



ALEXANDRE DIAS DA SILVA

**PRODUÇÃO DE MUDAS CÍTRICAS INTERENXERTADAS
EM SISTEMA HIDROPÔNICO**

**LAVRAS – MG
2019**

ALEXANDRE DIAS DA SILVA

**PRODUÇÃO DE MUDAS CÍTRICAS INTERENXERTADAS EM SISTEMA
HIDROPÔNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. José Darlan Ramos
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

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

Silva, Alexandre Dias da.

Produção de mudas cítricas interenxertadas em sistema
hidropônico / Alexandre Dias da Silva. - 2019.

42 p.: il.

Orientador(a): José Darlan Ramos.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Citrus. 2. Propagação. 3. Incompatibilidade. I. Ramos, José
Darlan. II. Título.

ALEXANDRE DIAS DA SILVA

**PRODUÇÃO DE MUDAS CÍTRICAS INTERENXERTADAS EM SISTEMA
HIDROPÔNICO**

**PRODUCTION OF CITRUS SEEDLINGS INTERSTOCKED IN THE HYDROPONIC
SYSTEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 02 de agosto de 2019.

Dr. Paulo Márcio Norberto EPAMIG

Dra. Paula Nogueira Curi UFLA

Prof. José Darlan Ramos
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida, por tudo que já me concederam e por estarem sempre presentes em minha vida.

Aos meus pais, João Pereira da Silva e Maria Zelia Dias da Silva, pelo amor, dedicação, ensinamentos e apoio incondicional; aos meus irmãos, Ezequiel Dias da Silva e Daiane Dias da Silva Bandeira; ao meu cunhado, Marcos Aurélio Bandeira e a minha sobrinha, Alice, que sempre torceram por mim.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), que me recebeu de braços abertos, desde a graduação ao presente momento.

Ao Departamento de Agricultura (DAG) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela oportunidade de realizar o Mestrado e pela ampliação dos meus conhecimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

Ao professor e orientador Dr. José Darlan Ramos, pela orientação, amizade, compreensão e ensinamentos ao longo desses anos.

Aos pós-doutorandos Fábio Oseias e Verônica Andrade dos Santos, pela ajuda nos experimentos, por trocarem conhecimentos e pela amizade que levarei pela vida toda.

Ao Rene Medeiros, pela colaboração na condução do experimento e à Janaina de C.S Cruz, na interpretação dos dados.

Aos professores, técnicos e servidores do Departamento de Agricultura, pela atenção, ensinamentos transmitidos e harmoniosa convivência.

A todos os funcionários dos setores de Fruticultura e Horto Botânico com as quais tive o prazer de trabalhar e fazer grandes amizades.

A todos os amigos e colegas da universidade que, nestes anos, estiveram ao meu lado, somando alegrias e aprendizados.

OBRIGADO A TODOS!

RESUMO

Na busca por novas tecnologias visando contornar a incompatibilidade da laranjeira ‘Pera’ sobre os porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e Citrumeleiro ‘Swingle’, a utilização da interenxertia pode ser uma alternativa viável. Contudo, o sistema convencional de propagação de mudas cítricas, mesmo com a utilização dessa técnica, implica em maior tempo para formação, além das altas percentagens de descartes de mudas. A hidroponia pode ser uma técnica alternativa viável, pois vem se destacando por proporcionar a obtenção de mudas de qualidade, em menor tempo. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os métodos de enxertia visando à produção de mudas de laranjeiras sobre os porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e citromeleiro ‘Swingle’, utilizando como interenxerto o limoeiro ‘Cravo’, no sistema de hidroponia. Para a viabilização desta pesquisa foram necessárias duas etapas. Na primeira, foram empregados dois métodos de enxertia (subenxertia e garfagem), em dois porta-enxertos. O delineamento utilizado no primeiro experimento foi o inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos, dez repetições e cinco plantas por parcela, totalizando 200 mudas. No segundo experimento foram utilizadas mudas provenientes dos melhores tratamentos (garfagem) da primeira etapa. Essas mudas foram enxertadas por garfagem e borbullia. Foi utilizado também o delineamento em DIC, com seis tratamentos (três porta-enxertos e dois métodos de enxertia), cinco repetições e cinco plantas por parcela, totalizando 150 mudas. Ambas as etapas foram conduzidas em sistema hidropônico, localizado no telado do Horto Botânico, no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Conclui-se que, no primeiro experimento, as mudas obtidas pelo método da garfagem, com o porta-enxerto ‘Flying Dragon’, apresentaram em maiores índices de viabilidade e desenvolvimento. Já no segundo experimento, os tratamentos com as mudas interenxertadas de laranjeira ‘Pêra’ apresentaram resultados de pegamento, altura média das mudas e diâmetro médio da haste principal bem semelhantes aos obtidos sem o uso do interenxerto. Portanto, o sistema hidropônico é uma alternativa viável para a produção da muda cítrica interenxertada.

Palavras-chave: Citrus. Propagação. Incompatibilidade.

ABSTRACT

In the search for new technologies aimed at circumventing the incompatibility of 'Pear' orange on 'Flying Dragon' and Citrumelo 'Swingle' rootstocks, the use of inter-grafting may be a viable solution. However, in the conventional system of propagation of citrus seedlings, even with the use of such a technique, a longer time for formation is required, besides the high percentages of seedlings discard. Hydroponics can be a viable alternative technique, as it has been outstanding for providing quality seedlings in a shorter time. Thus, the present paper aims at evaluating the grafting methods envisioning the production of orange seedlings on the 'Flying Dragon' and the Citrumelo 'Swingle' rootstocks, using the 'Cravo' lemon tree as a graft in the hydroponics system. To make this research feasible, two steps were necessary and, in the first one, we employed two grafting methods (sub grafting and foraging) in two rootstocks. The design used in the first experiment was completely randomized (CRD), consisting of four treatments, ten replications and five plants per plot, totaling 200 seedlings. In the second experiment, seedlings from the best treatments (foraging) of the first stage were used. These seedlings were grafted by foraging and bubbling. We also used the design in CRD, with six treatments (3 rootstocks and two grafting methods), five replications and five plants per plot, totaling 150 seedlings. Both stages were carried out in a hydroponic system, located on the roof of the Botanical Garden of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras (UFLA). We concluded that in the first experiment the seedlings obtained by the roasting method with the 'Flying Dragon' rootstock resulted in higher viability and development rates. Whilst in the second experiment the treatments with the grafted tree orange 'Pêra' seedlings presented results of setting, the average height of the seedlings and the average diameter of the main stem very similar to those obtained without the use of the graft. Therefore, the hydroponic system is a viable alternative for the production of interplanted citrus seedlings.

Keywords: Citrus. Propagation. Incompatibility.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1	A Importância da Citricultura.....	10
2.2	Propagação de Citros.....	11
2.3	Porta-enxertos cítricos.....	11
2.3.1	‘Flying Dragon’	13
2.3.2	Citrumeleiro ‘Swingle’	14
2.3.3	Limoeiro ‘Cravo’.....	15
2.4	Subenxertia na citricultura	16
2.5	Interenxertia na produção de mudas cítricas.....	17
2.6	Cultivo hidropônico	18
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1	Primeiro experimento: métodos de enxertia e porta-enxertos na produção de mudas cítricas em sistema hidropônico	21
3.2	Segundo experimento: interenxertia na produção de mudas de laranjeira ‘Pera’ em sistema hidropônico.....	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1	Métodos de enxertia e porta-enxertos na produção de mudas cítricas em sistema hidropônico	29
4.2	Interenxertia na produção de mudas de laranjeira ‘Pera’ em sistema hidropônico.....	35
5	CONCLUSÕES	38
	REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o principal produtor mundial de citros, destacando-se na produção de suco de laranja concentrado e congelado, sendo também o maior exportador desse produto. No entanto, há necessidade de evolução, em relação à qualidade das frutas produzidas, visando atender ao mercado internacional de frutas frescas (KALAK; NEVES, 2017).

Entre os fatores que vêm sendo avaliados para o aumento da produtividade dos pomares brasileiros destacam-se a diversificação de porta-enxertos e a produção de mudas de alta qualidade genética, fitossanitária e fisiológica. Pesquisas com diferentes combinações de porta-enxertos e copas devem ser avaliadas em condições edafoclimáticas específicas para identificar aquelas que proporcionem maior resistência a estresses bióticos e abióticos e que induzam aumento da produtividade (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2008).

A técnica de enxertia predominantemente utilizada para a produção comercial de mudas cítricas é por meio da borbulhia da cultivar copa enxertada sobre o porta-enxerto cítrico. No entanto, esse método exige que o porta-enxerto cítrico esteja bem desenvolvido, com diâmetro de caule superior a 6 mm, no local da enxertia (CARVALHO; GRAF; VIOLANTE, 2005). Dessa maneira, torna-se necessário o estudo de métodos alternativos, capazes de possibilitar a propagação cítrica em porta-enxertos com diâmetros inferiores a 6 mm, como os métodos de subenxertia e a garfagem.

A subenxertia, popularmente chamada de encostia, é uma técnica que permite substituir o porta-enxerto de uma copa ou muda já formada, por meio da inserção sob copa de um novo porta-enxerto, com a finalidade de desenvolver um sistema radicular alternativo para substituir aquele afetado por problemas fitossanitários ou físicos (GIRARDI; MOURÃO FILHO; ALVES, 2010; MÜLLER et al., 2002). Este método é utilizado para prevenir a contaminação ou recuperar pomares jovens já contaminados pela morte súbita dos citros, bem como para salvar plantas danificadas por roedores, agentes mecânicos ou químicos (BASSANEZI; GIMENES-FERNANDES; YAMAMOTO, 2003; POMPEU JUNIOR, 2005; TERSI, 2004).

A garfagem é o processo que consiste em unir um pedaço de ramo destacado (enxerto ou garfo) sobre outro vegetal (porta-enxerto), de maneira que permita o seu desenvolvimento. Para o sucesso da enxertia, é essencial que a região cambial do garfo seja colocada em contato íntimo com a do cavalo (SIMÃO, 1998).

A incompatibilidade existente entre a laranjeira ‘Pera’ com o *Poncirus trifoliata* e seus híbridos pode ser contornada pela interposição de um tecido de outra cultivar cítrica

compatível (interenxerto) entre a copa e o porta-enxerto. Todavia, mudas de citros interenxertadas em sistema convencional demandam maior tempo para a produção, além de resultar em baixa eficiência de rendimento. Outro fator importante que pode limitar a avaliação de plantas enxertadas sobre o ‘Flying Dragon’ é a dificuldade na produção de mudas, uma vez que seu crescimento é lento e com interrupções (GIRARDI; MOURÃO FILHO, 2006; GUILHERME et al., 2014).

A hidroponia é uma técnica de cultivo protegido na qual o solo é substituído por solução nutritiva contendo todos os elementos essenciais para o crescimento dos vegetais. Essa técnica apresenta inúmeras vantagens, como elevada capacidade de produção, independe de clima ou solo, tem possibilidade de cultivo durante todo o ano, permite o uso racional de água, de fertilizantes e defensivos agrícolas, proporciona produtos de melhor qualidade e maior uniformidade, além de permitir antecipação da colheita e maior controle fitossanitário (FAQUIN; FURTINI NETO; VILELA, 1996). A produção de mudas cítricas interenxertadas em sistema hidropônico poderia ser uma alternativa viável para a redução do tempo de produção, diminuindo a porcentagem de descartes e aumentando a eficiência na produção de mudas de qualidade. Atualmente, o sistema hidropônico desponta como método promissor para o cultivo de mudas.

Dessa maneira, na primeira etapa do presente estudo, o objetivo foi avaliar os métodos subenxertia e a garfagem, como alternativas na propagação cítrica, para os porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e citromelo ‘Swingle’. Já na segunda etapa, buscou-se avaliar a viabilidade da produção de mudas interenxertadas de laranjeira ‘Pera’ em sistema hidropônico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Importância da Citricultura

Os citros estão entre as espécies cultivadas de maior importância mundial, tanto pelo lado econômico, gerando saldos positivos na balança comercial para os países que os produzem e industrializam, quanto pela face social, sendo uma cultura agrícola geradora de empregos e renda para a região produtora. O Brasil é referência global, sendo o maior produtor mundial de citros e o maior exportador de suco de laranja concentrado congelado (SLCC). (KALAK; NEVES, 2017).

Atualmente, a citricultura brasileira conta com, aproximadamente, 12 mil produtores de laranja espalhados por mais de 800 mil hectares, cultivando 165 milhões de árvores, gerando, para o país, aproximadamente 230 mil postos de trabalho, entre empregos diretos e indiretos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2017).

A citricultura brasileira tem se destacado pela promoção do crescimento socioeconômico, contribuindo com a balança comercial nacional e, principalmente, como geradora direta e indireta de empregos na área rural. As laranjeiras, as tangerineiras, as limeiras ácidas e os limões verdadeiros são os principais tipos de citros cultivados no Brasil (KALAK; NEVES, 2017).

As principais regiões produtoras de laranjas no Brasil são a sul, a nordeste e a sudeste, com 29,9 milhões, 36,9 milhões e 341,1 milhões de caixas da fruta, respectivamente, com destaque para o estado de São Paulo, com 318,2 milhões de caixas, sendo o maior produtor de laranjas, correspondendo a 75,9% da produção nacional e 93,3% da região sudeste (INFORMA ECONOMICS IEG/FNP, 2019).

Pesquisas revelam que a produção brasileira de laranjas vem aumentando, nos últimos anos, devido às inovações tecnológicas na citricultura, como adensamento de plantio, uso eficiente da irrigação e monitoramento e medidas de prevenção contra pragas e doenças (KALAK; NEVES, 2017).

Nos Estados Unidos, que já foram considerados os maiores produtores mundiais dessa fruta, a produção vem diminuindo ano após ano, principalmente devido aos danos causados pelo *huanglongbing*, conhecida popularmente como *greening*, que é a principal doença enfrentada pela citricultura atualmente. De acordo com Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, a produção de citros naquele país, na safra 2017/18, totalizou 6,18 milhões de toneladas, 20% abaixo da safra 2016/17 (FOOD AND AGRICULTURE

ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2017; UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2018).

2.2 Propagação de Citros

As plantas cítricas podem ser propagadas por diferentes métodos, tanto de forma sexuada, com a utilização de semente, como assexuada, pelos mais variados métodos, como estaquia, alporquia, cultura de tecidos e, notadamente, a enxertia do tipo “borbulhia”, que é a técnica mais utilizada na produção comercial de mudas cítricas (FACHINELLO et al., 2005).

O sucesso na propagação das mudas cítricas está altamente relacionado por fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa do ar, umidade do solo, bem como fatores diretamente ligados à muda cítrica, como teor e retenção de água na planta, idade do porta-enxerto, estágio de desenvolvimento do enxerto e, principalmente, o método de propagação utilizado (DESHMUKH et al., 2017).

Dentre os fatores que podem interferir na união entre enxerto e porta-enxerto, os principais são as condições ambientais, a idade do porta-enxerto, a época de enxertia, a classificação botânica, a sanidade do material, a técnica utilizada, a habilidade do enxertador e a compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto. Nesse sentido, faz-se necessário um bom planejamento para a propagação das mudas cítricas (DESHMUKH, et al., 2017; SOUZA et al., 2013).

A produção de mudas cítricas via enxertia é considerado um método conjugado que envolve a propagação sexuada do porta-enxerto e assexuada da copa. A combinação entre cultivar copa e porta-enxerto é de fundamental importância para a formação de uma planta produtiva e que, ao mesmo tempo, apresente resistência ou tolerância aos fatores bióticos e abióticos que podem comprometer a produção cítrica (ALBRECHT et al., 2017; BOWMAN; ALBRECHT, 2017).

2.3 Porta-enxertos cítricos

Os porta-enxertos cítricos são considerados os componentes mais importantes na citricultura moderna, atuando diretamente nos aspectos agronômicos, em consonância com a cultivar copa (BOWMAN; ALBRECHT, 2017).

A citricultura brasileira mostra-se vulnerável devido, principalmente, à utilização de poucas combinações entre copas e porta-enxertos, expondo-a ao ataque de pragas e à

ocorrência de estresses abióticos, dentre eles o estresse hídrico (SCHINOR et al., 2013). Diante disso, a ampliação da base genética relacionada às variedades utilizadas para copas e porta-enxertos, incluindo aquelas com capacidade de adaptação a estresses abióticos, contribuirá decisivamente para que se alcancem rendimentos economicamente superiores (BRITO et al., 2008).

Os fatores bióticos, representados, principalmente, pelas pragas e doenças, é fator crucial para a escolha adequada do conjunto copa e porta-enxerto. Atualmente, algumas doenças vêm ameaçando a citricultura mundial, como é caso do *huanglongbing* (HLB), mais conhecido como *greening* (SHOKROLLAH et al., 2011).

A chamada cronologia dos portas-enxertos cítricos se deu ao longo da história da citricultura, havendo mudanças na escolha dos porta-enxertos cítricos, em decorrência de problemas relacionados, principalmente, a doenças e a fatores ambientais (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

No Brasil, os citros foram propagados por sementes desde a sua introdução, por volta do ano de 1500, até o início do século XX, quando a citricultura alcançou expressão comercial e passou a fazer uso de porta-enxertos. Os primeiros porta-enxertos utilizados foram as laranjeiras-doces, entre as quais a ‘Caipira’ [*Citrus sinensis* (L) Osbek.] destacou-se, provavelmente, pela facilidade de obtenção de sementes. Entretanto, por apresentar baixa resistência à gomose e à seca, foi substituída pela laranjeira ‘Azeda’ (*Citrus aurantium*) (MARQUES et al., 2019).

Na década de 1960, a citricultura brasileira foi praticamente alicerçada sobre um único porta-enxerto, o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus Limonia* Osbeck). Entretanto, na década de 1970, o surgimento do “declínio dos citros” dizimou milhões de plantas enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’. Essa nova doença, de natureza desconhecida, provocou uma nova diversificação dos porta-enxertos, aumentando a utilização da tangerineira ‘Cleópatra’ (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka) e do limoeiro ‘Volkameriano’ (*Citrus volkameriana* V. Ten. & Pasq.) (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2008).

Em 1999, houve a identificação de uma nova doença afetando plantas de laranjeiras e tangerineiras enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’, na região sudoeste de Minas Gerais e na região norte de São Paulo. Essa doença foi denominada de morte súbita dos citros (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2008). Nesse período também se observou que plantas enxertadas sobre tangerineira ‘Cleópatra’, citrumelo ‘Swingle’ e ‘Trifoliata’ *Poncirus trifoliata* (L.) Raf não mostravam sintomas da morte súbita dos citros, nos pomares atingidos pela doença (GIRARDI; MOURÃO FILHO, 2006).

Diferentes porta-enxertos vêm sendo estudados quanto às características em relação à formação de mudas, às afinidades com variedades copa, à tolerância ao estresse hídrico, às doenças, à precocidade de produção, à produtividade e à longevidade. Nesse contexto, vêm se destacando os trifoliatas e seus híbridos, principalmente *Poncirus trifoliata* var. monstrosa ‘Flying Dragon’, por ser considerada a única variedade a induzir nanismo às plantas cítricas (SILVA et al., 2015).

O nanismo é uma característica desejável por vários aspectos, tais como otimização da área produtiva, facilidade de alguns tratos culturais e aumento da produtividade. O uso de porta-enxertos nanicantes, combinados com copas de interesse, pode ser atraente para o citricultor, por facilitar os tratos culturais, podendo reduzir o custo de produção e agressões ao meio ambiente por proporcionar maior eficiência no controle fitossanitário (PIMENTEL et al., 2014).

2.3.1 ‘Flying Dragon’

A origem do trifoliata ‘Flying Dragon’ *Poncirus trifoliata* var. monstrosa é o Japão, por meio de uma mutação natural do porta-enxerto *P. trifoliata* (NESOM, 2014). Suas principais características são a presença de espinhos curvos e ramos tortuosos (SILVA et al., 2015). Seus frutos, quando maduros, apresentam coloração amarelada, calibre pequeno e elevada quantidade de sementes por fruto. O ‘Flying Dragon’ é considerado porta-enxerto de pequeno porte, mesmo em idade da planta adulta, por apresentar efeito ananicante. As cultivares copas sobre ele enxertadas apresentam desenvolvimento lento e porte baixo, sendo interessante para a realização dos manejos culturais, como podas e aplicação de defensivos agrícolas, facilitando a colheita dos frutos, sem o uso escadas e outros equipamentos (BASTOS et al., 2014). O ‘Flying Dragon’ tem sido recomendado como uma alternativa para plantios mais adensados, aumentando o número de plantas por unidade de área, sendo tendência para novos plantios de mudas cítricas e outras culturas frutíferas, como abacateiro e mangueira, entre outras (MADEMBA-SY; LEMERRE-DESPREZ; LEBEGIN, 2012).

A indução ao nanismo é a principal característica agrônômica do ‘Flying Dragon’, considerado, por muitos autores, como o único porta-enxerto verdadeiramente nanicante (RODRIGUES et al., 2016), capaz de formar plantas com alturas inferiores a 2,5 m (POMPEU JUNIOR, 2005).

O ‘Flying Dragon’ tem sido avaliado como porta-enxerto para várias copas de citros e induz nanismo às copas enxertadas sobre ele. Apresenta imunidade contra a tristeza dos citros,

resistência a nematoides (*Tylenchus semipenetrans* e *Pratylenchus jaehni* Inserra) e também induz a produção de frutos com boa qualidade (POMPEU JÚNIOR; BLUMER, 2008).

Entretanto, o uso do ‘Flying Dragon’ como porta-enxerto não tem muita adesão por parte dos viveiristas de mudas cítricas, devido ao seu lento crescimento para a produção de mudas em viveiro, além de apresentar caule tortuoso, com elevado número de espinhos, dificultando, posteriormente, a operação de enxertia da variedade copa. Outro ponto importante apresentado pelos trifoliatas e seus híbridos é a incompatibilidade com algumas laranjeiras-doces, como é caso da laranjeira ‘Pera’, a cultivar mais produzida no país, tendo aptidão para o mercado tanto como fruta de mesa como para a indústria, para a extração do suco (POMPEU JUNIOR, 2005).

Muitos viveiristas relatam que a utilização do porta-enxerto ‘Flying Dragon’ demanda maior tempo para a produção da muda cítrica, quando comparado a outros porta-enxertos cítricos, porque o ‘Flying Dragon’ apresenta efeito ananicante, que influencia o baixo crescimento da muda. Sousa et al. (2019) constataram que mudas produzidas utilizando o ‘Flying Dragon’ como porta-enxerto demandaram maior tempo para atingirem altura de comercialização. Também Rodrigues et al. (2016) relataram que mudas produzidas sobre o porta-enxerto ‘Flying Dragon’ necessitaram de maior período de formação, em função do menor vigor desse genótipo.

Martínez-Alcántara et al. (2013) relataram que o menor desenvolvimento de mudas de *Citrus sinensis* Osbek cv. Valência, enxertadas sobre o porta-enxerto ‘Flying Dragon’, foi resultante da maior resistência hidráulica apresentada por esse porta-enxerto em relação aos porta-enxertos mais vigorosos.

2.3.2 Citrumeleiro ‘Swingle’

O porta-enxerto citrumeleiro ‘Swingle’ [*Citrus paradisi* Macf. X *Poncirus trifoliata* (L.) Raf] foi desenvolvido na Flórida, Estados Unidos, nomeado também como Citrimelo 4475. É um híbrido obtido pela polinização de flores de pomelo ‘Duncan’ (*Citrus paradisi*) com pólen de flores do trifoliata [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf]. As laranjeiras produzidas sobre este porta-enxerto apresentam elevados índices de sólidos solúveis, excelente sabor para o consumo da fruta fresca e alto rendimento industrial na extração de suco (SCARPARE FILHO et al., 2000).

O citrumeleiro ‘Swingle’ foi introduzido na produção de mudas cítricas por apresentar algumas características desejáveis para o porta-enxerto cítrico, como resistência a doenças,

principalmente a gomose, e também ao nematoide dos citros, à morte súbita dos citros e ao frio, além de demonstrar tolerância ao declínio (HARTMANN et al., 2011).

Com o aparecimento da morte súbita dos citros, houve uma necessidade ainda maior de se encontrar porta-enxertos tolerantes a essa doença. O citrumeleiro 'Swingle' tem se mostrado tolerante a esse mal, o que gerou grande procura de sementes e mudas dessa espécie. Principalmente nos viveiros de citros no estado de São Paulo, nos últimos anos, o citrumeleiro 'Swingle' e a tangerineira 'Cleópatra' têm ocupado a segunda e a terceira posições, em termos de utilização para essa finalidade, representando pouco mais de 10% das propagações. Eles têm sido utilizados como subenxertos no caso da morte súbita de citros (LIMA et al., 2007).

Entretanto, um ponto importante com relação ao citrumeleiro 'Swingle', assim como ocorre com o porta-enxerto 'Flying Dragon', é sua incompatibilidade com a laranjeira 'Pera' (POMPEU JUNIOR, 2005).

2.3.3 Limoeiro 'Cravo'

O limoeiro 'Cravo' *Citrus limonia* Osbeck cv. cravo é originário da Índia. Trata-se de um genótipo que apresenta algumas qualidades, como resistência à tristeza dos citros, precocidade de produção e alta produtividade da cultivar copa sobre ele enxertada. Outro ponto importante é que ele apresenta resistência ao déficit hídrico, sendo indicado para plantios não irrigados (CARLOS; STUCHI; DONADIO, 1997). Porém, o limoeiro 'Cravo' manifesta suscetibilidade à exocorte, xiloporose, declínio, morte súbita e a nematoides (POMPEU JÚNIOR; BLUMER, 2008).

É um porta-enxerto que se adapta bem a vários tipos de solos, no entanto, mostra-se bem vulnerável à gomose em solos mal drenados, sendo recomendada a sua utilização em solos mais arenosos. A grande vantagem do limoeiro 'Cravo', em comparação a outros tipos de porta-enxertos, é que ele pode ser utilizado para qualquer variedade copa de citros, não apresentando problemas de incompatibilidade.

A importância do limoeiro 'Cravo' como porta-enxerto não se restringe apenas à sua grande utilização na citricultura brasileira. Sendo utilizado também em outros países, tem alta aceitação pelos viveiristas por apresentar rápido crescimento das mudas, casca menor e aderência ao cilindro central, facilitando a técnica de enxertia pelo métodos da borbulhia (TELLES et al., 2006).

Em campo de produção de citros, o limoeiro ‘Cravo’ tem se adaptado muito bem como porta-enxerto, principalmente para laranjeiras-doces e tangerineiras, pois tem apresentado altas produtividade, desenvolvimento rápido dos frutos, bom tamanho e uniformidades dos frutos. No entanto, na análise de alguns frutos produzidos em copas enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’ têm sido encontrados baixos teores de sólidos solúveis (CARVALHO; GRAF; VIOLANTE, 2005).

2.4 Subenxertia na citricultura

A subenxertia é uma técnica que permite substituir o porta-enxerto de uma copa já formada ou uma muda em formação por meio da inserção sob copa de um novo porta-enxerto, com a finalidade de formar um sistema radicular alternativo para substituir aquele afetado por problemas fitossanitários ou físicos (GIRARDI; MOURÃO FILHO; ALVES, 2010; MÜLLER et al., 2002). Esta técnica foi utilizada para prevenir a morte súbita dos citros em pomares nos quais ainda não se observava a doença ou na recuperação de plantas em estádios iniciais de manifestação de sintomas (TERSI, 2004).

A subenxertia foi avaliada na recuperação de plantas afetadas pela morte súbita dos citros no município de Comendador Gomes, MG, em pomar de laranjeira ‘Hamlin’ enxertada sobre limoeiro ‘Cravo’. Nesse caso, plantas afetadas pela doença foram subenxertadas com o citrumeleiro ‘Swingle’, utilizando-se dois subenxertos por planta e verificou-se que, em menos de um ano, o quadro modificou-se, havendo recuperação de cerca de 50% de plantas com sintomas. Por outro lado, em áreas não subenxertadas a doença atingiu 100% das plantas (BASSANEZI; GIMENES-FERNANDES; YAMAMOTO, 2003).

A subenxertia ainda é pouco empregada para a produção de mudas de citros, sendo citada nos trabalhos de Guilherme et al. (2014), Lima et al. (2014) e Setin e Carvalho (2011). Carvalho (2003), avaliou diferentes métodos de subenxertia para a produção de mudas de laranjeira ‘Valência’ com porta-enxertos duplos (limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’). Segundo os autores, apesar de haver maior dificuldade na produção de mudas com porta-enxertos duplos, essas mudas agregam, em uma mesma planta, características complementares desejáveis.

Guilherme et al. (2014) avaliaram a subenxertia como técnica auxiliar na produção de mudas interenxertadas de laranjeira ‘Pera’. Nesse caso, interenxertos de limoeiro ‘Cravo’ foram formados após a inserção, por subenxertia, dos porta-enxertos ‘Flying Dragon’ ou citrumeleiro Swingle sob casca do próprio limoeiro ‘Cravo’. Os autores obtiveram baixa

eficiência de produção das mudas com 25% de pegamento dos subenxertos de limoeiro ‘Cravo’ e 3,57% de citrumeleiro Swingle, mas as mudas foram obtidas em tempo inferior ao necessário para a formação de mudas interenxertadas convencionais.

2.5 Interenxertia na produção de mudas cítricas

A interenxertia é uma técnica que consiste em introduzir um tecido de genótipo diferente entre a copa e o porta-enxerto, porém, compatível com ambos, para funcionar como um “filtro” entre eles. Uma planta interenxertada é composta por três partes geneticamente diferentes (enxerto, interenxerto e porta-enxerto) e apresenta duas regiões de enxertia, tornando possível a união de duas plantas incompatíveis ou quando se pretende diminuir o vigor da copa (FACHINELLO et al., 2005).

O método da interenxertia, ou enxertia intermediária (filtro), é uma forma especial de propagação vegetativa utilizada quando se deseja unir diferentes espécies frutíferas de menor compatibilidade relativa, ou quando se pretende diminuir o vigor da cultivar utilizada para formar a copa (MARCON FILHO et al., 2009). Esta técnica consiste na utilização de um fragmento de um caule intermediário ou filtro, compatível com o enxerto e com o porta-enxerto, e que pode influenciar o desenvolvimento da copa e das raízes (SCAPARE FILHO et al., 2000).

A interenxertia é a principal alternativa para a produção de mudas de citros quando a combinação variedade copa/porta-enxerto é incompatível, como ocorre com a laranjeira ‘Pera’ e o porta-enxerto *Poncirus trifoliata* ou seus híbridos. Entretanto, demanda maior tempo e menor eficiência de produção (GIRARDI; MOURÃO FILHO, 2006). Por esse motivo ainda não é utilizada na produção comercial de mudas de citros. Porém, seu uso vem sendo avaliado por alguns pesquisadores, como Guilherme et al. (2014), que avaliaram o tempo de produção dessas mudas, sua eficiência de produção, assim como cuidados para não comprometer a qualidade das mesmas.

Girardi e Mourão Filho (2006), ao produzirem mudas de laranjeira ‘Pera’ interenxertadas sobre os porta-enxertos citrumeleiro ‘Swingle’ e limoeiro ‘Volkameriano’, verificaram alto índice de descarte das mudas e maior tempo requerido para a produção desse tipo de muda. O uso do enxerto intermediário diminuiu o vigor das plantas, o perímetro e a área da secção do tronco, o perímetro das pernas e o comprimento dos entrenós, e aumentou o peso do fruto e a produção por planta. A eficiência produtiva, o índice de fertilidade, o

florescimento e a frutificação efetiva foram incrementados com o uso do interenxerto (SCARPARE FILHO et al., 2000).

Guilherme et al. (2014), avaliando a produção de mudas de laranjeira ‘Pera’ interenxertadas sobre os porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e citrumeleiro “Swingle”, por meio da subenxertia utilizando o limoeiro ‘Cravo’ como interenxerto, obtiveram baixa eficiência de produção, mas observaram redução no tempo de obtenção, principalmente quando um porta-enxerto com baixo vigor, como é o caso do ‘Flying Dragon’, foi utilizado.

No entanto, a técnica de interenxertia já vem sendo utilizada em diversas frutíferas, principalmente as de clima temperado, com o objetivo de diminuir o vigor das plantas, aumentar a eficiência produtiva e melhorar a qualidade das frutas (TELLES et al., 2006).

Diante desses fatores, a interenxertia vem despontando como uma alternativa para reduzir as perdas econômicas na citricultura, ocasionadas por doenças relacionadas à suscetibilidade dos porta-enxertos, principalmente o limoeiro ‘Cravo’, visto que é o porta-enxerto utilizado em cerca de 80% dos pomares no Brasil (POMPEU JUNIOR, 2005).

A técnica da interenxertia apresenta-se como alternativa promissora para o aproveitamento do potencial propagativo da cultura, em favor da produção de mudas com padrão de qualidade fisiológica, morfológica e fitossanitária. Entretanto, trata-se de uma técnica pouco utilizada pelos viveiristas, devido ao fato de demandar maior tempo para a formação das mudas, além da dificuldade de execução e de altos números de descartes, em comparação com a propagação convencional. Dessa maneira, faz-se necessária a introdução de outras metodologias para a produção de mudas cítricas interenxertadas de forma mais rápida e eficiente.

O sistema hidropônico poderia viabilizar a produção da muda cítrica interenxertada, reduzindo o tempo de produção, aumentando o índice de viabilidade de pegamento, assim como diminuindo a percentagem de descartes e elevando a eficiência produtiva em um maior número de ciclos de produção por unidade de tempo.

2.6 Cultivo hidropônico

A hidroponia é uma técnica de cultivo protegido em que as plantas são cultivadas em solução nutritiva, podendo ou não utilizar substrato. O cultivo em sistema hidropônico possibilita vantagens, como produção fora de época, precocidade de produção, menor ocorrência de pragas e doenças, otimização do espaço físico, além da obtenção de material vegetal sadio a um baixo custo por unidade ao longo do tempo (BRITO et al., 2008).

As inovadoras tecnologias para a produção de mudas devem buscar a redução do tempo e o maior controle das condições fitossanitárias. Assim, torna-se possível o aumento do número de ciclos de produção durante a vida útil da estrutura física de viveiros de mudas, aumentando também a eficiência da mão de obra e a redução de gastos com defensivos e fertilizantes (SOUZA et al., 2013).

As tecnologias para a produção de mudas devem ter como alvos a redução do tempo e o maior controle das condições fitossanitárias para a formação da muda. Entre os novos métodos para o aumento da produção de mudas de alta qualidade, o cultivo hidropônico tem sido utilizado com relativo sucesso para várias outras culturas, citando-se espécies florestais, maracujazeiro, morangueiro, tomateiro e, também, com grande viabilidade na produção de hortaliças de folhas, de frutos e de plantas ornamentais (MAATJIE; MABOKO; MODISE, 2018; SAVVAS; GRUDA, 2018).

Dentre as vantagens citadas para a produção de mudas destacam-se, além da sanidade do material obtido, a precocidade de produção. Diante da demanda por mudas de qualidade atestada e das exigências fitossanitárias, são interessantes estudos de tecnologias que possibilitem a produção em larga escala de porta-enxertos e mudas cítricas (SOUZA et al., 2013).

Assim, a técnica de cultivo em sistema hidropônico tem se destacado como uma tecnologia adequada num mercado onde se busca, cada vez mais, o aumento da produtividade, sem que, para isso, haja perdas em qualidade do produto final.

De acordo com Carvalho (2003), a legislação do estado de São Paulo prevê a idade máxima de 15 meses para a formação da muda, contados a partir da data da semeadura.

A produção de mudas cítricas interenxertadas em sistema hidropônico poderia ser uma alternativa viável para a redução do tempo de produção, diminuindo a porcentagem de descartes e aumentando a eficiência na produção de mudas de qualidade. Atualmente, o sistema hidropônico desponta como método promissor para o cultivo de mudas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi conduzido em sistema hidropônico, sob telado com 50% de sombreamento, localizado no Horto Botânico, no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

O município de Lavras, MG, está localizado à altitude de 918 m, nas coordenadas geográficas de 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste. De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é tropical de altitude do tipo Cwa, caracterizado pelo inverno seco e verão quente e úmido (ALVARES et al., 2014).

Os experimentos foram conduzidos em sistema hidropônico, em que os tubetes permaneceram dispostos em grades plásticas sobre caixas rasas niveladas, denominadas piscinas hidropônicas. Esse sistema, utilizado para a realização do experimento, foi uma adaptação do Sistema Floating, em que os tubetes ficam em contato permanente com a solução nutritiva proposta por Faquin e Chalfun (2008), para que ocorram a embebição e a germinação das sementes e, posteriormente, a nutrição mineral das plântulas, por meio da capilaridade da Vermiculita® presente no substrato.

O sistema hidropônico utilizado é composto por cinco caixas rasas, confeccionadas de material fibroso, com dimensões de 3,00 x 0,60 x 0,20 m, dispostas e niveladas em bancadas de 0,8 m de altura. Essas caixas são conectadas, por tubulação própria, a um reservatório de 1.000 litros de solução nutritiva, que tem sua circulação acionada por um temporizador (*timer*) regulado para ligar quatro vezes ao dia, em intervalos de 6 em 6 horas, permanecendo ligada por 30 minutos.

O sistema é operado por um conjunto motor-bomba, bombeando a solução nutritiva do reservatório para as caixas rasas (piscinas hidropônicas). Quando a solução nutritiva atinge a altura de 10 cm na piscina hidropônica, existe um cano aberto denominado “ladrão”, interligando as piscinas hidropônicas ao reservatório de solução nutritiva através de tubulações próprias, possibilitando o retorno da solução através da gravidade.

A reposição de nutrientes na solução nutritiva do reservatório é efetuada por meio da condutividade elétrica. A medição foi realizada diariamente, mantendo seu valor em 1,5-1,6 mS/cm e, quando necessário, foi reajustada pela adição dos macros e micronutrientes, utilizando-se produtos comerciais. O pH da solução nutritiva foi mantido entre 5,5 e 6,5. As trocas da solução nutritiva foram realizadas periodicamente, a cada 30 dias, quando a caixa d'água era esvaziada e substituída por nova solução.

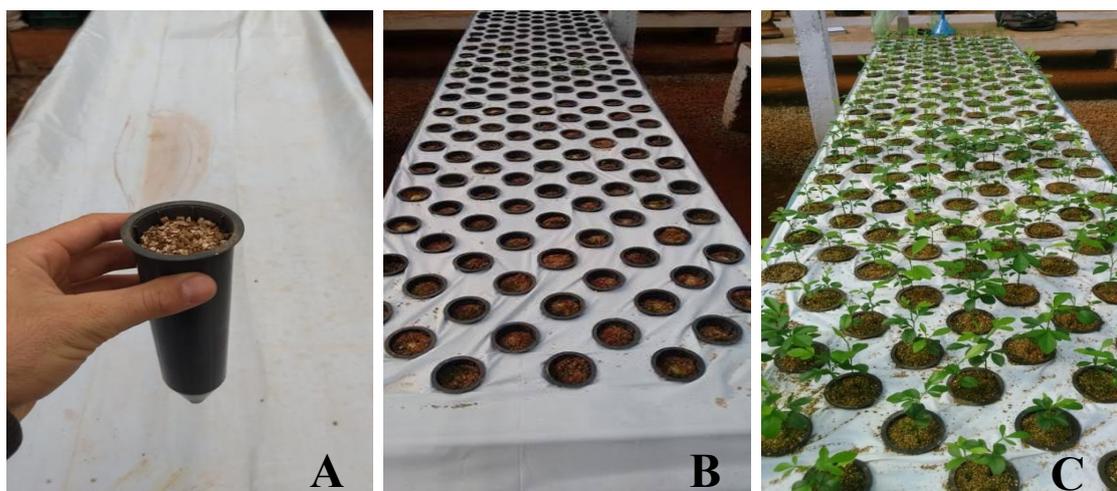
O estudo foi realizado em duas etapas interligadas. Na primeira, avaliaram-se os métodos de enxertia e porta-enxertos na produção de mudas cítricas, em que os melhores tratamentos passaram para a segunda etapa do trabalho, para avaliar a interenxertia na produção de mudas de laranjeira ‘Pera’. As duas etapas foram realizadas em sistema hidropônico.

3.1 Primeiro experimento: métodos de enxertia e porta-enxertos na produção de mudas cítricas em sistema hidropônico

Para a produção dos porta-enxertos, as sementes foram retiradas de frutos maduros coletados em plantas matrizes, provenientes da coleção de cultivares porta-enxertos localizada no Setor de Fruticultura, no Departamento de Agricultura da UFLA. Após a coleta dos frutos, foi feita uma seleção e eles foram levados para o laboratório, onde foi realizada a extração das sementes. A seguir, as sementes foram lavadas em água corrente e, com o auxílio de uma peneira, foram passadas em areia para a retirada da mucilagem. Após a lavagem, as sementes foram selecionadas, colocadas em jornal e acondicionadas para secagem em local sombreado e ventilado. Após a secagem das sementes, elas foram tratadas com hipoclorito de sódio, na concentração de 10%, por 1 minuto. Posteriormente, as sementes foram semeadas em tubetes de plástico, com volume de 280 cm³, preenchidos com substrato comercial Vermiculita[®].

O experimento foi conduzido em sistema hidropônico, em que os tubetes permaneceram dispostos em grades plásticas, sobre caixas rasas niveladas, denominadas piscinas hidropônicas (FIGURA 1 A, B, C).

Figura 1 - Produção dos porta-enxertos cítricos em sistema hidropônico.



Legenda: Tubete plástico, com volume de 280 cm³, preenchido com Vermiculita[®] (A); tubetes dispostos em piscina hidropônica (B); porta-enxertos cítricos em fase de crescimento, aos 70 dias após a semeadura (DAS) em sistema hidropônico (C).

Fonte: Do autor (2019).

Na realização da primeira etapa do experimento, foram utilizadas mudas selecionadas e padronizadas, apresentando, em média, 10 cm de altura e diâmetro médio de 3 mm, a uma altura de 5 cm acima do coleto das mudas. As plantas encontravam-se com 70 dias após a semeadura (DAS) e foram conduzidas e avaliadas até os 150 dias após a enxertia (DAE). Para todos os tratamentos, foi utilizado o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck cv. cravo) como variedade a ser subenxertada nos tratamentos 1 e 3, e enxertadas nos tratamentos 2 e 4.

O experimento foi instalado e conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos (Tabela 1), com 10 repetições e cinco plantas por parcela, totalizando 200 mudas enxertadas.

Tabela 1 - Tratamentos propostos para a formação de mudas cítricas em sistema hidropônico.

Tratamento	Porta-enxerto	Método de enxertia
1	‘Flying Dragon’	Subenxertia
2	‘Flying Dragon’	Garfagem
3	Citrumelo ‘Swingle’	Subenxertia
4	Citrumelo ‘Swingle’	Garfagem

Fonte: Do autor (2019).

Quando os porta-enxertos atingiram 10 cm de altura e diâmetro médio do caule de 3 mm (medidos 5 cm acima do colo das plântulas), realizou-se a enxertia para ambos os tratamentos, efetuando-se o amarrio com fita plástica no local da enxertia, para melhor

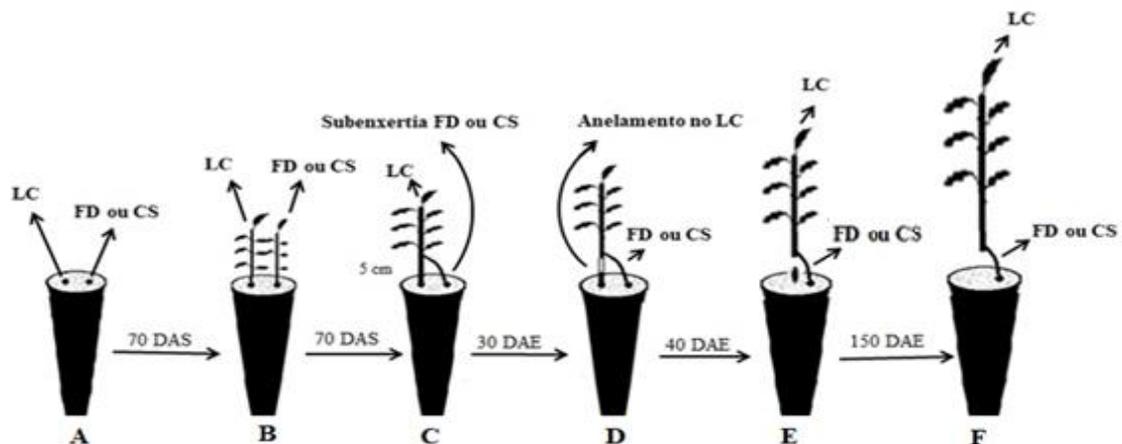
conexão entre os tecidos. Após 30 DAE, a fita plástica foi retirada do local da enxertia, para avaliação visual da coloração dos tecidos.

Após a realização da enxertia, as mudas foram conduzidas até os 150 dias DAE), quando estariam aptas para realização da segunda enxertia, com altura média de 30 cm e diâmetro variando entre 6-8 mm, medido à altura de 10 cm do coleto da muda.

Para os tratamentos 1 e 3, nos quais foi realizado o método da subenxertia, foi adicionada uma semente do limoeiro ‘Cravo’, no momento da semeadura nos tubetes de cada um dos porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e citrumeleiro ‘Swingle’. Dessa forma, foram obtidas duas plântulas de variedades diferentes no mesmo tubete, sendo uma de limoeiro ‘Cravo’ e a outra dos porta-enxertos ‘Flying Dragon’ ou citrumeleiro ‘Swingle’. Essa metodologia foi utilizada para facilitar o procedimento da subenxertia, posteriormente.

A subenxertia foi realizada a 5 cm de altura do coleto das mudas. Nestes mesmos tratamentos, 30 dias após a subenxertia, foram feitos anelamentos nos caules do limoeiro ‘Cravo’, a 3 cm abaixo da região subenxertada. O seccionamento total (corte do sistema radicular do limoeiro ‘Cravo’) das mudas nestes tratamentos foi realizado 40 dias após a enxertia (FIGURA 2).

Figura 2 - Esquema da subenxertia para a produção de mudas.



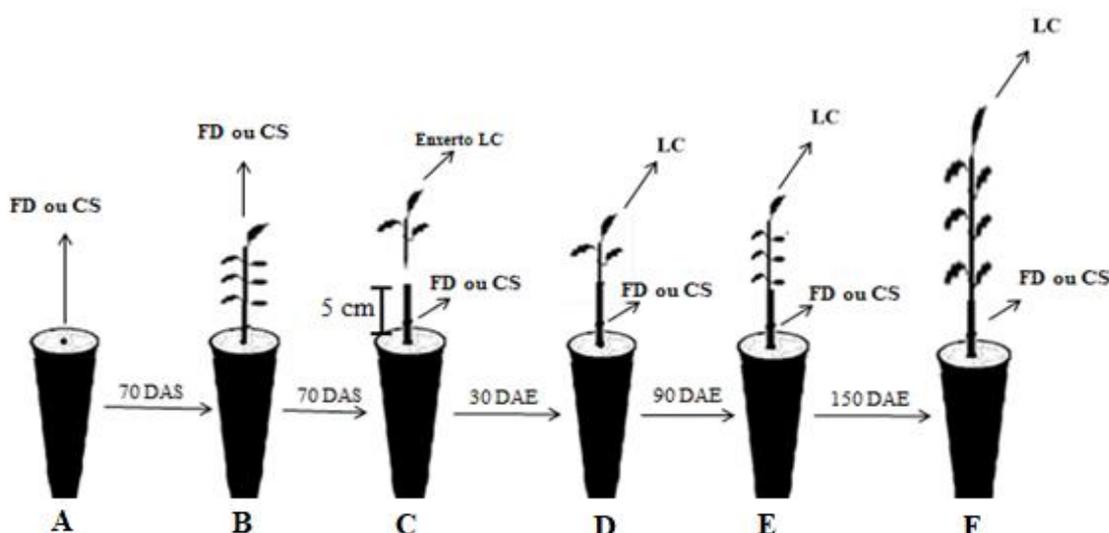
Legenda: Tubete com sementes de limoeiro ‘Cravo’(LC) junto com ‘Flying Dragon’ (FD) ou citrumeleiro ‘Swingle’(CS) (A); plântulas de LC e FD ou CS aos 70 DAS (B); subenxertia FD ou CS com altura de 5 cm (C); anelamento do LC aos 30 DAE (D), seccionamento total do LC “desmame” aos 40 DAE (E); muda subenxertada aos 150 DAE (F).

Fonte: Do Autor (2019).

Para os tratamentos 2 e 4, utilizando os porta-enxertos ‘Flying Dragon’(FD) e o citrumeleiro ‘Swingle’(CS), respectivamente, foi empregada a garfagem de topo do tipo fenda cheia, como método de enxertia. Os garfos de limoeiro ‘Cravo’(LC) foram coletados das

ponteiras de mudas, produzidas sobre sistema hidropônico. A garfagem foi realizada a uma altura de 5 cm do coleto da planta, como representado na FIGURA 3.

Figura 3 - Esquema para propagação de mudas pelo método da garfagem.



Legenda: Tubete com semente do FD ou CS (A); plântula de FD ou CS aos 70 DAS (B); enxertia com LC (enxerto) sobre FD e CS (porta-enxertos) a 5 cm de altura (C); muda enxertada (D); muda enxertada aos 90 DAE (E); muda enxertada aos 150 DAE (F).

Fonte: Do autor (2019).

As avaliações foram feitas de 30 em 30 dias, após a enxertia, das variáveis como porcentagem de viabilidade (pegamento), altura total das mudas com uma régua milimétrica e o diâmetro em milímetros (mm), utilizando um paquímetro digital, medido 5 cm acima do local da enxertia.

Os dados foram submetidos a análise de variância, sendo aplicados os testes F e Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do programa Sisvar (FERREIRA, 2014).

3.2 Segundo experimento: interenxetia na produção de mudas de laranjeira 'Pera' em sistema hidropônico

Para a realização da segunda etapa do estudo, foram utilizadas mudas dos melhores tratamentos obtidos da etapa anterior, utilizando-se a garfagem como método de enxertia sobre os porta-enxertos 'Flying Dragon' e o citrumeleiro 'Swingle', tendo o enxerto de limoeiro 'Cravo' para ambos os porta-enxertos.

As mudas, aos 150 dias após a primeira enxertia, foram selecionadas e padronizadas como na primeira etapa, desta vez apresentando altura média de 30 cm e diâmetro do caule variando de 6-8 mm, medidos à altura de 10 cm do coleto da muda.

Para a composição dos tratamentos 1, 2, 3 e 4, como descritos na Tabela 2, foram utilizadas mudas já enxertadas com o limoeiro ‘Cravo’, tendo como porta-enxerto o ‘Flying Dragon’ ou citrumeleiro ‘Swingle’. Para os tratamentos 5 e 6 (Tabela 2) foram utilizadas mudas do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ com 220 dias DAS, os quais foram selecionados assim como nos tratamentos 1, 2, 3 e 4, com altura média de 30 cm e diâmetro médio variando entre 6-8 mm, medido a 10 cm do coleto do porta-enxerto.

Como cultivar copa, para todos os tratamentos (Tabela 2), foram utilizados garfos e borbulhas de laranjeira ‘Pera’, provenientes de plantas matrizes certificadas, de viveiro idôneo de mudas cítricas certificadas.

Tabela 2 - Tratamentos propostos para a formação de mudas de laranjeira ‘Pera’ com interenxerto de limoeiro ‘Cravo’.

Tratamento	Porta-enxerto	Interenxerto	Cultivar copa	Métodos de enxertia
1	‘Flying Dragon’	Limoeiro ‘Cravo’	Laranjeira ‘Pera’	⁽¹⁾ Garfagem + ⁽²⁾ Garfagem
2	‘Flying Dragon’	Limoeiro ‘Cravo’	Laranjeira ‘Pera’	⁽¹⁾ Garfagem + ⁽²⁾ Borbulhia
3	Citrumeleiro ‘Swingle’	Limoeiro ‘Cravo’	Laranjeira ‘Pera’	⁽¹⁾ Garfagem + ⁽²⁾ Garfagem
4	Citrumeleiro ‘Swingle’	Limoeiro ‘Cravo’	Laranjeira ‘Pera’	⁽¹⁾ Garfagem + ⁽²⁾ Borbulhia
5	Limoeiro ‘Cravo’	-	Laranjeira ‘Pera’	⁽¹⁾ Garfagem
6	Limoeiro ‘Cravo’	-	Laranjeira ‘Pera’	⁽¹⁾ Borbulhia

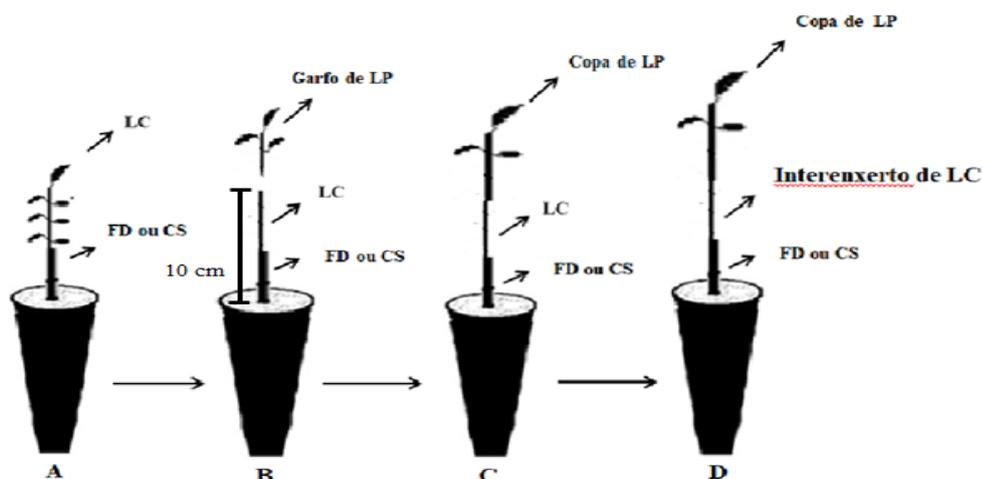
⁽¹⁾No Porta-enxerto; ⁽²⁾ No interenxerto

Fonte: Do Autor (2019).

O experimento foi instalado e conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos, tendo cada tratamento sido composto por cinco repetições e cinco mudas por parcela, totalizando 150 mudas.

Na Figura 4 ilustra-se o processo para a produção da muda de laranjeira ‘Pera’ interenxertadas com o limoeiro ‘Cravo’, para os tratamentos 1 e 3, utilizando os porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e citrumeleiro ‘Swingle’, respectivamente. Nestes tratamentos (1 e 3) foi empregado o método da garfagem de topo de fenda cheia, aplicado na primeira e na segunda enxertia.

Figura 4 - Produção de muda cítrica interenxertada pelo método da garfagem.

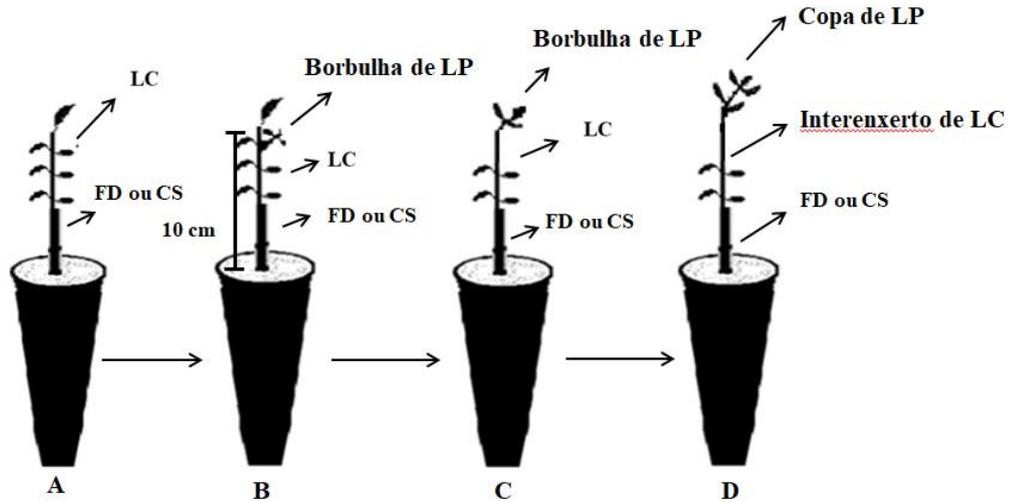


Legenda: Muda cítrica de limoeiro ‘Cravo’ (LC) enxertado sobre os porta-enxertos ‘Flying Dragon’ (FD) ou citrumeleiro ‘Swingle’(CS) (A); enxertia com garfo de laranja Pera (LP) sobre o (LC) (B); muda interenxertada aos 90 dias após a semeadura (DAE) (C); muda interenxertada aos 150 DAE (D).
Fonte: Do Autor (2019).

Na Figura 5 ilustra-se o processo para a produção da mudas de laranja ‘Pera’ interenxertadas com o limoeiro ‘Cravo’, para os tratamentos 2 e 4, utilizando os porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e o citrumeleiro ‘Swingle’, respectivamente.

Nesses mesmos tratamentos (2 e 4), foram empregados dois métodos de enxertia, sendo o primeiro por garfagem de topo de fenda cheia e o segundo por borbulhia, uma vez que os interenxertos apresentavam diâmetros em torno de 6 a 8 mm, adequados para a operação.

Figura 5 - Produção de muda cítrica interenxertada pelo método da borbulhia.

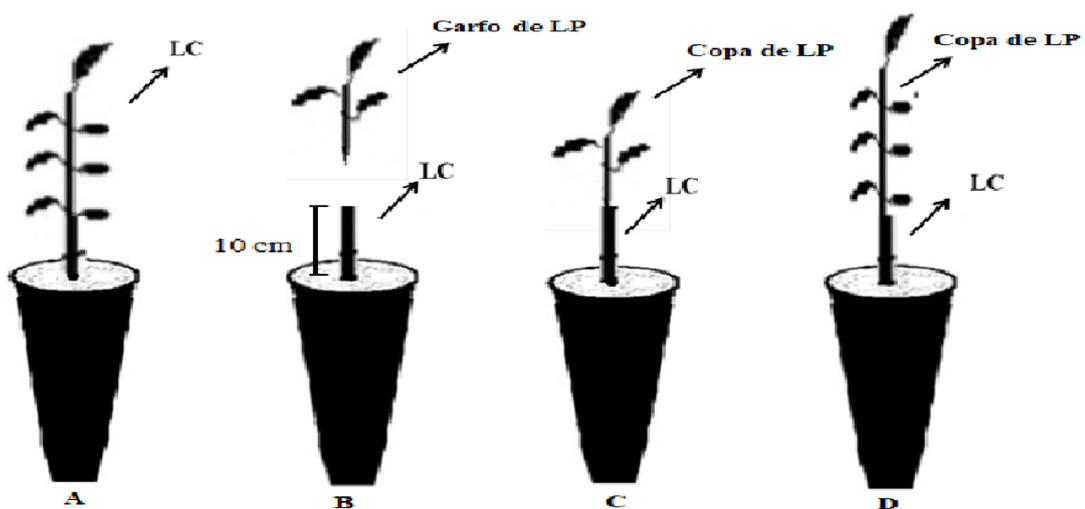


Legenda: Muda cítrica de limoeiro 'Cravo' (LC) enxertado sobre os porta-enxertos 'Flying Dragon' (FD) ou citrumeleiro 'Swigle' (CS) (A); enxertia com borbulhia de Laranjeira 'Pera' (LP) enxertada sobre interenxerto (LC) (B); muda interenxertada aos 90 DAE (C); muda interenxertada aos 150 DAE (D).

Fonte: Do Autor (2019).

Para a composição do tratamento 5 (FIGURA 6) foram utilizadas mudas do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' (LC), com 220 dias após a semeadura. Esses porta-enxertos foram selecionados com altura média de 30 cm e diâmetro médio de caule variando entre 6-8 mm, medidos a uma altura de 10 cm do coleto porta-enxerto, utilizando o método da garfagem para inserir o garfo de laranjeira 'Pera' sobre o limoeiro 'Cravo'.

Figura 6 - Produção de muda de laranjeira 'Pera' pelo método da garfagem.

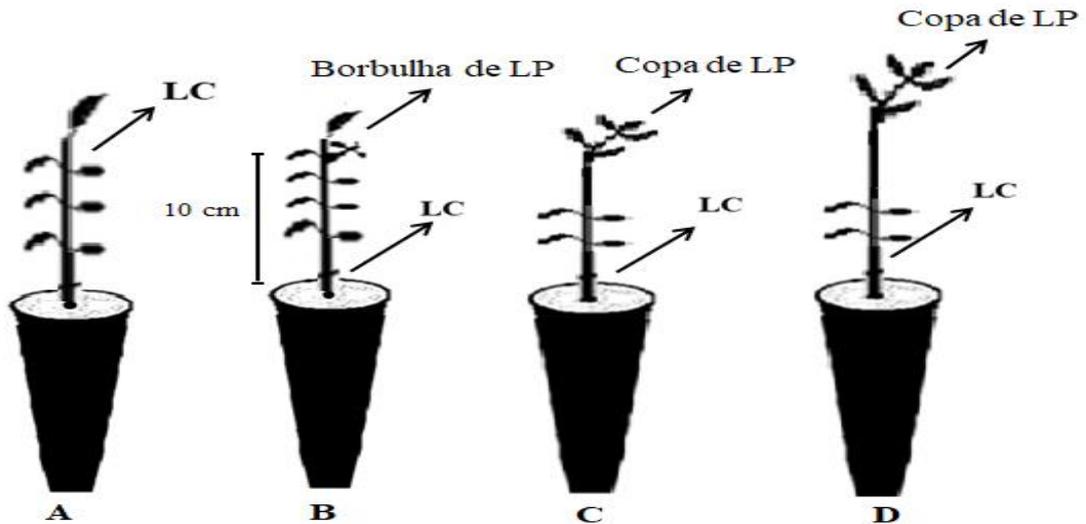


Legenda: Porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' (LC) (A); introdução do garfo de laranjeira 'Pera' (LP) sobre o porta-enxerto LC (B); muda enxertada aos 30 dias após enxertia (DAE) (C); muda de LP sobre o porta-enxerto LC aos 150 DAE (D).

Fonte: Do Autor (2019).

Para a composição do tratamento 6 (FIGURA 7) foram utilizadas mudas do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’, com 220 dias após a semeadura. Esses porta-enxertos foram selecionados com altura média de 30 cm e diâmetro médio de caule variando entre 6-8 mm, medidos a 10 cm do coleto porta-enxerto, utilizando o método da borbulhia para inserir a borbulhia de laranjeira ‘Pera’ sobre o limoeiro ‘Cravo’.

Figura 7 - Produção de muda de laranjeira ‘Pera’ pelo método da borbulhia.



Legenda: Porta-enxerto de limoeiro ‘Cravo’ (LC) (A); introdução da borbulhia de laranjeira ‘Pera’(LP) sobre o porta-enxerto LC (B), muda enxertada aos 30 dias após enxertia (DAE) (C); muda de LP sobre o porta-enxerto LC aos 150 DAE (D).

Fonte: Do Autor (2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Métodos de enxertia e porta-enxertos na produção de mudas cítricas em sistema hidropônico

Na Tabela 3 encontram-se os resultados para a percentagem de viabilidade (pegamento) das enxertias, na última avaliação, realizada aos 150 DAE.

Foi verificado que os tratamentos 2 e 4, que utilizaram a garfagem do tipo fenda cheia como método de enxertia, apresentaram maior percentagem, com 92% e 82% de pegamento, respectivamente. Já os tratamentos 1 e 3, que empregaram a subenxertia como metodologia, apresentaram menor percentagem de pegamento, 12% e 32%, respectivamente

Tabela 3 - Valores médios para viabilidade de pegamento (%), altura (cm) e diâmetro (mm)

Tratamentos	Porta-enxerto	Método de enxertia	Pegamento (%)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
1	'Flying Dragon'	Subenxertia	12,0 d	16,0 c	4,6 d
2	'Flying Dragon'	Garfagem	92,0 a	24,2 a	7,5 a
3	Citrumeleiro 'Swingle'	Subenxertia	32,0 c	21,2 b	5,3 c
4	Citrumeleiro 'Swingle'	Garfagem	82,0 b	21,4 b	6,8 b
CV(%)			10,5	13,5	7,3

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Sousa et al. (2019), avaliando o pegamento da subenxertia de laranjeira ‘Seleta’ e do limoeiro ‘Cravo’, sobre o porta-enxerto ‘Flying Dragon’, aos 150 DAE, obtiveram percentuais acima de 80% de pegamento, sendo estes maiores que os encontrados no presente trabalho. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de o anelamento e o seccionamento total do limoeiro ‘Cravo’, no estudo desses autores terem sido realizados aos 60 e 150 DAE, respectivamente. No presente experimento, essas operações foram realizadas com menos tempo após a enxertia (30 DAE para o anelamento e 40 DAE para o seccionamento total), o que pode ter contribuído para a redução da turgescência dos tecidos na região do subenxertos e, conseqüentemente, na redução dos percentuais de pegamento.

Guilherme et al. (2014), avaliando a viabilidade da subenxertia realizada com limoeiro ‘Cravo’ e laranjeira ‘Bahia’, sobre o porta-enxerto ‘Flying Dragon’, obtiveram também um baixo pegamento, em torno de 25,0% e 18,7% de sobrevivência, respectivamente, o que corrobora os resultados encontrados no presente trabalho.

Outro fator que pode ter ocorrido, como relatado por Guilherme et al. (2014), para explicar o baixo pegamento das subenxertias em ambos os porta-enxertos, foi a falta de conexão dos tecidos condutores no local da subenxertia, o que leva ao murchamento das folhas, à secagem dos brotos e à necrose e posterior morte dos tecidos na região subenxertada. Estes sinais negativos foram observados apenas nos tratamentos 1 e 3, que utilizaram esse método.

O baixo pegamento da subenxertia também foi observado em outros estudos, em que foi verificada diminuição da percentagem de pegamento do subenxerto, nas avaliações posteriores à realização do seccionamento total. No estudo realizado por Souza et al. (2013), avaliando a subenxertia como técnica para a produção de mudas interenxertadas de laranjeira ‘Pera’, observou-se que houve uma redução de pegamento após a realização do seccionamento.

Para variável altura (Tabela 3), o tratamento 2 foi o que apresentou maior altura de muda, com 24,2 cm, seguido pelos tratamentos 3 e 4, que apresentaram alturas intermediárias, com 21,2 e 21,4 cm, respectivamente. O tratamento 1 foi o que apresentou menor crescimento, com 16 cm. Ainda assim, foi uma altura considerada elevada para os 150 DAE, comparada à do sistema tradicional, em que as mudas são produzidas em substrato comercial, destacando, assim, o sistema hidropônico como método alternativo para a produção de mudas cítricas.

Muitos viveiristas relatam que a utilização do porta-enxerto ‘Flying Dragon’ demanda maior tempo para a produção da muda cítrica, quando comparado a outros porta-enxertos. Isto se deve ao fato de ‘Flying Dragon’ apresentar característica ananicante, que influencia o baixo crescimento da muda.

No estudo realizado por Sousa et al. (2019), foi observado que mudas produzidas utilizando o ‘Flying Dragon’ como porta-enxerto demandaram maior tempo para atingir altura de comercialização. Ademais, Rodrigues et al. (2016) relataram que mudas produzidas sobre este mesmo porta-enxerto necessitam de maior período de formação em função do menor vigor desse genótipo.

Com os resultados obtidos no presente trabalho é possível ressaltar que o sistema hidropônico diminui o tempo de produção das mudas, inclusive as produzidas sobre o porta-enxerto ‘Flying Dragon’. Uma das explicações para esses resultados é que, nesse sistema, os nutrientes já estão na solução hidropônica, de maneira que podem ser mais facilmente absorvidos, diferentemente das mudas cultivadas em substratos comerciais.

Em relação à medida do caule (tabela 3), o tratamento 2 apresentou maior diâmetro, com 7,5 mm, sendo superior ao dos demais tratamentos. O segundo maior diâmetro foi apresentado pelo tratamento 4, com 6,8 mm, seguido pelo tratamento 3, com 5,3 mm. Já o tratamento 1 foi o que apresentou menor diâmetro de caule, com 4,6 mm. Vale ressaltar que as medidas de diâmetro foram realizadas a 10 cm de altura do coleto da planta e a 5 cm acima do local onde foi realizando a enxertia e subenxertia.

A técnica de propagação predominantemente utilizada na produção de mudas cítricas é o método de borbulhia, no qual uma gema, também chamada de borbulha, da cultivar copa é inserida no porta-enxerto a ser utilizado. Todavia, essa técnica exige que o porta-enxerto esteja desenvolvido, apresentando um diâmetro de caule de 6 a 8 mm, no local a ser realizado o procedimento de enxertia. No entanto, para a realização do presente estudo foram utilizadas mudas com apenas 70 DAS, que apresentavam diâmetro médio de caule de 3 mm. Dessa maneira, utilizaram-se metodologias alternativas, como subenxertia e garfagem, uma vez que as mudas não apresentavam diâmetro de caule suficiente para enxertia por borbulhia.

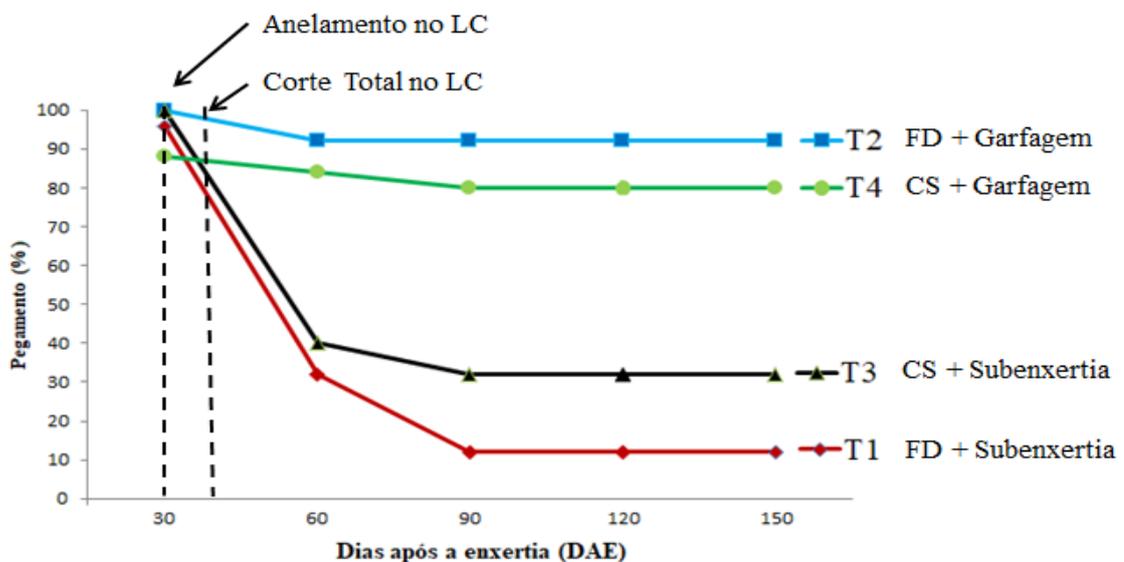
Nos tratamentos 1 e 3, com a utilização da subenxertia, houve um menor incremento na altura e no diâmetro do caule da copa, quando comparados aos tratamentos com a garfagem. De acordo com Sousa et al. (2019), esse fato pode estar relacionado a uma provável competição dos subenxertos por fotoassimilados, prejudicando o desenvolvimento da copa.

Avaliando mensalmente a percentagem de viabilidade (pegamento) das enxertias (subenxertia e garfagem) para os porta-enxertos cítricos (‘Flying Dragon’ e citrumelo

‘Swingle’) (Figura 8), pode-se observar que os tratamentos que aplicaram o método da garfagem para ambos os porta-enxertos apresentaram maiores percentagens de viabilidade (pegamento), quando comparados aos tratamentos utilizando a subenxertia.

Uma das possíveis causas capazes de explicar o baixo pegamento das subenxertias, como relatado anteriormente, foram as operações de anelamento na casca do limoeiro ‘Cravo’, aos 30 DAE e, posteriormente, o seccionamento total abaixo da subenxertia, aos 40 DAE, como exemplificado na Figura 8. Essas operações, por terem sido realizadas pouco tempo após a subenxertia, podem ter provocado a desidratação dos tecidos ainda jovens, pouco lignificados, levando ao murchamento das folhas, como observado no experimento.

Figura 8 - Percentagem de pegamento das enxertias ao longo do tempo.



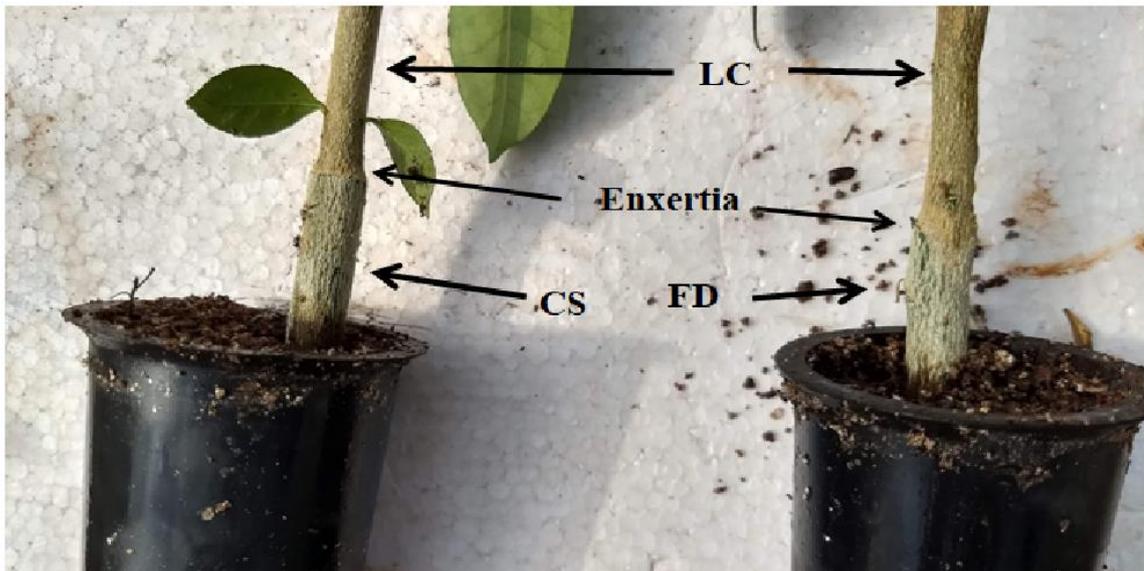
Legenda: Gráfico da percentagem de pegamento para os tratamentos, ‘Flying Dragon’ + subenxertia (T1); ‘Flying Dragon’ + garfagem (T2); citrumeleiro ‘Swingle’ + subenxertia (T3); citrumeleiro ‘Swingle’ + garfagem (T4).

Fonte: Do Autor (2019).

Fazendo-se uma análise das avaliações realizadas (Figura 8), aos 30 DAE verificou-se um pegamento de 100% nos tratamentos 1 e 3, nos quais foi realizada subenxertia. Estes resultados corroboram os encontrados por Sousa et al. (2019), que também observaram 100% de pegamento das subenxertias do ‘Flying Dragon’ sobre o limoeiro ‘Cravo’, realizada aos 30 DAE. No entanto, nas avaliações de 60 e 90 DAE, deste trabalho, observou-se uma queda elevada no percentual de pegamento das enxertias dos tratamentos 1 e 3. Já para os tratamentos 1 e 2, manteve-se um percentual de pegamento superior aos 80%, em todas as avaliações mensais.

Em outros estudos, como os realizados por Girardi e Mourão Filho (2006) e Setin e Carvalho (2011), relataram-se menores incrementos do diâmetro de caule das mudas produzidas por borbulhia. No presente estudo, os melhores resultados, tanto de altura como diâmetro do caule, foram observados nos tratamentos 2 e 4, que utilizaram a garfagem tipo fenda cheia como método de propagação, evidenciando, assim, a garfagem como uma alternativa de propagação da muda cítrica (FIGURA 9).

Figura 9 - Mudas cítricas enxertadas pelo método garfagem.



Legenda: Mudas cítricas, aos 150 dias após a enxertia pelo método da garfagem, expondo o local da conexão entre o enxerto limoeiro 'Cravo' (LC) com os porta-enxertos 'Flying Dragon' (FD) e o citrumeleiro 'Swingle' (CS).

Fonte: Do Autor (2019).

4.2 Interenxetia na produção de mudas de laranjeira ‘Pera’ em sistema hidropônico

Tabela 4 - Valores médios para viabilidade de pegamento (%), altura (cm) e diâmetro (mm).

Tratamento	Porta-enxerto	Métodos de enxertia	Pegamento (%)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
1	‘Flying Dragon’	Garfagem + garfagem	96 a	48 b	5,5 a
2	‘Flying Dragon’	Garfagem + borbulhia	56 c	25 c	4,3 b
3	Citrumeleiro ‘Swingle’	Garfagem + garfagem	80 b	56 a	5,6 a
4	Citrumeleiro ‘Swingle’	Garfagem + borbulhia	58 c	23 c	4,2 b
5	Limoeiro ‘Cravo’	Garfagem	80 b	47 b	5,6 a
6	Limoeiro ‘Cravo’	Borbulhia	96 a	55 a	5,6 a
CV(%)			9,7	8,3	14,8

As medias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: do Autor (2019).

Na Tabela 4 encontram-se os valores médios da percentagem de viabilidade (pegamento) dos enxertos da laranja 'Pera', aos 150 dias após a enxertia (DAE). Os tratamentos 1 e 6, compostos pelos porta-enxertos 'Flying Dragon' e limoeiro 'Cravo', com e sem interenxerto, respectivamente, apresentaram maiores percentagem de viabilidade, com 96% de pegamento dos enxertos em ambos os tratamentos. Já os tratamentos 3 e 5, compostos pelos porta-enxertos citrumeleiro 'Swingle' e limoeiro 'Cravo', respectivamente, apresentaram índice de pegamento de 80% da enxertia. Os menores índices de viabilidade foram para os tratamentos 2 e 4, não diferindo estatisticamente entre si, com 56% e 58%, respectivamente.

A partir dos resultados obtidos no tratamento 1, constata-se que a produção de mudas interenxertadas de laranja 'Pera' se equipara aos resultados obtidos do tratamento 6, sem o uso do interenxerto. Outro dado interessante observado neste mesmo tratamento foi que, ao aplicar a garfagem como método de enxertia, obteve-se o mesmo percentual de pegamento do método por borbulhia, empregado ao tratamento 6.

Guilherme et al. (2014) verificaram que a produção de mudas de laranja 'Pera' interenxertadas pelo sistema tradicional, tendo como porta-enxerto 'Flying Dragon' e citrumeleiro 'Swingle', não foi possível, em virtude do baixo pegamento e do baixo vigor das brotações. Dessa maneira, o sistema hidropônico pode ter contribuído significativamente para a produção de mudas interenxertadas de laranja 'Pera' utilizando o porta-enxerto 'Flying Dragon', intermediada pelo limoeiro 'Cravo' como interenxerto, entre as duas espécies não compatíveis.

Para as alturas médias das mudas de laranja 'Pera' (Tabela 4), aos 150 dias após a enxertia (DAE), os tratamentos 3 e 6 apresentaram as maiores alturas, com 56 e 55 cm, respectivamente. Já os tratamentos 1 e 5 não diferiram estatisticamente entre si, com 48 e 47 cm de altura. As menores alturas totais foram verificadas nos tratamentos 2 e 4, que apresentaram altura média de 25 e 23 cm, respectivamente.

Os resultados das alturas médias das mudas de laranja 'Pera', observados nos tratamentos 3 e 6, demonstram que o crescimento de mudas interenxertadas pode equiparar-se ao crescimento de mudas produzidas sem uso do interenxerto. Esses resultados corroboram os obtidos por Guilherme et al. (2014), que observaram que as mudas interenxertadas de laranja 'Pera' se aproximaram, em crescimento, das mudas produzidas sem o uso do interenxerto.

Após a análise dos tratamentos 3 e 6, verificou-se que o porta-enxerto citrumeleiro 'Swingle' teve a mesma influência no crescimento da cultivar copa, quando comparado ao

limoeiro 'Cravo', sendo este último considerado como porta-enxerto extremamente vigoroso. A influência do citrumeleiro 'Swingle' no desenvolvimento das cultivares copas também foi observada por Franco et al. (2007), que compararam quatro porta-enxertos, verificando que os trifoliatas, principalmente o citrumeleiro 'Swingle', foram os que mais contribuíram positivamente para o desenvolvimento das cultivares copas.

Fochesato et al. (2006) relataram dificuldades em manejar trifoliatas no viveiro, devido à demora para a produção das mudas de citros no sistema tradicional, em sacolas plásticas sobre bancadas. Dessa maneira, o sistema hidropônico pode atuar positivamente no desenvolvimento de mudas cítricas produzidas sobre porta-enxertos trifoliatas.

Em relação aos valores médios dos caules das mudas de laranjeira 'Pera' (Tabela 4), os maiores diâmetros foram verificados nos tratamentos 1, 3, 5 e 6, que não diferiram estatisticamente entre si. Já os tratamentos 2 e 4 apresentaram menores diâmetros, com 4,3 e 4,2 mm, respectivamente.

No desenvolvimento das mudas de laranjeira 'Pera', avaliando o diâmetro da haste principal, pode-se observar que as mudas propagadas pelo método da garfagem, nos tratamentos 1, 3 e 5, apresentaram diâmetro parecido ao das mudas propagadas por borbulhia (tratamento 6), sendo este último o método consolidado na propagação de mudas cítricas.

Em outros estudos, como os realizados por Girardi e Mourão Filho (2006) e Setin e Carvalho (2011), foram relatados menores incrementos em diâmetro da haste principal, em mudas propagadas por borbulhia, quando comparados com outros métodos de propagação, corroborando os resultados encontrados no presente estudo.

Quando comparadas apenas as mudas obtidas por meio da interenxertia (tratamentos 1, 2, 3 e 4), os resultados para incremento em diâmetro foram também superiores no método da garfagem, em relação às mudas interenxertadas pelo método da borbulhia. Porém, quando se comparam todos os tratamentos em conjunto, as mudas interenxertadas propagadas pelo método da garfagem se assemelham, em diâmetro, com as propagadas pelo método da borbulhia. Dessa maneira, pode-se inferir que a solução hidropônica contribuiu para o incremento em diâmetro das mudas cítricas.

5 CONCLUSÕES

O método de enxertia por garfagem apresentou melhores resultados para a produção de mudas cítricas, em comparação com o método de subenxertia, para os porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e citrumeleiro ‘Swingle’, mostrando ser uma alternativa viável à borbúlia.

A produção de mudas de laranjeira ‘Pera’, com o interenxerto de limoeiro ‘Cravo’, sobre os porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e citrumeleiro ‘Swingle’, mostrou-se uma metodologia viável para a superação da incompatibilidade.

O sistema hidropônico apresentou-se como uma alternativa viável para a produção de mudas cítricas interenxertadas.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, U. et al. Influence of propagation method on root architecture and other traits of young citrus rootstock plants. **HortScience**, Alexandria, v. 52, n. 11. p. 1569-1576, Nov. 2017.
- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711–728, Dec. 2014.
- BASSANEZI, R. B.; GIMENES-FERNANDES, N.; YAMAMOTO, P. T. **Morte súbita dos citros**. Araraquara: Fundecitrus/EECB, 2003. 54 p. (Boletim Citrícola, 24).
- BASTOS, D. C. et al. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 36-45, jul./ago. 2014.
- BOWMAN, K. D.; ALBRECHT, U. Efficient propagation of citrus rootstocks by stem cuttings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 225, p. 681-688, Nov. 2017.
- BRITO, M. E. B. et al. Citrus rootstocks formation on alternative hydroponic system using leonard pots. **Irriga**, Botucatu, nesp., p. 166-180, 2008.
- CARLOS, E. F.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C. **Porta-enxertos para a citricultura paulista**. Jaboticabal: Funep, 1997. 47 p.
- CARVALHO, S. A. Regulamentação da agencia de defesa agropecuária para a produção, estocagem, comércio, transporte e plantio de mudas cítricas no estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1, p. 199-239, 2003.
- CARVALHO, S. A.; GRAF, C. C. D.; VIOLANTE, A. R. Produção de material básico e propagação. In: MATTOS JÚNIOR, D. et al. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2005. cap. 10, p. 279-316.
- DESHMUKH, N. et al. Influence of rootstock age and propagation methods on scion physiology and root morphology of Khasi mandarin (*Citrus reticulata*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 87, n. 2, p. 203-209, Mar. 2017.
- FACHINELLO, J. et al. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Ed.). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 69-109.
- FAQUIN, V.; CHALFUN, N. N. J. **Hidromudas**: processo de produção de porta-enxerto de mudas frutíferas, florestais e ornamentais enxertadas em hidroponia. Rio de Janeiro: INPI, 2008. BRN.PI 0802792-7.
- FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; VILELA, L. A. A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: Ed. UFLA, 1996. 51 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, mar./abr. 2014.

FOCHESATO, M. L. et al. Produção de mudas cítricas em diferentes porta-enxertos e substratos comerciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1397-1407, set./out. 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Citrus fruit fresh and processed**: statistical bulletin 2016. Rome: Food & Agriculture, 2017. 77 p.

FRANCO, D. et al. Avaliação de substratos no desenvolvimento inicial de seis porta-enxertos de citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 28, n. 1/2, p. 61-70, 2007.

GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Production of interstocked 'Pera' sweet orange nursery trees on 'Volkamer' lemon and 'Swingle' citrumelo rootstocks. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 1, p. 5-10, jan./fev. 2006.

GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; ALVES, A. S. R. Mudanças de laranja Valência sobre porta-enxertos e sob diferentes manejos de adubação. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 855-864, set. 2010.

GUILHERME, D. O. et al. Production of nursery trees of Pera sweet orange by the interstock method. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 3, p. 414-417 mar. 2014.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation**: principles and practices. 8. ed. New York: Prentice Hall, 2011. 915 p.

INFORMA ECONOMICS IEG/FNP. Citros. In: _____. **Agrianual 2019**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: IEG/FNP, 2019. p. 225-236.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 1-81, jan. 2017.

KALAK, R. B.; NEVES, M. F. Plano estratégico para o sistema agroindustrial cítrico brasileiro. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 24, n. 2, p. 338-354, abr./jun. 2017.

LIMA, C. F. et al. Qualidade dos frutos e eficiência produtiva da laranja 'Lima' enxertada sobre 'Trifoliata', em cultivo irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 3, p. 401-405, 2014.

LIMA, P. O. et al. Crescimento e percentual de emergência de plântulas de citrumeleiro swingle em função dos substratos e das doses de corretivo à base de lithothamnium, após cem dias da sementeira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 982-988, jul./ago. 2007.

MAATJIE, M. A.; MABOKO, M. M.; MODISE, D. M. Yield of hydroponically grown tomato (*Solanum lycopersicon*) as affected by different particle sizes of sawdust. **South African Journal of Plant and Soil**, Pretória, v. 35, n. 5, p. 385-387, Feb. 2018.

MADEMBA-SY, F.; LEMERRE-DESPREZ, Z.; LEBEGIN, S. Use of Flying Dragon trifoliolate orange as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 47, n. 1, p. 11-17, Jan. 2012.

- MARCON FILHO, J. L. et al. Aspectos produtivos e vegetativos de macieiras cv. Imperial Gala interenxertadas com EM-9. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 784-791, 2009.
- MARQUES, L. O. D. et al. Emergence percentage and speed of rootstocks for citriculture in South of Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Belihuloya, v. 11, n. 5, p. 49-57, 2019.
- MARTÍNEZ-ALCÁNTARA, B. et al. Relationship between hydraulic conductance and citrus dwarfing by the Flying Dragon rootstock (*Poncirus trifoliata* L. Raft var. *monstruosa*). **Trees**, Santa Mônica, v. 27, n. 3, p. 629-638, June 2013.
- MÜLLER, G. W. et al. Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 2, p. 371-386, 2002.
- NASCIMENTO, C. A. F.; MARTEL, J. H. I.; PLÁCIDO JÚNIOR, C. G. Comportamento de porta-enxertos cítricos submetidos em composições de diferentes substratos. **Estação Científica**, Macapá, v. 8, n. 2, p. 47-56, maio/ago. 2018.
- NESOM, G. L. *Citrus Trifoliata* (Rutaceae): review of biology and distribution in the USA. **Phytoneuron**, United States, v. 46, p. 1-14, May 2014.
- PIMENTEL, U. V. et al. Nutrition of ‘Flying Dragon’, a citrus rootstock. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 495-502, abr./jun. 2014.
- POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D. et al. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. cap. 4, p. 61-104.
- POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranja Pera. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 9-14, jan./mar. 2014.
- _____. Morte súbita dos citros: suscetibilidade de seleções de limão-cravo e uso de interenxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1159-1161, dez. 2008.
- RODRIGUES, M. J. S. et al. Citrus nursery tree production using different scion and rootstock combinations in screen house. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 187-201, 2016.
- SAVVAS, D.; GRUDA, N. Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry - a review. **European Journal of Horticultural Science**, Stuttgart, v. 83, n. 5, p. 280-293, Dec. 2018.
- SCARPARE FILHO, J. A. et al. Comportamento de duas cultivares de pessegueiro com interenxerto da ameixeira ‘Januária’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 757-765, abr. 2000.
- SCHINOR, E. H. et al. Sunki Mandarin vs *Poncirus trifoliata* hybrids as rootstocks for Pera sweet orange. **Journal of Agricultural Science**, Belihuloya, v. 5, n. 6, p. 190-200, 2013.

SETIN, D. W.; CARVALHO, S. A. Recipientes e métodos de enxertia na produção de mudas de citros com porta-enxertos duplos. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 32, n. 1, p. 17-26, Jan. 2011.

SHOKROLLAH, H. et al. Potential use of selected citrus rootstocks and interstocks against HLB disease in Malaysia. **Crop Protection**, Madison, v. 30, n. 5, p. 521-525, May 2011.

SILVA, R. M. J. et al. Fruit characterization and propagation of hybrid citrus rootstocks in protected environment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 2, p. 457-470, abr./jun. 2015.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: Ed. FEALQ, 1998. 760 p.

SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C. **Citros do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, 2017. 278 p.

SOUSA, M. C. et al. Effects of grafting and gradual rootstock substitution on gas exchanges of orange seedlings under high atmospheric evaporative demand. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 247, p. 67-74, mar. 2019.

SOUZA, A. G. et al. Production of ponkan tangerine seedlings in a hydroponic system. **Revista Ciencia Agronomica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 902-909, out./dez. 2013.

TELLES, C. A. et al. Sobrevivência e crescimento de mudas de pessegueiro interinertadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 297-300, ago. 2006.

TERSI, F. E. A. Quanto custa a subenxertia em pomar cítrico. In: **AGRIANUAL 2004: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2004. p. 254-256.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Citrus Fruits 2018 Summary**. Washington: National Agricultural Statistics Service, 2018. 35 p.