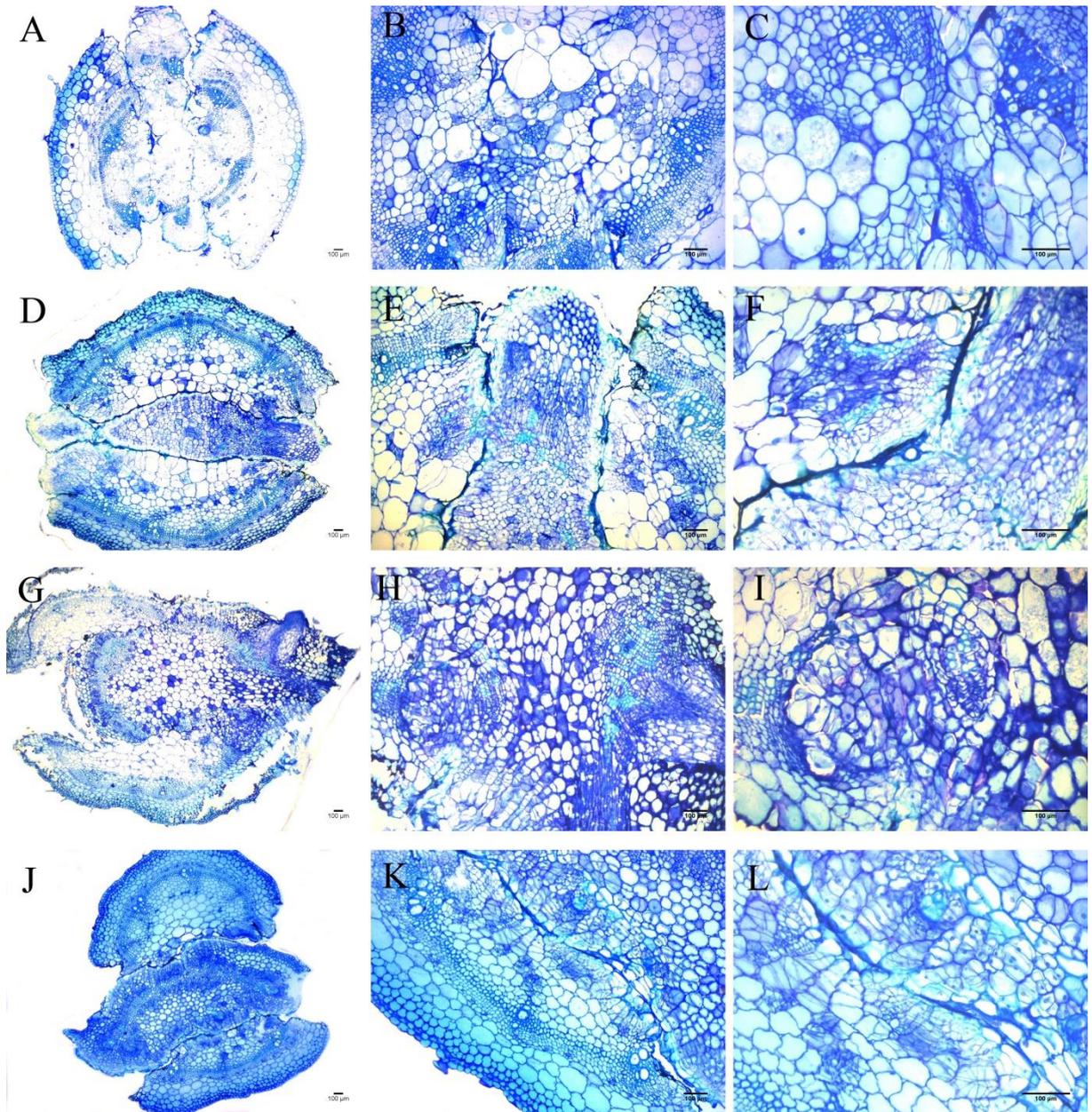


Figura 3. Secções transversais da região da enxertia, A, B e C = Tomate 'Santa Clara I-5300' / Tomate 'Santa Clara I-5300' (controle), D, E e F = *Physalis peruviana* / Tomate 'Santa Clara I-5300', G, H e I = *Physalis angulata* / Tomate 'Santa Clara I-5300', J, K e L = *Physalis pubescens* / Tomate 'Santa Clara I-5300'. Barra = 100µm. Lavras, MG, 2021.

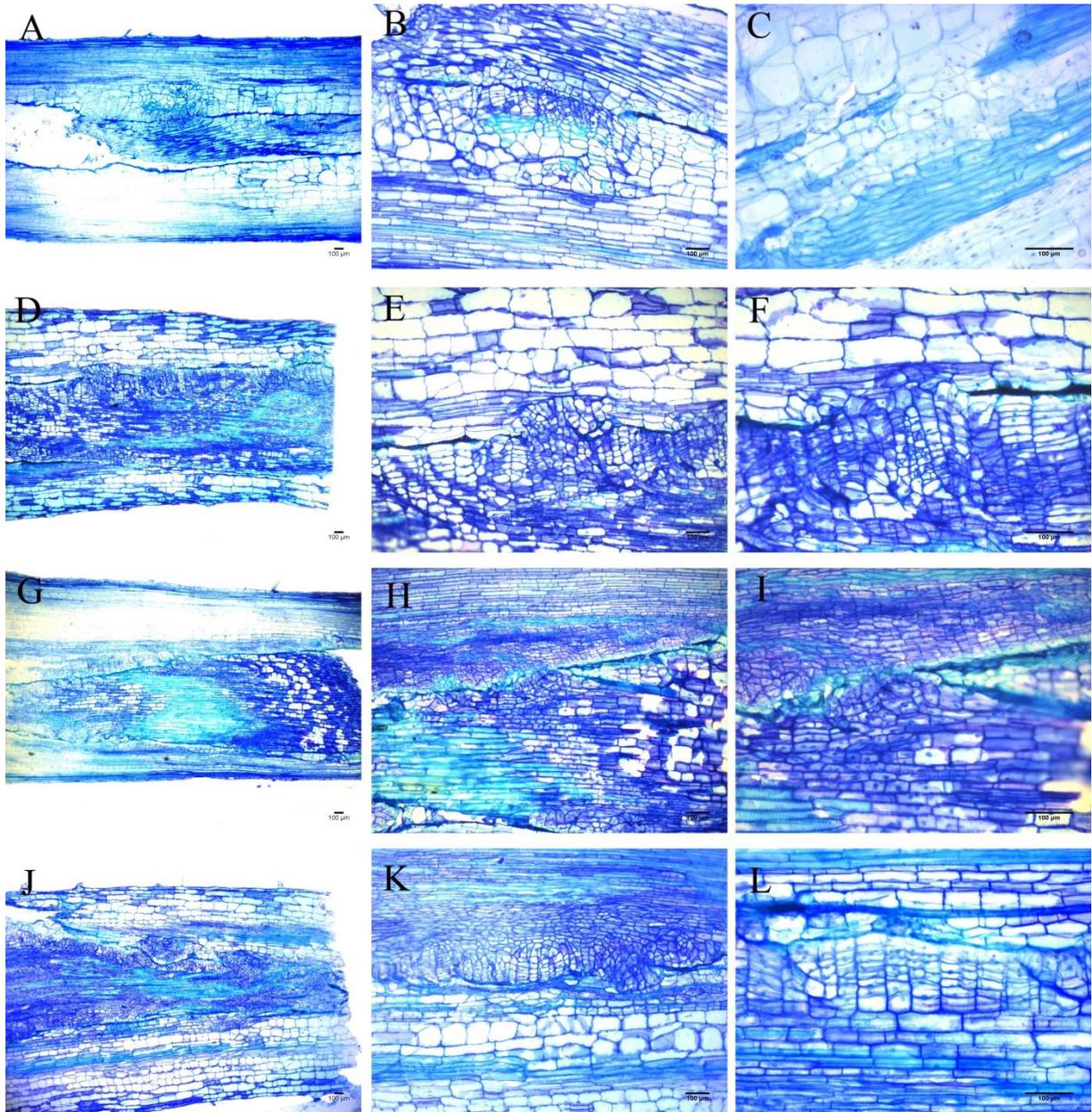


Figura 4. Secções longitudinais da região da enxertia, A, B e C = Tomate ‘Santa Clara I-5300’/ Tomate ‘Santa Clara I-5300’ (controle), D, E e F = *Physalis peruviana*/ Tomate ‘Santa Clara I-5300’, G, H e I = *Physalis angulata* / Tomate ‘Santa Clara I-5300’, J, K e L = *Physalis pubescens* / Tomate ‘Santa Clara I-5300’. Barra = 100µm. Lavras, MG, 2021.

ANÁLISES FITOTÉCNICAS E ANATÔMICAS DA ENXERTIA INTERGENÉRICA DE *Physalis peruviana* EM SOLANÁCEAS

Após a avaliação do Experimento 1, foi escolhida entre as espécies utilizadas *Physalis peruviana* para o Experimento 2. Essa decisão foi tomada, devido a essa espécie estar entre as que obtiveram maior porcentagem de brotação, não havendo diferença significativa entre as espécies *P. peruviana*, *P. angulata* e *P. pubescens*. Dessa forma, qualquer uma das três espécies poderia ser utilizada para esse experimento. Contudo, levando em conta o maior percentual de brotação médio (77.50%) juntamente com o fato de *P. peruviana* ser a espécie usualmente utilizada nos cultivos comerciais, esta foi escolhida para esse ensaio.

Na avaliação da porcentagem de brotação dos enxertos (Tabela 2) ocorreu variação ao longo do tempo, nos quatro períodos de análise, aos 10, 15, 20 e 25 dias após a enxertia. A primeira avaliação, aos 10 dias, não constatou diferença significativa entre os porta-enxertos tomate italiano, jiló, berinjela e fisális (tratamento controle). Nessa análise inicial, 50% dos tratamentos estavam viáveis em relação à cicatrização e união entre enxerto e porta-enxerto. Aos 15 dias a enxertia que mais se destacou, com a maior brotação (87,50%) foi o tratamento com jiló, seguido da berinjela e do tomate italiano. Os porta-enxertos berinjela e jiló se diferenciaram entre si, mas o controle não se diferenciou estatisticamente nem do jiló nem da berinjela. Aos 20 dias ocorreu a morte de todas as mudas enxertadas em tomate italiano, e o porta-enxerto jiló continuou se destacando mesmo o valor sendo inferior ao da última avaliação, com a maior porcentagem de brotação (59,17%). A taxa de brotação de todos os porta-enxertos continuou decrescendo, na avaliação final aos 25 dias após a enxertia tanto os porta-enxertos de berinjela, quanto o de jiló e o de fisális, que é o tratamento controle não se diferenciaram entre si, atingindo valores semelhantes de porcentagem média de brotação. Porta-enxerto jiló com 25% de brotação, berinjela atingiu 27,50% e o controle 38,33% de brotação.

Tabela 2. Porcentagem de brotação, diâmetro, em milímetros, acima da enxertia, na região da enxertia e abaixo da enxertia e altura, em centímetros, aos 10, 15, 20 e 25 dias após a realização da enxertia de *Physalis peruviana* em berinjela, jiló, tomate italiano e *P. peruviana* (controle) por garfagem em fenda cheia. Lavras, MG, 2021.

Espécies enxerto	porta-	% de brotação	Diâmetros e altura aos 10, 15, 20 e 25 dias após enxertia			
			Diâmetro acima	Diâmetro na região da enxertia	Diâmetro abaixo	Altura
10 dias						
Berinjela		49,17a	2,18a	-	3,41a	10,09a
Jiló		50,00a	2,54a	-	3,86a	7,92a
Tomate Italiano		50,00a	3,35a	-	1,76b	9,01a
<i>Physalis</i>		47,50a	1,54b	-	2,17b	8,16a
CV (%)		3,20	12,40	-	8,39	15,17
15 dias						
Berinjela		61,67b	1,87a	2,99ab	2,64b	8,91ab
Jiló		87,50a	2,40a	3,75a	3,38a	8,08b
Tomate Italiano		45,00c	2,13a	1,83b	1,25d	9,34a
<i>Physalis</i>		51,67bc	1,54a	2,25b	1,91c	8,01b
CV (%)		9,83	23,04	23,34	12,61	6,40
20 dias						
Berinjela		37,50b	2,13b	3,09a	3,34a	8,50a
Jiló		59,17a	5,58a	3,30a	3,16a	8,49a
Tomate Italiano		-	-	-	-	-
<i>Physalis</i>		40,00ab	1,73c	2,23b	1,98b	8,72a
CV (%)		28,44	5,10	9,99	15,11	9,10
25 dias						
Berinjela		27,50a	2,09b	2,33b	2,75b	9,50a
Jiló		25,00a	2,83a	3,68a	3,42a	9,00a
Tomate Italiano		-	-	-	-	-
<i>Physalis</i>		38,33a	1,78b	2,38b	2,53b	9,25a
CV (%)		25,26	10,06	25,29	12,93	11,47

*Valores médios com letras comuns na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ($P < 0,05$) do teste de média de Tukey.

A maior brotação inicial do jiló pode ser explicada pela sua rusticidade. Assim como a berinjela, que na última avaliação realizada, apresentou resultado semelhante ao jiló. Dessa forma, esses dois porta-enxertos se comportaram de maneira semelhante. Simões et al. (2014) também obtiveram bons resultados na enxertia de tomate utilizando jiló como porta-enxerto, o qual teve a maior taxa de sobrevivência, de 49 plantas após 40 dias do transplante, e a porcentagem de sobrevivência utilizando o método de fenda cheia foi de 80%. Os trabalhos de Kawaguchi et al. (2008) e Ives et al. (2012) confirmam o potencial da utilização da berinjela na enxertia, a qual diferentemente de outras solanáceas, pode ser enxertada em diferentes espécies dentro de sua própria família.

Ao longo do tempo, após a realização da enxertia, diversos fatores abióticos podem interferir na brotação das enxertias, como a temperatura e a umidade (Nordey et al., 2020). Esses fatores se referem ao processo de aclimação das mudas. Inicialmente as mudas foram mantidas em nebulização intermitente e após 20 dias foram transferidas para telado. Essa sequência foi adotada para que as mudas se adaptassem ao ambiente aos poucos, contudo apesar de todas as precauções tomadas, as plantas enxertadas podem sofrer com variações de temperatura e umidade ao longo do tempo, as quais podem afetar a compatibilidade e a brotação final.

De acordo com Wilson et al. (2012), nos primeiros 5 a 7 dias após a enxertia, o local em que as mudas ficam deve ser sombreado e a temperatura deve ficar em torno de 28 a 29°C. Condições como umidade elevada e temperatura ideal, juntamente com a redução da intensidade da luz, auxiliam na formação de uma melhor união do enxerto, reduzindo a transpiração da muda. Nessa etapa inicial é importante controlar a temperatura e a umidade do ambiente. Após esse período, na etapa de aclimação, com o início da cicatrização dos tecidos, Maurya et al. (2019) ressaltaram a importância de se colocar as plantas sob um ambiente de neblina, estufa ou então cobri-las com plástico transparente para que ocorra a aclimação e se evite a queima ou murcha das folhas.

Aos 20 dias após a enxertia ocorreu a morte de todas as mudas de *P. peruviana* enxertadas no porta-enxerto tomate italiano. Anteriormente, aos 15 dias após a enxertia, a porcentagem de brotação era de 45% para essa combinação. Apesar da alta taxa de porcentagem de brotação aos 15 dias, esse valor já era baixo se comparado aos outros porta-enxertos jiló e berinjela.

Os resultados de Nordey et al. (2020) em trabalho realizado com *S. aethiopicum*, *S. melongena* e *S. lycopersicum*, comprovaram o impacto da temperatura na taxa de sucesso da enxertia, sendo que taxas superiores a 90% foram obtidas a 15 e 20°C e diminuíram linearmente ao atingir temperaturas mais altas, de 20 a 40°C. Esses dados confirmam a necessidade de manter plantas enxertadas em baixas temperaturas, de 15 a 20°C, durante os períodos de cicatrização e aclimação.

Pode-se explicar a morte das mudas enxertadas em tomate italiano, devido a sua maior sensibilidade à temperatura. No período entre a segunda e a terceira avaliação as temperaturas máximas diárias registradas de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2021), variaram de 22,5 a 29,2 °C. Estudos mais aprofundados de Vu et al. (2013), concluíram que a temperatura ótima para enxertia de tomate deveria ser de 23°C e taxa de brotação da enxertia pode decair de 13% a 26% quando em temperatura de 23 a 26°C.

Na primeira e na segunda avaliação do diâmetro médio acima da enxertia, aos 10 e 15 dias após a enxertia, respectivamente, não houve diferença significativa entre os tratamentos berinjela, jiló e tomate italiano, se diferenciando somente do controle na primeira avaliação. Aos 20 dias após a enxertia e na avaliação final, aos 25 dias, o porta-enxerto que obteve maior diâmetro médio acima da enxertia foi o jiló, se diferenciando dos demais tratamentos.

O diâmetro médio acima da enxertia não variou entre os tratamentos nas primeiras duas avaliações, aos 10 e 15 dias. Isso pode ser explicado pelo fato de que os enxertos ainda estavam em fase inicial de adesão do porta-enxerto e cicatrização da enxertia. Essa aparente paralisação do desenvolvimento das mudas enxertadas foi confirmada por Simões et al. (2014) em seu trabalho, onde observaram que no estágio inicial de brotação, quando a muda acabou de receber a enxertia, esta sofre estresses que podem resultar no atraso do crescimento. Isso ocorre devido ao rompimento dos vasos condutores, fazendo com que a planta se reestabeleça dando continuidade ao seu crescimento quando se iniciam as divisões celulares dessas células, desde que haja compatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto.

Nas duas primeiras avaliações o tomate italiano apresentou diâmetro menor de caule abaixo da enxertia, se diferenciando dos tratamentos berinjela e jiló. Aos 20 dias, os porta-enxertos berinjela e jiló não tiveram diferença significativa, e ao final de 25 dias, o diâmetro médio do tratamento com o porta-enxerto jiló se destacou, sendo maior do que o de berinjela. Ao analisar esses dados, verifica-se que o decréscimo ao longo do tempo no valor do diâmetro e o valor inferior do tratamento tomate italiano podem ter sido afetados pelo material vegetal utilizado como porta-enxerto, o qual não se aproximou de forma ideal ao enxerto utilizado, o que pode ter ocasionado a incompatibilidade. Nordey et al. (2020), considerou um desafio sincronizar o desenvolvimento dos enxertos e do porta-enxerto, principalmente em locais onde a temperatura não é controlada.

Kawaguchi et al. (2008) mostraram em seu trabalho sobre incompatibilidade de enxertos em solanáceas, três semanas após a enxertia de combinações hetero específicas, ou seja, de espécies diferentes, valores de diâmetro acima e abaixo da região da enxertia, ou seja, no enxerto e no porta-enxerto. No enxerto, para tomate enxertado sobre o porta-enxerto berinjela, o valor encontrado foi de 5,6 centímetros. Para essa mesma combinação, o diâmetro médio do porta-enxerto foi de 3,5 centímetros.

No presente trabalho o tamanho do caule acima da enxertia, 20 dias após a enxertia, foi inferior (2,13 cm), contudo o diâmetro abaixo da enxertia, quando se avalia o porta-enxerto foi bem semelhante, atingindo 3,34 cm. Esses dados mostram certa deficiência no desenvolvimento do enxerto, o que pode ter afetada a brotação final das enxertias. De acordo

com Martínez-Ballesta et al. (2010) uma cicatrização mal formada ou ineficiente pode levar a uma conexão vascular insatisfatória do conjunto enxerto e porta-enxerto, afetando a translocação de água e nutrientes, os quais podem alterar a fotossíntese na região da enxertia.

O diâmetro na região da enxertia foi avaliado aos 15, 20 e 25 dias após a realização das enxertias. Na primeira avaliação, aos 15 dias, o tratamento com jiló se destacou em relação aos demais, sendo significativamente superior. Aos 20 dias houve um decréscimo no diâmetro médio da região de enxertia do jiló, fazendo com que não se diferenciasse estatisticamente do tratamento com o porta-enxerto berinjela. Já aos 25 dias, na avaliação final, jiló se destacou novamente, se diferenciando dos demais tratamentos. Nas três avaliações, o jiló teve uma queda e depois ao final foi o tratamento superior novamente. Isso pode ser explicado pelo período de adaptação e reorganização dos tecidos na região de corte onde ocorre a ligação entre enxerto e porta-enxerto, ocorrendo primeiramente uma aparente paralisação do desenvolvimento, até que ocorra o reparo e cicatrização dos tecidos, para que esses então voltem a se desenvolver.

Em relação à altura média das mudas enxertadas, de forma geral, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Tal fato ocorreu nas avaliações aos 10, 20 e 25 dias após a enxertia. Os valores se mantiveram estáveis, variando de 7,92 cm a 10,09 cm, o que mostra que as mudas se mantiveram relativamente estáveis em relação a sua altura.

Da primeira avaliação aos 10 dias para a segunda avaliação aos 15 dias após a enxertia, quando as mudas ainda estavam em fase de adaptação e reestruturação dos seus tecidos, houve uma ligeira queda na altura média das mudas enxertadas. Essa condição pode ser considerada normal, Nordey et al. (2020) confirmaram esse fato afirmando que plantas enxertadas apresentam usualmente tamanho menor se comparado a plantas não enxertadas.

Nas figuras 5 e 6 são apresentadas as seções transversais e longitudinais da região da enxertia de *Physalis peruviana* sobre berinjela, jiló e o tratamento controle. Os tratamentos que utilizaram como porta-enxerto as espécies berinjela, jiló e *Physalis peruviana*, tiveram aparente sucesso no processo de união dos tecidos, assim como o tratamento controle.

Não se obteve sucesso na enxertia utilizando como porta-enxerto o tomate italiano, o que foi confirmado ao se analisar no microscópio as fotos da região de inserção do enxerto com o porta-enxerto. As peças constituintes de dessa combinação não se uniram, não permitindo assim a formação da muda. É necessário que ocorra a ligação dos tecidos entre o enxerto e o porta-enxerto, principalmente do xilema e do floema, para que ocorra o transporte de água e nutrientes (KAWAGUCHI et al., 2008)

No tratamento controle foi observado peças bem unidas e ligadas, com alguns pontos de ligação entre o enxerto e o porta enxerto. O mesmo aconteceu para o tratamento de porta-enxerto jiló, apesar de haverem poucos pontos de ligação, as peças encontravam-se bem unidas. Dessa forma, isso não significou incompatibilidade, o que pode ser comprovado também pelos valores médios de brotação desse tratamento, que até a avaliação de 20 dias após a enxertia foram superiores ao tratamento que utilizou berinjela como porta-enxerto.

Nas figuras 5 e 6 observa-se nos tratamentos com o porta-enxerto berinjela e jiló, e o tratamento controle, células desorganizadas nas regiões meristemáticas, em diferenciação, o que significa que essas células estão se diferenciando na região vascular, tanto para xilema quanto para floema. Essas células que estão se formando se apresentam justapostas, estão em processo de divisão celular, e de forma geral, são células de tamanho pequeno e núcleo grande.

Essa distribuição irregular e aparente desorganizada das células também foi observada por Kawaguchi et al. (2008), que relataram conexões de xilema estreitas e irregulares nas uniões de enxertia para as combinações tomate no porta-enxerto pimenta, e pimenta no porta-enxerto de tomate, enquanto para as combinações de tomate no porta-enxerto de berinjela, e berinjela no porta-enxerto de tomate apresentaram conexões de xilema mais grossas e retas nas regiões de união, três semanas após a realização da enxertia.

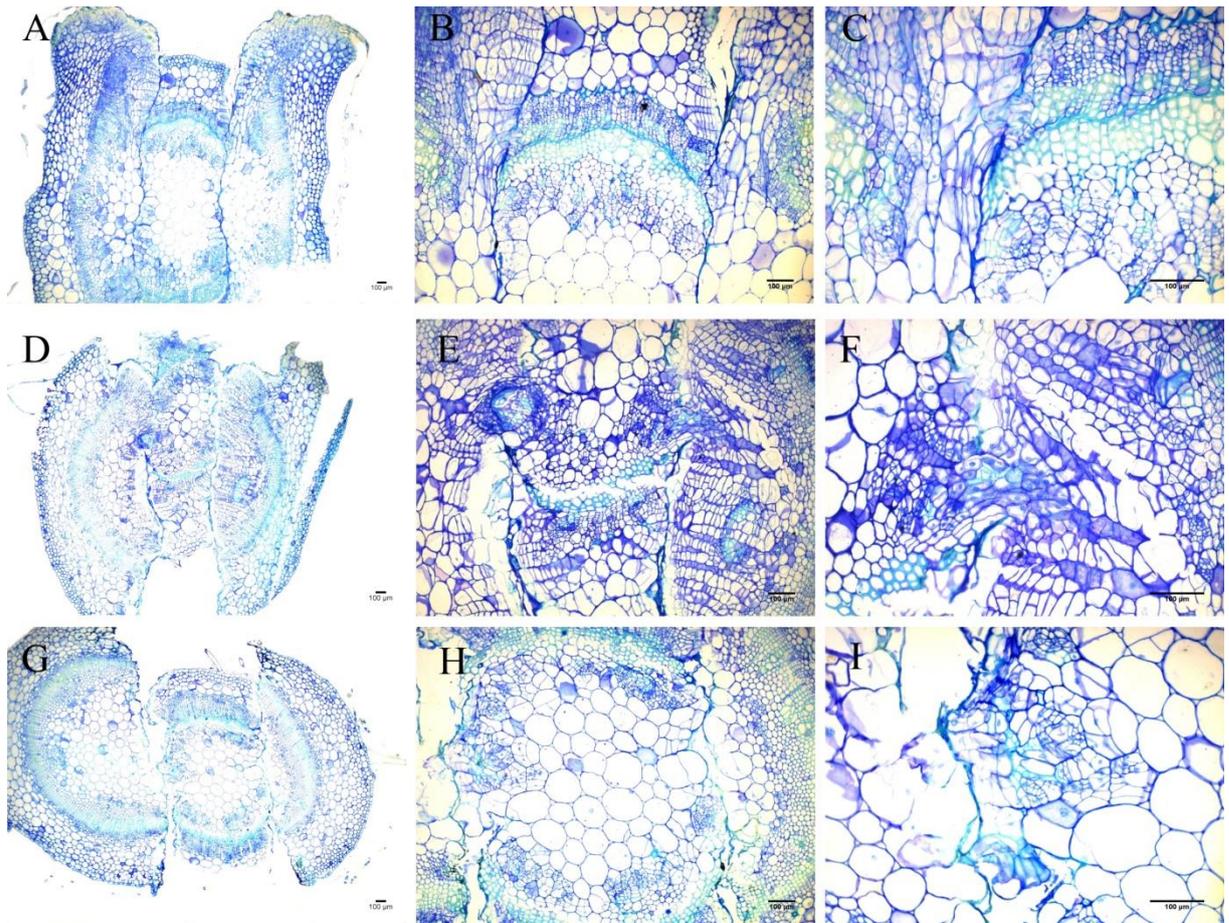


Figura 5. Secções transversais da região da enxertia, A, B e C = *Physalis peruviana* / *Physalis peruviana* (controle), D, E e F = *Physalis peruviana* / Berinjela, G, H e I = *Physalis peruviana* / Jiló. Barra = 100µm. Lavras, MG, 2021.

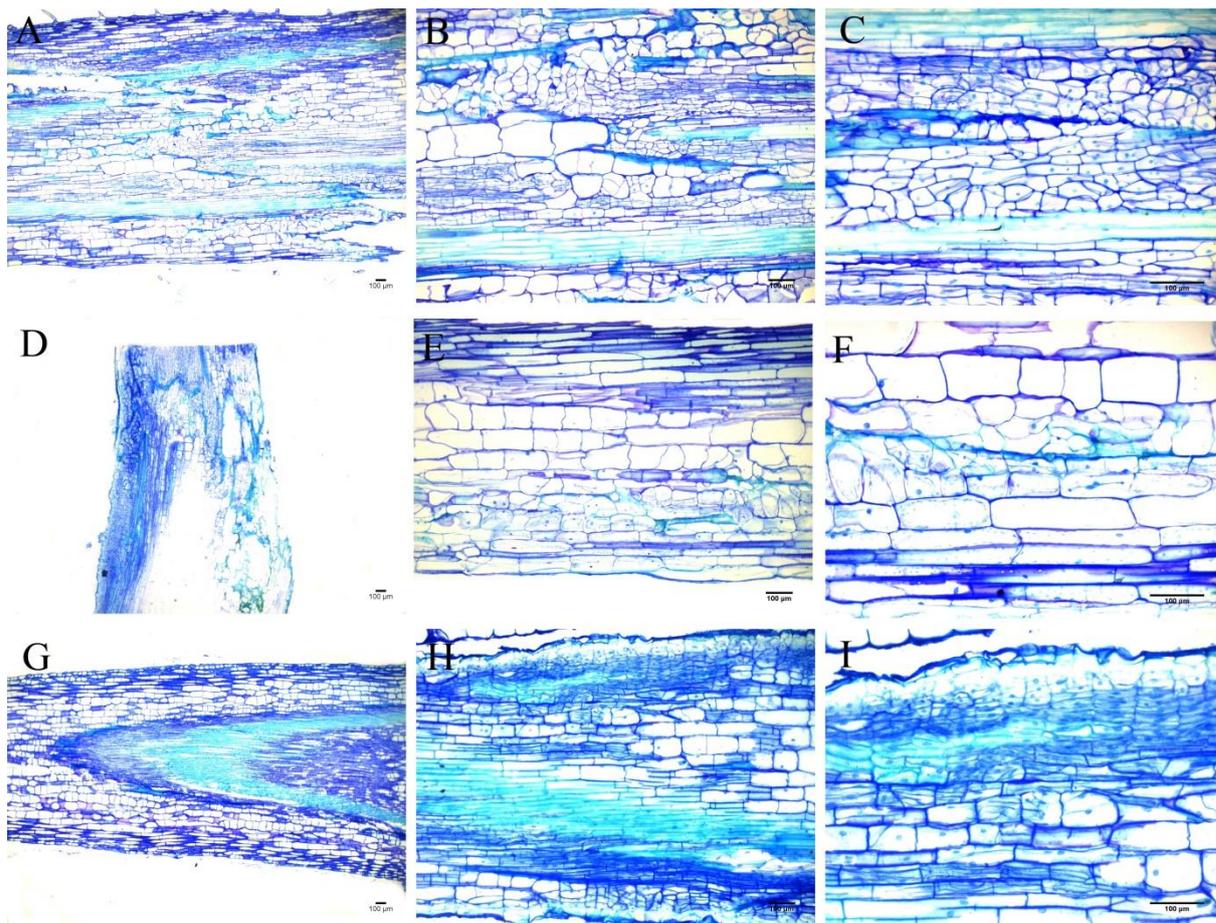


Figura 6. Secções longitudinais da região da enxertia, A, B e C = *Physalis peruviana* / *Physalis peruviana* (controle), D, E e F = *Physalis peruviana*/ Berinjela, G, H e I = *Physalis peruviana* / Jiló. Barra = 100µm. Lavras, MG, 2021.

Ainda de acordo com Kawaguchi et al. (2008), a descontinuidade das conexões vasculares na região de união do enxerto pode inibir a translocação de assimilados da copa para o porta-enxerto, o que pode resultar em maiores concentrações de carboidratos acima da união do enxerto com o porta-enxerto, e menores concentrações de carboidratos abaixo da região de enxertia. Dessa forma, as diferenças nas taxas de sucesso do enxerto conforme o porta-enxerto utilizado, podem ser explicadas pela descontinuidade nos feixes vasculares na região de união da enxertia.

Penella et al. (2017) também evidenciou a interferência negativa na brotação das enxertias, de conexões vasculares incompletas ou que não são funcionais, as quais impedem as rotas de transferência vitais acima e abaixo da enxertia, envolvendo toda a planta, podendo resultar na morte do enxerto. Uma severa incompatibilidade entre espécies pode ser detectada por meio da análise histológica, onde são observadas evidências claras de elementos descontínuos de xilema na união do enxerto, da mesma forma, linhas necróticas ininterruptas

ao longo das bordas do porta-enxerto e da copa podem evidenciar uma ligação ineficiente. Outro ponto a ser destacado, muito importante na ligação entre o enxerto e o porta-enxerto, em relação a produção de novos elementos vasculares, diz respeito a sua continuidade, a qual deve preferencialmente cruzar o limite do porta-enxerto para a copa, formando uma ‘ponte’, permitindo que ocorra a união do enxerto.

Contudo, esses padrões de descontinuidade não podem ser uma justificativa única para uma possível incompatibilidade entre enxerto e porta-enxerto. Wulf et al. (2020) afirmaram que mesmo que diferentes padrões vasculares estejam presentes na junção do enxerto, podem ser formadas mudas viáveis a partir de heteroenxertos bem sucedidos. No entanto, embora determinada combinação possa gerar um padrão vascular que produza enxertos viáveis em alguns heteroenxertos, essa condição não garante o sucesso para outras combinações.

Na tabela 3 estão apresentadas as mudas enxertadas que sobreviveram após o período de 25 dias da realização da enxertia e mostram a massa seca da raiz e parte aérea. A massa seca das raízes para os tratamentos berinjela e jiló não apresentaram diferença significativa entre si, contudo foram inferiores ao tratamento controle. O mesmo ocorreu para a massa seca de parte aérea, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Para a massa seca de raiz, houve diferença apenas para berinjela e controle. Para jiló e controle não houve diferença. O valor obtido no tratamento controle (0,63 g) foi maior que os demais. Tal fato mostra a diferença da massa de raiz entre homoenxertos e heteroenxertos. As homoenxertias ou enxertias homo-específicas utilizam na combinação enxerto e porta-enxerto as mesmas espécies, já as heteroenxertias ou enxertias hetero-específicas unem espécies diferentes (KAWAGUCHI et al., 2008).

Tabela 3. Massa seca, em gramas, da raiz e parte aérea 25 dias após a realização da enxertia de *Physalis peruviana* em berinjela, jiló, tomate italiano e *P. peruviana* (controle) por garfagem em fenda cheia. Lavras, MG, 2021.

Espécies porta-enxerto	Massa seca da raiz	Massa seca parte aérea
Berinjela	0,27b	1,06ab
Jiló	0,46ab	1,41a
Tomate Italiano	-	-
<i>Physalis peruviana</i>	0,63a	0,97b
CV%	19,44	20,49

*Valores médios com letras comuns na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ($P < 0,05$) do teste de média de Tukey.

De acordo com Kawaguchi et al. (2008), um suprimento limitado de assimilados para o porta-enxerto pode comprometer o tamanho das raízes. Tamanho reduzido de raiz

juntamente com concentrações de carboidratos diminuídas no porta-enxerto e a condutividade hidráulica da região do xilema restrita na união do enxerto podem ocasionar diminuição nas concentrações de nutrientes minerais do enxerto. Além disso, o tamanho reduzido de raiz pode levar a um menor potencial hídrico da copa, parte superior da muda enxertada. Dessa forma, deficiências de nutrientes minerais e água podem levar à supressão do crescimento da copa e morte prematura das mudas.

A diferença do valor de biomassa entre enxertos da mesma espécie e entre espécies diferentes foi confirmada nos resultados obtidos por Nordey et al. (2020), que relataram que a biomassa fresca de plantas enxertadas acima do ponto de enxerto foi significativamente menor, 2 semanas após a enxertia, se comparado a de plantas não enxertadas acima dos cotilédones e homo enxertias, exceto para alguns porta-enxertos de tomate.

Dessa forma, não somente as espécies escolhidas e sua proximidade filogenética podem interferir no sucesso da enxertia, assim como o método de enxertia escolhido, como é realizado, a habilidade da pessoa que faz a enxertia e a aclimação das mudas, considerando todos os fatores bióticos e abióticos que podem interferir nesse processo.

5 CONCLUSÃO

As espécies mais indicadas para a enxertia sobre o porta-enxerto tomate (*Solanum lycopersicum*) ‘Santa Clara I-5300’ são *Physalis pubescens*, *P. angulata* e *P. peruviana*.

Para a enxertia de *Physalis peruviana* sobre outras solanáceas, os porta-enxertos mais indicados foram o jiló e a berinjela.

REFERÊNCIAS

- ALONI, et al. Hormonal signaling in rootstock-scion interactions. **Scientia Horticulturae**, v. 127, p. 119-126, 2010.
- ANTUNES, L. E. C. et al. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 1011-1015, 2008.
- APARECIDO, L. E. de O. et al. Agricultural zoning of climate risk for *Physalis peruviana* cultivation in Southeastern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 54, e. 57, 2019.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (eds). **Anatomia vegetal**. Viçosa: Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2ª ed., 2006.
- ARAÚJO, F. L. et al. Caracterização cromossômica em *Physalis angulata* L. e *P. peruviana* L. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 27, n.1, p. 82- 89, 2015.
- BAI, Y.; LINDHOUT, P. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *Annals of Botany*, v. 100, n. 5, p. 1085-1094, 2007.
- BARBOZA, G. E. et al. **Solanaceae**. In: KADEREIT J., BITTRICH V. (eds). Flowering Plants. Eudicots, The Families and Genera of Vascular Plants, Springer, Cham. v. 14, p. 295–357, 2016.
- BARROSO, N. dos S. et al. Maturation stages of fruits and physiological seed quality of *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 3, 9 p., 2017.
- BEBELI, P. J.; MAZZUCATO, A. The Solanaceae - a review of recent research on genetic resources and advances in the breeding of tomato, pepper and eggplant, In: PASSAM, H. (ed.). **The European Journal of Plant Science and Biotechnology**. Agricultural University of Athens, Athens, Greece, p. 31-44, 2008.
- BELMONTE-UREÑA, L. J.; GARRIDO-CADENAS, J. A.; CAMACHO-FERRE, F. Analysis of World Research on Grafting in Horticultural Plants. **HortScience**, v. 55, n. 1, p. 112-120, 2020.
- BILES, C. L.; MARTYN, R. D.; WILSON, H. D. Isozymes and general proteins from various watermelon cultivars and tissue types. **HortScience**, v. 24, p. 810-812, 1989.
- BOLZAN, R. P. Conservação pós-colheita e caracterização de frutos de *Physalis* (*Physalis angulata* L.) produzidos na região metropolitana de Curitiba-Paraná. (Tese Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 100 p., 2013.
- BRAGA FILHO, J. R. et al. Caracterização física e físico-química de frutos de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, p. 16-24, 2014.

CASTAÑEDA, R. **Frutas Silvestres de Colômbia**. Editora San Juan Eudes, Bogotá, 342p., 1961.

CHAGAS, E. A. et al. Composição do meio de cultura e condições ambientais para germinação de grãos de pólen de porta-enxertos de pereira. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 231266, 2010.

CHAVES, M. C. **Mecanismos reprodutivos em *Physalis angulata* L.** (Dissertação Mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 63 f., 2017.

CHEN, L. X. et al. New withanolides with TRAIL-sensitizing effect from *Physalis pubescens* L. **RSC Advances**, v. 6, p. 52925–52936, 2016.

CHINEDU, S. N. et al. Proximate and Phytochemical Analyses of *Solanum aethiopicum* L. and *Solanum macrocarpon* L. Fruits. **Research Journal of Chemical Sciences**, v. 1. n. 3, 2011.

CHOTHANI, D. L.; VAGHASIYA, H. U. A phyto-pharmacological overview on *Physalis minima* Linn. **Indian Journal of Natural Products and Resources**, v. 3, n. 4, p. 477-482, 2012.

CHOUDHURY, B. Eggplant *Solanum melongena* L. Solanaceae. In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N. W. (eds). **Evolution of Crop Plants**, Essex: Longman Scientific & Technical, p. 464-465, 1995.

CCI - Corporacion Colombia Internacional, Uchuva. Perfil de producto. **Revista Inteligência de Mercados**, v. 13, p. 1-12, 2002.

CURI, P. N. et al. Influence of different types of sugars in physalis jellies. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 3, p. 349-355, 2017.

CURI, P. N. et al. Characterization of different native american physalis species and evaluation of their processing potential as jelly in combination with brie-type cheese. **Food Science and Technology**, v. 38, n. 1, p. 112-119, 2018.

DALLOS, M. P. et al. **Biodiversidad, protección y conservación** - Biotecnología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 581p., 2010.

DANTAS, A. A.A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. v.31, n.6, p. 1862-1866, 2007.

DUNAL, M. F. **Solanaceae**. In: CANDOLLE A. P. de (ed.) *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*, v.13, n. 1, p 1–690, 1852.

ERREA, P.; GARAY, L.; MARÍN, J. A. Early detection of graft incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca*) using in vitro techniques. **Physiol. Plantarum**, v. 112, p. 135-141, 2001.

FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 109-120, 2011.

FAO. FAOSTAT Crop Production Data for 2019. (2021). Disponível em: <http://faostat.fao.org>

FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 55, n. 1, p. 123-142, Jan. 1968.

FERREIRA, D.F. **Sisvar**: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras: Editora UFLA, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, S. M. R. **Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. (Tese doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 249 f. 2004.

FISCHER, G. et al. **Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *P peruviana* L. en Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, 222 p., 2005.

FLAISHMAN, M. et al. Arabidopsis thaliana as a model system for graft union development in homografts and heterografts. **JPlant Growth Regul.**, v. 27, p. 231–239, 2008.

FRARY, A.; DOGANLAR, S.; DAUNAY, M. C. Eggplant. In: KOLE, C. (ed). **Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants Vegetables**, Berlin: Springer-Verlag, v. 5, p. 287-313, 2007.

FRODIN, D.G. History and concepts of big plant genera. **Taxon**, v. 53, p. 753–776, 2004.

GAION, L. A.; BRAZ, L. T.; CARVALHO, R. F. Grafting in Vegetable Crops: A Great Technique for Agriculture, **International Journal of Vegetable Science**, v. 24, n. 1, p. 85-102, 2018.

GALLI, F. (Coord.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, 587 p., 1980.

GFU. Global Facilitation Unit for Underutilized Species. 2014. Disponível em: <http://www.underutilized-species.org/>

GOLDSCHMIDT, E. Plant grafting: new mechanisms, evolutionary implications. **Front Plant Science**, v. 5, n.727, 9 p., 2014.

GONZÁLEZ, J. M. P. et al. Calidad fisiológica, ácidos grasos y respiración en semillas de tomate de cáscara deterioradas artificialmente. **Revista de Fitotecnia**. Mexico, v. 33, n. 3, p. 231-238, 2010.

GONZÁLEZ-PÉREZ, J. E.; GUERRERO-BELTRÁN, J. A. Tomatillo or husk tomato (*Physalis philadelphica* and *Physalis ixocarpa*): A review. **Scientia Horticulturae**, v. 288, 2021.

GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CANIZARES, K. A. L.(Org.). **Enxertia em hortaliças**. Botucatu: UNESP, p. 85, 2003.

GOUVÊA, Y. F.; STEHMANN, J. R. Two new species of the *Solanum asterophorum* species group (*Solanum* subg. *Leptostemonum*, Solanaceae) from the Brazilian Atlantic Forest. **Phytotaxa**, v. 288, n. 2, p. 120-130, 2016.

GRANDILLO, S. et al. *Solanum* sect. *Lycopersicon*. In: **Wild Crop Relatives and Breeding Resources: Vegetables**; KOLE, C. (ed). Berlin: Springer-Verlag. Heidelberg, Germany, p. 129–215, 2011.

HARTMANN, H. T et al. **Plant propagation: principles and practices**. 7th. ed. New Jersey: Prentice Hall, 880 p., 2002.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 915 p., 2010.

HASSAN, A. I.; GHONEIM, M. A. M. A Possible Inhibitory Effect of *Physalis* (*Physalis pubescens* L.) On Diabetes in Male Rats. **World Applied Sciences Journal**, v. 21, n. 5, p. 681-688, 2013.

HUNZIKER, A. T. South American Solanaceae: A synoptic survey. In: **The Biology and Taxonomy of the Solanaceae**; HAWKES, J. G.; LESTER, R. N.; SKELDING, A. D. (eds.) London: Academic Press, London, UK, p. 49–85, 1979.

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. Dados meteorológicos da estação convencional de Lavras (MG). Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A001#>

IVES L. et al. Graft compatibility of scotch bonnet (*CAPSICUM CHINENSE* Jacq) with selected salt tolerant solanaceous. **J. Agric. Sci. Technol.**, v. 2, p. 81-92, 2012.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: Mc-Graw-Hill Book Company, 2 nd ed., 523 p., 1940.

KHANDURI, V. P. Variation in Anthesis and Pollen Production in Plants. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 11, n. 6, p. 834-839, 2011.

KANTHARAJAH, A. S.; GOLEGAONKAR, P. G. Somatic embryogenesis in eggplant. **Scientia Horticulturae**, v. 99, n.2, p. 107–117, 2004.

KAWAGUCHI, M. et al. Anatomy and physiology of graft incompatibility in solanaceous plants. **J. Hortic. Sci. Biotech.**, v. 83, p. 581-588, 2008.

KNAAP, S. **Solanum section Germinata (Solanaceae)**. Organization for Flora Neotropica, 2002.

KNAPP, S.; STEHMANN, J. R.; GIACOMIN, L. L. New species, additions and a key to the Brazilian species of the Geminata clade of *Solanum* L. (Solanaceae) in Brazil. **PhytoKeys**, v.10, n.47, p. 1-48, 2015.

- KUMAR, R. et al. Vegetable Grafting: A recent Advance in Olericulture: A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 9, p. 1877–1882, 2018.
- KUMAR, S. et al. Identification of host plant resistance to pepper leaf curl virus in chilli (*Capsicum species*). **Scientia Horticulturae**, v. 110, n. 4, p. 359–361, 2006.
- LAGOS, T. et al. Estudio de la biología floral de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista de Ciencias Agrícolas**, v. 22, n. 1, 2005.
- LARCHER, W. **Ecofisiología vegetal**. São Carlos: RiMa, 123 p., 2000.
- LEE, J. M. et al. Current status of vegetable grafting: diffusion, grafting techniques, automation. **Scientia Horticulturae**, v.127, n.2, p. 93-105, 2010.
- LESTER, R. N.; DAUNAY, M.-C. Diversity of African vegetable *Solanum* species and its implications for a better understanding of plant domestication. In: **Schriften zu Genetischen Ressourcen: Rudolf Mansfield and Plant Genetic Resources, Proceedings of a Symposium Dedicated to the 100th Birthday of Rudolf Mansfield**, Gatersleben, Germany, (2001), p. 137–152, 2003.
- LIMA, C. S. et al. de R. Características físico-químicas de *Physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista Brasileira Fruticultura**. Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1060-1068, 2009.
- LOPES, C. A.; MENDONCA, J. L. de **Enxertia em tomateiro para o controle da murcha bacteriana**. Brasília, DF: Embrapa, Embrapa Hortaliças. Circular técnica, v. 131, 8 p., 2014.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2. ed. Editora Instituto Plantarum: Nova Odessa, 512 p., 2008.
- MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C. et al. Physiological aspects of rootstock–scion interactions. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 2, p. 112–118, 2010.
- MARTÍNEZ, J. S.; PONCE, O. V.; TAVARES, P. Z. Cultivo tradicional de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) una espécie de tomatillo silvestre de México. ISBN: 978-607-00-2083-4. **XIX Semana Nacional de La Investigación Científica, Avances en La Insvestigación Científica en El Cucha**, 2008.
- MARTINS, F. B.; GONZAGA, G.; SIMÕES, R. M. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, p. 129-156, 2018.
- MAURYA, D. et al. Grafting techniques in vegetable crops: A review. **International Journal of Chemical Studies**, v. 7, n. 2, p. 1664-1672, 2019.
- MELNYK, C.; MEYEROWITZ, E. Plant grafting. **Curr Biol**, v. 25, p. 183–188, 2015.

- MELO, E. T de. **Compatibilidade anatômica dos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis* com pereiras, macieiras e marmeleiros.** (Dissertação mestrado) – Univesidade Federal de Lavras, Lavras. 77 p., 2016.
- MICHEREFF-FILHO, M. et al. Resposta à mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e ao Tomato severe rugose virus de acessos de *Solanum* subgênero *Leptostemonum*. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 440–445, 2012.
- MOURA, P. H. A. et al. Cobertura plástica e densidade de plantio na qualidade das frutas de *Physalis peruviana* L. *Revista Ceres*, v. 63, n. 3, p. 334-339, 2016.
- MOURA, P. H. A.; GONÇALVES, E. D.; PIO, R. Cultivo da fisális. In: PIO, R. **Cultivo de Fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. 2 ed. rev. e ampl. Lavras: Ed. UFLA, 2018.
- MUDGE, K. et al. A History of Grafting. In: **Horticultural Reviews**, JANICK, J. (ed). John Wiley & Sons, v. 35, p. 437-493, 2009.
- MUNIZ, J. et al. General aspects of physalis cultivation. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 964-970, 2014.
- NORDEY, T.; SHEM, E.; HUAT, J. Impacts of Temperature and Rootstocks on Tomato Grafting Success Rates. **HortScience**, v. 55, n. 2, p. 136-140, 2020.
- NOVOA, R. H. et al. La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) almacenada a 12 °C*. **Agronomía Colombiana**, v. 24, n. 1, p. 77-86, 2006.
- NUEZ, F. **El cultivo del tomate**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 793 p., 2001.
- ODA, M. Use of grafted seedlings for vegetable production in Japan. **Acta Horticulturae**, n. 770, p. 15–20, 2008.
- OLIVEIRA, J.A.R. et al. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de Camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**, v.5, n.2, p.573-583, 2011.
- OLMSTEAD, R. G. et al. Phylogeny and provisional classification of the Solanaceae based on chloroplast DNA. In **Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization**; NEE, M.; SYMON, D. E.; LESTER, R. N.; JESSOP, J. P. (eds). Royal Botanic Gardens: Kew, UK, p. 111–137, 1999.
- OLMSTEAD, R. G. et al. A molecular phylogeny of the Solanaceae. **Taxon**, v. 57, p. 1159–1181, 2008.
- PADGETT, M.; MORRISON, J. C. Changes in grape berry exudates during fruit-development and their effect on mycelial growth of *Botrytis cinerea*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 115, p. 269-273, 1990.

- PAIVA, E. A. S. et al. The influence of light intensity on anatomical structure and pigment contents of *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. cv. purpurea Boom (Commelinaceae) leaves. **Brazilian Archives of Biology And Technology**, Paraná, v. 46, n. 4, p.617-624, dez. 2003.
- PAIVA, J. G. A. et al. Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta bot. Bras**, v.20, n. 2, p. 257-264, 2006.
- PEIL, R. M. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1169-1177, 2003.
- PENELLA C. et al. Some rootstocks improve pepper tolerance to mild salinity through ionic regulation. **Plant Science**, v.230, p. 12-22, 2015.
- PENELLA, C. et al. Chlorophyll fluorescence imaging can reflect development of vascular connection in grafting union in some Solanaceae species. **Photosynthetica**, v. 55, n. 4, p. 671–678, 2017.
- PETRI et al. Advances in fruit crop propagation in Brazil and worldwide-apple trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 3, 14 p., 2019.
- PINA, P.; ERREA, P. A review of new advances in mechanism of graft compatibility-incompatibility. **Scientia Horticulturae.**, v.106, n. 1, p. 1–11, 2005.
- PRETZ, C.; DEANNA, R. Typifications and nomenclatural notes in *Physalis* (Solanaceae) from the United States. **Taxon**, 23 p., 2020.
- PROHENS, J.; BLANCA, J. M.; NUEZ, F. Morphological and molecular variation in a collection of eggplant from a secondary center of diversity: implications for conservation and breeding. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v. 130, n. 1, p. 54-63, 2005.
- RAMADAN, M. F. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. **Food Research International**, v.44, n. 7, p. 1830-1836, 2011.
- REBOITA, M. S. et al. Aspectos climáticos do estado de minas gerais (CLIMATE ASPECTS IN MINAS GERAIS STATE). **Revista Brasileira de Climatologia**. v.17, n.11, p. 206 – 226, 2015.
- RICK, C. M. The tomato. In: KING, R. C. (ed). **Handbook of Genetics**. New York: Plenum Press, v. 2, p. 247-280, 1975.
- RICK, C. M. Tomato, *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). In: SMARTT, J., SIMMONDS, N. W. (eds). **Evolution of Crop Plants**, Essex: Longman, p. 268-273, 1976.
- RICK, C. M. Tomato. In: FEHR, W. R.; HADLEY, H. H. (eds). **Hybridization of Crop Plants**, Madison: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America Publishers, p. 669-680, 1980.

RIVERO, R.; RUIZ, J.; ROMERO, L. Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. **J. Food Agric. Environ**, v.1, p. 70–74, 2003.

RODRIGUES, E. et al. Minerals and essential fatty acids of the exotic fruit *Physalis peruviana* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 642-645, 2009.

RODRIGUES, F. A. **Caracterização físico-química e anatômica de *Physalis peruviana***. (Tese doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 100 p. 2011.

RODRIGUES, F. A. et al. Caracterização fenológica e produtividade de *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 6 , p. 1771-1777, 2013.

RODRIGUES, F. A. et al. Caracterização física, química e físico-química de physalis cultivada em casa de vegetação. **Revista Ciência Rural**. Santa Maria, v.44, n.8, p.1411-1414, 2014.

RODRIGUES, M. H. B. S. **Caracterização fenológica, produtividade e maturação de frutos e sementes de *Physalis peruviana* L.** (Dissertação Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal. 69 f., 2018.

RUFATO, L. et al. Aspectos técnicos da cultura da Physalis. Pelotas, UFPel. 101p., 2008.

RUFATO, L. et al. Aspectos técnicos da cultura da fisalis. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 268, p. 69-83, 2012.

RUFATO, A. de R. et al. A cultura da physalis. KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; PELIZZA, T. R. (org.). **Pequenas frutas**. Florianópolis: DIOESC, v. 1, ed. 1, 2013.

RUIZ-SIFRE, G.; SANTIAGO-SANTOS, L. R.; RAMIREZ-RAMOS, L. V. Bioregulators and poinsettia plant quality. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 81, p. 53-61, 1997.

SAMUELS, J. Genetically Engineered Bt Brinjal and the Implications for Plant Biodiversity-Revisited. **The Hindu**, 2012.

SAMUELS, J. Biodiversity of Food Species of the Solanaceae Family: A Preliminary Taxonomic Inventory of Subfamily Solanoideae. **Resources**, v. 4, p. 277-322, 2015.

SÁNCHEZ-MATA, M. C. et al. α -Solasonine and α -Solamargine Contents of Gboma (*Solanum macrocarpon* L.) and Scarlet (*Solanum aethiopicum* L.) Eggplants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 9, p. 5502-5508, 2010.

SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, E.; ROMERO, L.; RUIZ, J. M. Role of grafting in resistance to water stress in tomato plants: ammonia production and assimilation. **J. Plant Growth Regul.**, v. 32, p. 831-842, 2013.

SAVVAS, D. et al. Amelioration of heavy metal and nutrient stress in fruit vegetables by grafting. **Sci. Hortic.**, v. 127, p.156-161, 2010.

- SILVA, K. N.; AGRA, M. F. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Nycandra physalodes* e *Physalis angulata* (Solanaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n.4, p. 344351, 2005.
- SILVA, D. F. et al. Conservação pós-colheita de fisális e desempenho produtivo em condições edafoclimáticas de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p. 826-832, 2013.
- SILVA, D. F. **Utilização de malhas de sombreamento coloridas na produção de mudas e frutos de espécies do gênero *Physalis* L.** (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 130 p., 2014.
- SILVA, D. F.; STRASSBURG, R. C.; VILLA, F. Morfoanatomia do caule de espécies do gênero *Physalis*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 1, p. 38-45, 2015.
- SILVA, D. F. et al. Viabilidade polínica e quantificação de grãos de pólen em espécies de fisális. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, n. 2, p. 365-373, 2017.
- SILVA, N. S. **Crescimento e desenvolvimento de *Physalis ixocarpa* Brot. Ex Hormen em diferentes condições de luminosidade.** (Dissertação mestrado). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 66 f., 2016.
- SIMÕES, A. C. et al. Compatibilidade de tomateiro sob diferentes portaenxertos e métodos de enxertia em sistema orgânico. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 961-972, 2014.
- SINGH, H. et al. Tomato Grafting: A Global Perspective. **HortScience**, v. 52, n. 10, p. 1328–1336, 2017.
- SOARES, E. L. C.; et al. Gênero *Physalis* L. (Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas: botânica**, São Leopoldo, n. 60, p.323-340, 2009.
- STEHMANN, J. R. et al. **Solanaceae in lista de espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015.
- TOMASSINI, T. C. B. et al. M. Verification of the Molluscicide Activity of *Physalis angulata* Extracts on *Biomphalaria tenagophila* under Laboratory Condictions. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, v. 98, n. 3, p. 425-428, 2003.
- TZORTZAKAKIS, E. A.; BLETSOS, F. A.; AVGELIS, A. D. Evaluation of *Solanum* rootstock accessions for control of root-knot nematodes and tobamoviruses. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 113, n. 4, p. 188–189, 2006.
- VILELA, A. C. **Enxertia em Hortaliças.** (Trabalho de conclusão de curso) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 60 p., 2016.
- VAN ECK, J.; SNYDER, A. Eggplant (*Solanum melongena* L.). **Methods Mol Biol**, v. 343, p. 439-447, 2006.

VU, N.T. et al. Enhanced graft-take ratio and quality of grafted tomato seedlings by controlling temperature and humidity conditions. **Protected Hort. Plant Fac.** v. 22, n. 22, p. 146–153, 2013.

WANG, G. et al. New anti-inflammatory withanolides from *Physalis pubescens* fruit. **Fitoterapia**, v. 146, 2020.

WANG, H. et al. De novo Comparative Transcriptome Analysis of Genes Differentially Expressed in the Scion of Homografted and Heterografted Tomato Seedlings. **Scientific Reports**, v. 9, n. 20240, 12 p., 2019.

WANG, J.; JIANG, L.; WU, R. Plant grafting: how genetic exchange promotes vascular reconnection. **New Phytol.**, v. 214, p. 56–65, 2017.

WATERFALL, V. T. *Physalis* in Mexico, Central America and the West Indies. **Rhodora**, v.69, p. 203–239, 1967.

WILSON, H. P. et al. **Virginia Commercial Vegetable Production Recommendations**. Virginia State University, 191 p., 2012.

WHITE, J. W.; CASTILLO, J. A. Relative effect of root and shoot genotype in yield of common bean under drought stress. **Crop Science**, v. 29, p. 360-362, 1989.

WU, S. J. et al. Antioxidant activities of *Physalis peruviana*. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v. 28, n. 6, p. 963-966, 2005.

WULF, K E.; REID, J. B.; FOO, E. What drives interspecies graft union success? Exploring the role of phylogenetic relatedness and stem anatomy. **Physiologia Plantarum**, v. 170, n. 1, p. 132-147, 2020.

ZEIST, A. R. et al. Graft takes of tomato on other solanaceous plants. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 513-520, 2017.

ZOHARY, D.; SPIEGEL-ROY, P. Beginning of fruit growing in the Old World. **Science**, v. 187, p. 319–327, 1975.