

QUALIDADE DE MUDAS DE LARANJEIRA 'PÊRA'  
INTERENXERTADAS POR TECIDOS DE PLÂNTULAS NUCELARES  
SOBRE O PORTA-ENXERTO 'FLYING DRAGON'

**MONICA CARDOSO DE SOUSA**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO-UENF  
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
FEVEREIRO-2016

QUALIDADE DE MUDAS DE LARANJEIRA 'PÊRA'  
INTERENXERTADAS POR TECIDOS DE PLÂNTULAS NUCELARES  
SOBRE O PORTA-ENXERTO 'FLYING DRAGON'

**MONICA CARDOSO DE SOUSA**

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Cláudia Sales Marinho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
FEVEREIRO – 2016

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCT / UENF 52/2016

Sousa, Monica Cardoso de

Qualidade de mudas de laranjeira “Pêra” interenxertadas por tecidos de plântulas nucleares sobre o porta-enxerto “Flying Dragon” / Monica Cardoso de Sousa. – Campos dos Goytacazes, 2016.

86 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Fitotecnia. Campos dos Goytacazes, 2016.

Orientador: Cláudia Sales Marinho.

Área de concentração: Produção vegetal.

Inclui bibliografia.

1. *CITRUS SINENSIS* 2. FORMAÇÃO DAS MUDAS 3. INTERENXERTIA 4. SUBENXERTIA 5. TROCAS GASOSAS I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Fitotecnia II. Título

CDD 634.31

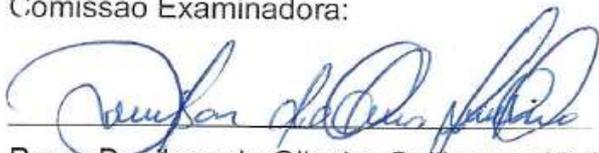
QUALIDADE DE MUDAS DE LARANJEIRA 'PÊRA' INTERENXERTADAS POR  
TECIDOS DE PLÂNTULAS NUCELARES SOBRE O PORTA-ENXERTO 'FLYING  
DRAGON'

**MONICA CARDOSO DE SOUSA**

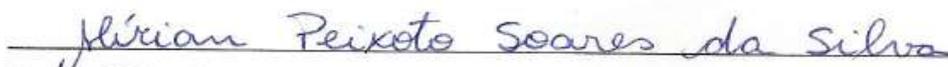
“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Aprovada em 29 de fevereiro de 2016

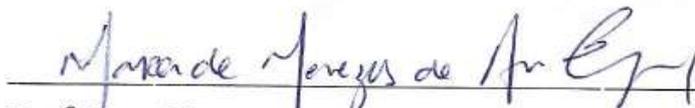
Comissão Examinadora:



Pesq. Denilson de Oliveira Guilherme (D.Sc, Produção Vegetal) – UCDB



Pesq. Miriam Peixoto Soares da Silva (D.Sc, Produção Vegetal) – UENF



Prof<sup>a</sup>. Mara Menezes de Assis Gomes (D.Sc, Biologia Vegetal) – UENF



Prof<sup>a</sup>. Cláudia Sales Marinho (D.Sc, Produção Vegetal) – UENF

(Orientadora)

A **Deus** pela força e sabedoria adquirida no decorrer desta caminhada, a meus pais **Marcos Sousa** e **Maria da Consolação Sousa**, às minhas filhas **Gabriele Sousa**, **Gisele Sousa** e ao meu esposo **Benedito Andrade**.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar sempre presente em minha vida e por todas as oportunidades colocadas em meu caminho;

Aos meus pais, Marcos Gonçalves de Sousa e Maria da Consolação Cardoso de Sousa pelo amor, pela dedicação, pela compreensão e por terem me guiado para que eu fosse uma pessoa íntegra sempre me ensinando a verdade;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UNF) pela formação profissional adquirida;

À professora e orientadora Cláudia Sales Marinho pelos ensinamentos, pela dedicação e pela credibilidade na realização deste trabalho;

Ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias pela oportunidade concedida da utilização do laboratório e da casa de vegetação, além do aprimoramento profissional e pelo apoio técnico e instrumental;

Aos professores Virginia Silva Carvalho, Cláudio Roberto Marciano, Almy Junior Cordeiro de Carvalho, Henrique Duarte Vieira, Eliemar Campostrini, que contribuíram para engrandecer meus conhecimentos e formação;

A minhas irmãs e irmãos: Margarida, Margareth, Marta, Marcely, Marcionila, Maura, Mayram, Marcelo, Marcos e Maílson por serem mais que irmãos, amigos e companheiros;

Aos demais familiares pelo incentivo e apoio;

À minha grande amiga, Deney Printes da Silva Sousa pela ajuda, pela força e pelo incentivo;

Aos meus colegas: Waleska Carvalho, Mírian Silva, Bruno Amaral, Graziella Campos, Camilla Portella, Alexandre Gomes, Bruno Pestana pela ajuda e pelo companheirismo;

Aos funcionários da UAP, pela ajuda na condução do experimento na casa de vegetação;

Aos colegas do LFIT, pela ajuda na condução do experimento e pelas maravilhosas conversas no Laboratório;

Os meus sinceros agradecimentos a todos que de algum modo contribuíram para minha formação e conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1.INTRODUÇÃO .....	1
2.OBJETIVOS .....	3
3.REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 Abordagem geral quanto a origem, sistemática, principais cultivares de copas e de porta-enxertos e os principais problemas fitossanitários dos citros...	4
3.2 Histórico sobre o uso de porta-enxertos de citros no Brasil.....	7
3.3 Influência do porta-enxerto no metabolismo de plantas cítricas .....	9
3.4 Uso da subenxertia na citricultura.....	11
3.5 Uso da interenxertia na produção de mudas cítricas .....	12
4.TRABALHOS .....	15
4.1 ARTIGO 1: TECIDOS DE PLÂNTULAS NUCELARES COMO INTERENXERTOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE LARANJEIRA ‘PÊRA’ ....	15
RESUMO .....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUÇÃO.....	17

MATERIAL E MÉTODOS .....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
4.2 ARTIGO 2: EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA DE MUDAS DE LARANJEIRA 'PÊRA' COM INTERENXERTOS DE PLÂNTULAS NUCELARES .....	40
RESUMO .....	40
ABSTRACT.....	41
INTRODUÇÃO.....	42
MATERIAL E MÉTODOS .....	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	51
CONCLUSÃO .....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
5.RESUMO E CONCLUSÕES.....	64
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

## RESUMO

SOUSA, Monica Cardoso de, M. Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2016. Título: Qualidade de mudas de laranjeira 'Pêra' interenxertadas por tecidos de plântulas nucelares sobre o porta-enxerto 'Flying Dragon'. Orientadora: Cláudia Sales Marinho.

O Brasil é o maior produtor mundial de laranjas, com produção aproximada de 13,8 milhões de toneladas em 2015 segundo dados do IBGE. Dentre as cultivares plantadas, a laranjeira 'Pêra' tem importância singular devido à sua aceitação nos mercados de frutas frescas e industrializadas. O porta-enxerto *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* 'Flying Dragon' tem sido avaliado para várias cultivares de citros, em função de seu potencial em induzir nanismo às plantas e facilitar o manejo de plantios adensados. No caso da laranjeira 'Pêra' o uso de trifoliateiros e seus híbridos, como porta-enxertos, requer um interenxerto ou "filtro", pois seus tecidos são incompatíveis com esses genótipos. A produção de mudas interenxertadas tem sido feita, convencionalmente, por duas enxertias sucessivas por borbúlia, o que aumenta o tempo necessário na obtenção desse tipo de muda. Foram realizados dois experimentos com objetivo de avaliar a subenxertia do porta-enxerto 'Flying Dragon' (FD) na produção de mudas interenxertadas de laranjeira 'Pêra' (LP). No primeiro experimento avaliou-se a utilização de interenxertos de limoeiro 'Cravo' (LC) e laranjeira 'Seleta' (LS) e no segundo experimento avaliou-se a qualidade e capacidade fotossintética dessas

mudas. No primeiro experimento utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos, seis repetições e dez plantas por parcela. Os tratamentos foram constituídos pelas combinações respectivas entre copa, interenxerto e porta-enxerto de LP/LS/FD (T1), LP/LC/FD (T2) e copa e porta-enxerto de LP/LC (T3) e LS/FD (T4). As mudas foram avaliadas mensalmente quanto ao crescimento dos 30 aos 300 dias após a subenxertia. A subenxertia do FD, no caule dos interenxertos reduz o tempo de formação de mudas interenxertadas da laranjeira 'Pêra' sobre esse porta-enxerto, pois o porta-enxerto FD quando cultivado sozinho, demanda maior tempo para atingir o diâmetro ideal para a primeira enxertia, ocasionando atraso na produção das mudas. As mudas interenxertadas obtidas pela combinação LP/LC/FD têm maior vigor em relação àquelas obtidas pela combinação LP/LS/FD, assim como maior semelhança de diâmetro entre porta-enxerto e interenxerto, aproximando-se em vigor de mudas produzidas sem interenxerto LP/LC. No segundo experimento o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos, sete repetições e uma muda por parcela. A combinação LP/LC (sem interenxerto), apresenta maior taxa fotossintética que aquelas obtidas pelas combinações LP/LS/FD e LP/LC/FD (com interenxertos) nos horários avaliados de 8 e 13 h, com uso de dois ou de um sistema radicular funcional. Mesmo assim, as taxas fotossintéticas das mudas de todos os tratamentos enquadram-se dentro de padrões de mudas saudáveis. Também se verifica redução nas taxas fotossintéticas em todos os tratamentos das 8 para as 13 h, nos dois períodos avaliados.

**Palavras-chave:** *Citrus sinensis*, formação das mudas, interenxertia, *Poncirus trifoliata*, subenxertia, trocas gasosas.

## ABSTRACT

SOUSA, Monica Cardoso de, M. Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February, 2016. Quality seedlings of 'Pêra' intergrafting by tissue nucellars seedlings on rootstock 'Flying Dragon'. Advisor: Cláudia Sales Marinho.

Brazil is the largest producer of oranges, producing about 13.8 million tons in 2015 according to IBGE data. Among the planted varieties, orange trees have special importance because of the fruit acceptance in the fresh fruit and industrial markets. The rootstock *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* 'Flying Dragon' has been evaluated for various citrus cultivars, due to its potential to induce dwarfism in plants and to facilitate the management of high density plantations. In the case of orange trees using trifoliolate orange and its hybrids as rootstocks, an interstock or "filter" is required because their tissues are incompatible. The intergrafting plantlets production has been made conventionally by two successive graftings by budding, which increase the time required to obtain this kind of plantlets. Two experiments were conducted to evaluate inarching with the rootstock 'Flying Dragon' (FD) in the production of intergrafted plantlets having the orange *Citrus sinensis* cv. Pêra as scion (PO). In the first experiment the use of interstocks of Rangpur lime (RL) and orange 'Seleta' (SO) was evaluated; and the second experiment evaluated the photosynthetic capacity of the resulting plantlets. In the first experiment was in randomized blocks design, with four treatments, six replications and ten plants per plot. The respective combinations of canopies,

interstock and rootstock PO/SO/FD (T1), PO/RL/FD (T2), the scions and rootstocks PO/RL (T3) and SO/FD (T4), constituted the treatments. Plantlets were assessed monthly for growth from 30 to 300 days after the inarching. Inarching FD under the bark of the interstocks reduces the production time of intergrafted plantlets of orange trees on this rootstock; the rootstock FD alone demanded more time to achieve optimal diameter for the first grafting delaying the production of plantlets. The intergrafting plantlets obtained by combining PO/RL/FD are more effective compared to those obtained by combining PO/SO/FD, and also show greater similarity in diameter between rootstock and interstock thus resembling more the plantlets produced without interstock PO/RL. In the second experiment the experimental design was in completely randomized blocks (DIC), with three treatments and seven replicates with a plantlet per plot. The combination of PO/RL (no interstock) lead to higher photosynthetic rates than those obtained with the combinations PO/SO/FD and PO/RL/FD (with interstocks), evaluated from 8 to 13 h, with the use of two or one functional root system. Even so, the plantlet photosynthetic rates of all treatments fall within the standards of healthy plantlets. A reduction in photosynthetic rates at 13 h as compared to 8 h was observed in all treatments PO/SO/FD, PO/RL/FD, PO/RL and SO/FD, in both periods.

**Keywords:** *Citrus sinensis*, formation of plantlets, interstock, *Poncirus trifoliata*, inarching, gas exchange.

## 1.INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de laranja do mundo com produção estimada em 13,8 milhões de toneladas de frutos em 2015 (IBGE, 2015). O cultivo de laranjeiras está distribuído por diversos estados do Brasil, destacando-se pelo seu excelente desempenho e expressiva importância socioeconômica. A maior produção de laranja, no Brasil, ocorre no estado de São Paulo, que concentra cerca de 70%, seguida pelos estados da Bahia, Sergipe, Minas Gerais e Paraná que contribuem com 19,9% da produção nacional. Em outros estados a produção é menos expressiva, mas de importância econômica e social, principalmente em pequenas propriedades (IBGE, 2015).

Entre os fatores que vêm sendo avaliados para 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. A redução do porte das plantas também pode contribuir para o aumento da produtividade por área ao permitir plantios mais adensados, além de facilitar a colheita dos frutos e os tratos fitossanitários (Pompeu Junior e Blumer, 2009; Mademba-Sy et al., 2012)

O *Poncirus trifoliata* 'Flying Dragon' var. monstrosa (FD) destaca-se como porta-enxerto para citros por induzir uma redução significativa no tamanho das

copas além de aumentar sua eficiência produtiva (Alcântara et al., 2013; Silva et al., 2013; Portella et al., 2015) e, nesse contexto, tem sido considerado como opção para plantios adensados.

Um dos fatores que podem limitar a avaliação de plantas enxertadas sobre o FD, em condições edafoclimáticas específicas, é a dificuldade na produção de suas mudas, uma vez que seu crescimento é lento e com interrupções, mesmo em condições de inverno ameno (Guilherme et al., 2014) e também por sua provável incompatibilidade com a cultivar Pêra que é a laranjeira mais plantada no Brasil, uma vez que essa laranjeira é incompatível com trifoliatores e seus híbridos, como o citrumeleiro 'Swingle' (Pompeu Junior e Blumer, 2008; Guilherme et al., 2014; Pompeu Junior e Blumer, 2014).

A incompatibilidade existente entre a 'Pêra' com os trifoliatores e seus híbridos pode ser contornada pela interposição de um tecido de outra laranjeira (interenxerto) entre a copa e o porta-enxerto. Todavia, mudas de citros interenxertadas demandam maior tempo para sua produção e resultam em baixa eficiência de produção (Girardi e Mourão Filho, 2006; Guilherme et al., 2014).

Guilherme et al. (2014) propuseram uma metodologia para a produção de muda da laranjeira 'Pêra' com interenxerto de limoeiro 'Cravo'. Nesse caso, a laranjeira 'Pêra' foi enxertada sobre o limoeiro 'Cravo' que havia sido, anteriormente, subenxertado com o FD. Segundo os autores essa técnica pode reduzir o tempo de produção desse tipo de muda, mas precisa ser melhor investigada quanto ao uso de outros interenxertos, aumentar a eficiência de produção, além de avaliar seu desempenho no campo. Outro fator a ser considerado é a qualidade dessas mudas, pois pela metodologia citada, durante uma das etapas de produção a copa passa a ter dois porta-enxertos funcionais e em outra etapa sofre um anelamento e supressão de um sistema radicular e esses aspectos podem interferir em sua capacidade fotossintética e qualidade.

## 2.OBJETIVOS

1. Avaliar a qualidade e a eficiência de produção de mudas de laranjeira 'Pêra' interenxertadas por tecidos de plântulas nucelares de uma laranjeira doce ou limoeiro 'Cravo', utilizando a subenxertia como técnica auxiliar na introdução do porta-enxerto 'Flying Dragon';
2. Avaliar o crescimento do porta-enxerto 'Flying Dragon' após a subenxertia;
3. Avaliar a qualidade, por meio de indicadores da capacidade fotossintética, de mudas de laranjeira 'Pêra' interenxertadas, durante duas fases de sua formação no viveiro.

### 3.REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Abordagem geral quanto a origem, sistemática, principais cultivares de copas e de porta-enxertos e os principais problemas fitossanitários dos citros

Acredita-se que o centro de origem dos citros seja as regiões tropicais e subtropicais do Sudeste Asiático e do arquipélago Malaio e, a partir daí, foram disseminadas para outros continentes pelas grandes navegações (Nicolosi et al., 2000). O gênero *Citrus* pertence à família botânica Rutaceae, subfamília Aurantioideae, tribo Citriae e subtribo Citrinae, juntamente com mais cinco gêneros: *Clymenia*, *Eremocitrus*, *Fortunella*, *Microcitrus* e *Poncirus* (Lu; Zhou; Xie, 2011).

Os citros foram introduzidos no Brasil pelas primeiras expedições colonizadoras, com melhores condições para vegetar e produzir do que nas próprias regiões de origem, e se espalharam por todo o país. Porém, foi na região centro sul, com o surgimento de grandes cidades e condições climáticas favoráveis, que a citricultura se estabeleceu e se fortaleceu, sendo as cultivares mais comuns nessa região as laranjeiras Pêra e Seleta (Rodriguez et al.,1991). Em alguns países produtores de citros as laranjeiras doces [*C. sinensis* (L.) Osbeck] são predominantes, como ocorre no Brasil (Pio et al., 2005).

Há controvérsias em relação à classificação taxonômica e a filogenética dos citros podendo ser encontrados vários sistemas de classificação para o gênero *Citrus* variando principalmente em relação ao número de espécies (Nicolosi, 2007). Entre os sistemas de classificação os que mais se destacam são os formulados por Swingle e Reece (1967), nos quais os autores reconheceram 16 espécies, e o estabelecido por Tanaka (1977), no qual o autor descreveu 162 espécies para este gênero (Araújo e Roque, 2005).

Anteriormente, para a classificação de espécies pertencentes ao gênero *Citrus* tinha-se como base os caracteres morfológicos e as diferenças anatômicas, sendo este representado por plantas de porte médio, flores brancas e aromáticas e frutos tipo baga, contendo vesículas preenchidas por um suco de grande interesse comercial (Donadio, 2005).

Estudos vêm sendo realizados com o uso de marcadores moleculares e bioquímicos para reavaliação do sistema de classificação do gênero *Citrus* (Bastianel et al., 2001; Araújo e Roque, 2005). Baseando-se no uso de marcadores moleculares, Barret e Rhodes (1976), sugeriram que o gênero *Citrus* é formado por apenas três espécies verdadeiras: cidras (*C. medica* L.), tangerinas (*C. reticulata* Blanco) e toranjas (*C. grandis* L.) e os demais representantes que haviam sido classificados como espécies, na verdade são híbridos, que podem ter se originado por meio de mutações somáticas ocorridas na natureza entre espécies selvagens (Moore, 2001).

As espécies do gênero *Citrus* de maior valor comercial são agrupadas em laranjas doces (*C. sinensis* (L.) Osbeck), tangerinas (*C. reticulata* Blanco), limões (*C. limon* (L.) Burm. F.), limas ácidas [*C. aurantifolia* (Christm.) Swing e *C. latifolia* (Yu. Tanaka)] e pomelos (*C. paradisi* Macfad) (Pio et al., 2005).

As espécies limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck) e 'Volkameriano' (*C. Volkameriano* V. Tem & Pasq.), as tangerineiras 'Sunki' (*C. sunki* hort. ex Tanaka) e 'Cleópatra' (*C. reshini* hort. ex Tanaka), a laranjeira azeda (*C. aurantium* L.), os trifoliateiros (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.), os híbridos citranges 'Carrizo' e 'Troyer' [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* (L.) Osbeck] e o citrumeleiro 'Swingle' [*C. paradisi* Macfad. cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], são usados como porta-enxertos (Pompeu Junior, 2005).

A citricultura brasileira é um dos setores mais competitivos e com grande potencial de crescimento do agronegócio, pois sua cadeia produtiva gera

empregos, pesquisa, conhecimento global e movimentação economias locais (Neves et al., 2006). No Brasil oito cultivares de laranjeiras doces são predominantes, com cultivares de colheitas mais precoces, de meia estação ou mais tardias. Hamlin, Pêra, Valência e Natal são as mais comuns, enquanto cultivares como Bahia e Lima são, normalmente, destinadas ao mercado de frutas frescas (Citrus BR, 2010). O principal porta-enxerto utilizado é o limoeiro 'Cravo' (Pio et al., 2005; Pompeu Junior e Blumer, 2014). Dentre as cultivares mais plantadas no Brasil, a laranjeira 'Pêra' tem importância especial devido a sua qualidade e grande aceitação na indústria e no mercado interno de frutas frescas (Salibe et al., 2002; Pio et al., 2005).

Embora o Brasil seja o maior produtor de laranja doce, sua produtividade é considerada baixa em virtude de diversos fatores que prejudicam a eficiência produtiva como manejo inadequado dos pomares, na pós-colheita dos frutos e aos inúmeros problemas fitossanitários (Machado et al., 2005).

Entre as principais doenças que causam diminuição na produtividade cítrica, no Brasil, citam-se a clorose variegada dos citros (CVC) e o cancro cítrico, que têm como agentes causais as bactérias *Xylella fastidiosa* e *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, respectivamente (Belasque Junior et al., 2005; Laranjeira et al., 2008). A leprose dos citros, transmitida pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis*, e a tristeza dos citros (CTV), cujo vetor é o pulgão preto, são consideradas as principais viroses que afetam a citricultura brasileira (Bastianel et al., 2006; Moreno et al., 2008). A morte súbita dos citros (MSC) é causada por uma nova estirpe de vírus do CTV ou por um novo vírus pertencente à família Tymoviridae e que pode ser transmitido por inseto (Pompeu Junior e Blumer, 2008).

Já a gomose e a podridão em raízes e radículas são doenças causadas por patógenos pertencentes ao gênero *Phytophthora* (Feichtenberger, 2001). O Huanglongbing (HBL), também conhecido como Greening, vem causando grande preocupação aos citricultores brasileiros, e é causado pelas bactérias *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas), *Ca. Liberibacter africanus* (CLaf) e *Ca. Liberibacter americanus* (CLam). A forma americana é encontrada somente no Brasil (Bové, 2006; Lopes et al., 2009; Gottawald, 2010). A doença é transmitida por vetor, o psílideo *Diaphorina citri*, sua severidade, dificuldade de controle e a rápida

disseminação, causam grandes prejuízos econômicos à citricultura (FUNDECITRUS, 2009; Lopes et al., 2009).

### 3.2 Histórico sobre o uso de porta-enxertos de citros no Brasil

No Brasil os citros foram propagados por sementes desde sua introdução por volta 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) Osb.]] destacou-se provavelmente pela facilidade de obtenção de sementes (Blumer, 2005). Entretanto, por apresentar baixa resistência à gomose e à seca, foi substituída pela laranjeira 'Azeda' (*C. aurantium*) (Pompeu Junior, 1991).

A laranjeira 'Azeda' superou a 'Caipira' por possuir boa afinidade com a maioria das variedades comerciais, ser resistente à seca, a moléstias graves como gomose, além de produzir frutos de boa qualidade (Moreira, 1941). No entanto, a mesma deixou de ser utilizada por volta de 1937, quando foi introduzido no Brasil o vírus da tristeza dos citros (CVT). Havendo renovação dos pomares com outras variedades de porta-enxertos: limoeiro 'Cravo', tangerineira 'Cleópatra', limoeiro 'Rugoso' e citrangeiro 'Troyer' (Pompeu Junior, 1991).

Na década de 60 a citricultura brasileira foi praticamente alicerçada sobre um único porta-enxerto, o limoeiro 'Cravo' (*C. Limonia* Osbeck) (Hodgson, 1967). Entretanto, na década de 70, o surgimento do declínio dos citros dizimou milhões de plantas de citros enxertadas sobre o limoeiro 'Cravo'. Essa nova doença, de natureza desconhecida, provocou uma nova diversificação dos porta-enxertos aumentando a utilização da tangerineira 'Cleópatra' (*C. reshni* Hort. ex Tanaka) e do limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.) (Pompeu Junior, 2005).

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, 2005). Nesse período também observou-se que plantas enxertadas sobre tangerineira Cleópatra, citrumeleiro Swingle e trifoliato [ *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] não mostravam sintomas da morte súbita dos citros nos pomares atingidos pela doença.

A morte súbita de citros provocou em 2001 a perda de milhões de plantas de citros enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', havendo novo impulso na diversificação dos porta-enxertos, principalmente com a tangerineira 'Cleópatra', o citrumeleiro 'Swingle' [*C. paradisi Macfad.* cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L) Raf.] e a tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] (FUNDECITRUS, 2006). Porém, o limoeiro 'Cravo' ainda é muito utilizado nos pomares brasileiros apesar de ser suscetível ao declínio dos citros e a MSC. Sua utilização extensiva deve-se, sobretudo à sua maior tolerância à seca, à indução de precocidade no início de produção da copa, à alta produtividade por planta, à boa compatibilidade com as cultivares de copas utilizadas e à média resistência ao frio (Sempionato et al., 1997; Pompeu Junior, 2005; Blumer, 2005).

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, vem 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 (Swingle, 1943; Cheng e Rose, 1995; Pompeu Junior, 2005; Cantuarias-Avilés, 2009; Mademba-Sy et al., 2012). O nanismo é uma característica desejável, por vários aspectos, tais como otimização da área produtiva, facilidade de alguns tratamentos culturais e aumento da produtividade (Pompeu Junior, 2005).

Mademba-sy et al. (2012) avaliando plantas de limoeiro 'Lisboa' e limeira ácida 'Tahiti' enxertadas sobre os porta-enxertos 'Flying Dragon' e limoeiro 'Volkameriano' observaram redução de 66% na altura das plantas enxertadas sobre o 'Flying Dragon' em relação às plantas enxertadas sobre limoeiro 'Volkameriano', aos 13 anos após o plantio. Os autores também avaliaram plantas de laranjeira 'Valência' e laranjeira 'Washington navel' enxertadas sobre o citrange 'Troyer' e 'Flying Dragon'. Verificou-se uma redução de 186% e 112% na altura das laranjeiras 'Valência' e 'Washington Navel' enxertadas, respectivamente, sobre o 'Flying Dragon' ou sobre o citrange 'Troyer'.

O uso de porta-enxertos nanicantes, combinados com copas de interesse, pode ser atraente para o citricultor ao facilitar os tratamentos culturais, podendo reduzir o custo de produção e agressões ao meio ambiente por proporcionar maior eficiência no controle fitossanitário (Sampaio, 1994; Pompeu Junior, 2001; Pompeu Junior e Blumer, 2009). De acordo com Mademba-sy et al. (2012), o uso do porta-enxerto FD permite o plantio de pomares com alta densidade, citando-se número variando entre 519 e 1.111 árvores/ha, dependendo da cultivar utilizada como copa. Plantios densos podem permitir o retorno mais rápido do capital investido. Além das vantagens citadas, o FD possui imunidade ao vírus da tristeza, resistência à gomose de *Phytophthora* e a nematoides (Cheg e Rose, 1995, Pompeu Junior, 2005) e pode proporcionar aumento da produção de frutos por metro quadrado (Pompeu Junior e Blumer, 2009).

### **3.3 Influência do porta-enxerto no metabolismo de plantas cítricas**

Os porta-enxertos de plantas cítricas afetam o desenvolvimento vegetativo da copa e de seus frutos (Fochesato et al., 2006; Espinoza-Núñez et al., 2011), a eficiência de uso de nutrientes, assim como a resistência a doenças cítricas, tornando-se essencial para o bom desempenho de um pomar (Matos Junior et al., 2010).

A absorção dos elementos minerais da solução do solo tem eficiência e translocação influenciadas pelos porta-enxertos, o que conseqüentemente afeta a composição mineral de ramos, folhas e frutos das copas sobre eles enxertadas (Pompeu Júnior, 2005). Matos Júnior et al. (2006) observaram que laranjeiras 'Natal' e 'Valência' enxertadas sobre o limoeiro 'Cravo' tiveram maior absorção de N, P e K do que quando enxertadas sobre 'Cleópatra' ou 'Swingle'.

As taxas de fotossíntese e as relações hídricas em citros, tanto sob condições normais quanto sob estresse hídrico, sofrem influência do porta-enxerto utilizado e, como conseqüência, influenciam o vigor geral da planta (Medina et al 2005). Magalhães Filho et al. (2008) observaram maior tolerância à deficiência hídrica de laranjeira 'Valência' sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo'

em relação ao porta-enxerto *Poncirus trifoliata* 'Rubidoux'. Os autores mencionam que a maior tolerância apresentada pela 'Valência' ocorreu devido ao sistema radicular mais desenvolvido do limoeiro 'Cravo' em relação ao trifoliateiro 'Rubidoux'.

Apesar dos trifoliateiros ter menor tolerância à deficiência hídrica que o limoeiro 'Cravo', estes possuem outras características que justificam seu uso como porta-enxertos. Os trifoliateiros promovem, como exemplos, redução no tamanho das copas, indução das copas para produção de frutos com melhores características comerciais que as obtidas em outros porta-enxertos (Schinor et al., 2013) e podem ser indicados em situações especiais.

Estudos têm sugerido que o nanismo induzido pelos porta-enxertos pode ser proveniente de uma maior resistência hidráulica do xilema (Solari et al., 2006b; Alcântara et al., 2013; Guilherme, 2013), uma vez que a capacidade hidráulica do xilema determina o transporte de água e nutrientes para as folhas estando diretamente ligada ao crescimento vegetativo das plantas (Iwasaki et al., 2011). A limitação da condutividade hidráulica resulta em menor potencial hídrico nas folhas de mudas enxertadas em porta-enxerto nanicante do que em mudas em porta-enxertos vigorosos (Basile et al., 2003; Gonçalves et al., 2006). Em alguns casos, a redução da condutividade hidráulica no caule ou na raiz em árvores parece estar relacionada com a estrutura do xilema (Olmstead et al., 2006; Gonçalves et al., 2007; Tombesi et al., 2011).

Segundo Solari et al. (2006a), a redução da condutividade hidráulica promove a redução da condutância estomática tendo como efeitos adversos a diminuição do crescimento das brotações devido à baixa assimilação de CO<sub>2</sub>. Alcântara et al. (2013) avaliaram o crescimento da laranjeira 'Valência' sobre os trifoliateiros 'Flying Dragon' e 'Rubidoux'. Os resultados obtidos indicaram que os sistemas radiculares das plantas enxertadas sobre o FD tinham maior resistência hidráulica nas raízes, sendo uma das prováveis causas de redução do crescimento vegetativo da copa, em plantas enxertadas sobre esse porta-enxerto.

### 3.4 Uso da subenxertia na citricultura

A subenxertia é uma técnica que permite substituir o porta-enxerto de uma copa ou muda já formadas 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 (Müller et al., 2002; Girardi et al., 2010). Esta técnica foi utilizada para prevenir a morte súbita dos citros (MSC), em pomares nos quais ainda não se observava a doença ou na recuperação de plantas em estádios iniciais de manifestação de sintomas (Tersi, 2004).

Para a realização da subenxertia são plantados de um a quatro clones do novo porta-enxerto, ao redor de uma planta adulta, que terá seu sistema radicular substituído. Os clones são despontados em bisel e inseridos em uma janela aberta sob a casca do tronco, acima do ponto de união copa/porta-enxerto. A amarração é feita com uma fita plástica larga para evitar a penetração de água na ferida e facilitar a conexão dos tecidos. Os novos porta-enxertos revigoram a árvore doente, restabelecendo o fluxo de seiva entre copa e sistema radicular, permitindo a emissão de novos ramos e retomada da produção (Girardi, 2005). O caso mais famoso do uso da subenxertia para salvar uma planta é o da primeira laranjeira ‘Bahia’ plantada na Califórnia em 1877, cujo porta-enxerto estava sendo danificado por gomose e a medida de controle adotada foi a subenxertia com novos porta-enxertos (Pompeu Júnior, 2005).

A subenxertia foi avaliada na recuperação de plantas afetadas pela MSC 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 et al., 2003). No entanto, o uso da subenxertia é menos efetivo em laranjeiras com sintomas severos de MSC e em copa com maturação tardia, como ‘Natal’ e ‘Valência’, nas quais o avanço da doença é mais rápido (Peixoto et al., 2005).

A subenxertia ainda é pouco usada para a produção de mudas de citros, sendo citada em trabalhos de Setin e Carvalho (2011), Guilherme et al. (2014) e Lima e Lima (2015). Setin e Carvalho (2011) avaliaram diferentes métodos de subenxertia para a produção de mudas de laranja '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.

Lima e Lima (2015) avaliaram a subenxertia para a produção de mudas de laranja 'Valência' com o uso dos porta-enxertos, limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle'. Esses autores observaram que as plantas com dois porta-enxertos tiveram crescimento intermediário em relação àquelas enxertadas sobre um único porta-enxerto.

Guilherme et al. (2014) avaliaram a subenxertia como técnica auxiliar na produção de mudas interenxertadas de laranja 'Pêra'. 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 pegamentos 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.

### **3.5 Uso da 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 (Fachinello et al., 2005), tornando possível a união de duas plantas incompatíveis (Hartmann et al., 2011) ou quando se pretende diminuir o vigor da copa (Scarpate Filho et al., 2000; Telles et al., 2006).

Segundo Câmara et al. (2003), a interenxertia em citros também pode reduzir o transporte de sódio e cloro das raízes para a copa, aumentando a resistência das plantas à salinidade.

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 'Pêra' e o porta-enxerto *Poncirus trifoliata* ou seus híbridos. Entretanto, demanda maior tempo e menor eficiência de produção (Girardi e 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 Girardi e Mourão Filho (2006); Guilherme et al. (2014), avaliando 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 'Pêra' interenxertadas sobre os porta-enxertos citrumeleiro 'Swingle' e limoeiro 'Volkameriano' verificaram um alto índice de descarte das mudas e maior tempo requerido para a produção desse tipo de muda.

Guilherme et al. (2014) avaliando a produção de mudas de laranjeira 'Pêra' 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 por essa técnica, mas observaram redução no tempo de sua 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 com o objetivo de diminuir o vigor das plantas, aumentar a eficiência produtiva e melhorar a qualidade das frutas, conforme já verificado para diversas espécies frutíferas, como a cerejeira (Larsen et al., 1987; Rozpara et al., 1990), a macieira (Koike e Tsukahara, 1988), a pereira (Westwood et al., 1989), o damasqueiro (Ogasanovic et al., 1991) a ameixeira (Grzyb et al., 1994) e o pessegueiro (Scarpate Filho et al. 2000; Telles et al. 2006).

De acordo com Scarpate Filho et al. (2000), o uso da interenxertia em pessegueiro, reduziu o vigor das plantas, o perímetro, a área de secção do tronco e o perímetro das pernas foram significativamente menores nas plantas interenxertadas se comparadas com plantas sem interenxertos. Em contrapartida, a presença do interenxerto antecipou a brotação, a floração, a antecipação da

colheita, aumentou o peso do fruto e a produção por planta. Telles et al. (2006) avaliando mudas de pessegueiro 'Okinawa' e 'Capdeboscq' interenxertadas tiveram redução do vigor da copa, com menor diâmetro do tronco, comprimento e número de ramificações secundárias, quando comparadas com as plantas sem interenxertos, corroborando com Scarpate Filho et al. (2000).

Essas reduções do crescimento de plantas interenxertadas pode ser ocasionada por fatores indiretos relacionados ao uso do interenxerto, que segundo Hartmann et al. (1990); Scarpate Filho et al. (2000); Cohen et al., (2007); e Hartmann et al. (2011) afirmaram que fatores internos como translocação de água, modificam os teores de nutrientes minerais na copa das plantas, distribuição de hormônios, como as giberelinas e outras substâncias são afetados pelo uso de interenxertos e esses efeitos atuam sobre o crescimento vegetativo, o florescimento e a frutificação da planta.

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 pelo viveirista em função de demandar maior tempo para formação das mudas, dificuldade de execução e altos números de descartes em comparação com a propagação convencional.

## **4. TRABALHOS**

### **4.1 ARTIGO 1: TECIDOS DE PLÂNTULAS NUCELARES COMO INTERENXERTOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE LARANJEIRA ‘PÊRA’**

#### **RESUMO**

A produção de mudas de laranjeira ‘Pêra’ sobre porta-enxertos trifoliatas ou seus híbridos não é recomendada, uma vez que resultam em combinações incompatíveis. Esse tipo de incompatibilidade pode ser contornado com o uso de um interenxerto de uma laranjeira doce entre os tecidos desses dois genótipos. Entretanto, a produção desse tipo de muda demanda maior tempo de viveiro, principalmente quando um porta-enxerto de menor vigor, como o trifoliato ‘Flying Dragon’ é utilizado. Objetivou-se com este trabalho avaliar a produção de mudas de laranjeira ‘Pêra’ (LP) interenxertadas por tecidos nucelares da laranjeira ‘Seleta’ (LS) ou do limoeiro ‘Cravo’ (LC), subenxertados com o porta-enxerto ‘Flying Dragon’. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos, seis repetições e dez plantas por parcela. Os tratamentos foram constituídos pela produção de mudas interenxertadas nas combinações LP/LS/FD e LP/LC/FD e por mudas sem interenxertos (testemunhas)

nas combinações LP/LC e LS/FD. As mudas foram avaliadas quanto ao crescimento dos 30 aos 300 dias após a subenxertia. A subenxertia do FD no caule dos interenxertos reduz o tempo de formação das mudas da laranjeira 'Pêra' sobre esse porta-enxerto, uma vez que o porta-enxerto FD quando cultivado sozinho demanda maior tempo para atingir o diâmetro ideal para a primeira enxertia, ocasionando atraso na produção das mudas interenxertadas. As mudas interenxertadas obtidas pela combinação LP/LC/FD têm maior vigor em relação àquelas obtidas pela combinação LP/LS/FD, assim como maior semelhança de diâmetro entre porta-enxerto e interenxerto, aproximando-se em vigor das mudas produzidas sem interenxerto.

**Palavras-chave:** adensamento de plantio, *Citrus sinensis*, *Poncirus trifoliata* var. monstrosa, superação de incompatibilidade.

## ABSTRACT

The production of seedlings of 'Pêra' on trifoliatas rootstocks or their hybrids is not recommended, since they result in incompatible combinations. Such incompatibility can be overcome only with the use of an interstock of a sweet orange tissue between these two genotypes. However, the production of this kind of seedlings requires a lot of time in the nursery, especially when a rootstock smaller force, as *Poncirus trifoliata* var. monstrosa cv. 'Flying dragon' is used. The objective of this study was to evaluate the production of seedlings of 'Pêra' (PO) intergrafting by nucellar tissues of 'Seleta' orange (SO) or Rangpur lime (RL), subgrafted with the rootstock 'Flying Dragon'. The experimental design was randomized blocks, with four treatments, six replications and ten plants per plot. The treatments consisted of combinations PO/RL, SO/FD, PO/SO/FD and PO/RL/FD. The seedlings were evaluated for growth of 30 to 300 days after the inarching. intergraftings in this combinations reduces the time of formation of seedlings of orange trees onto *Poncirus trifoliata* var. monstrosa cv. 'Flying dragon', since the rootstock FD when grown alone demand a lot of time to achieve

optimal diameter for the first grafting, causing delay in production of intergrafting seedlings. The intergrafting seedlings obtained by combining PO/RL/F. Dare more effective compared to those obtained by combining PO/SO/FD, as well a greater similarity in diameter between rootstock and interstock, coming into force the seedlings produced without interstock.

**Keywords:** density planting, *Citrus sinensis*, *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa*, overcomingin compatibility.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de suco de laranja do mundo com uma produção aproximada de 889 mil toneladas em 2015, segundo dados da Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (CITRUS BR, 2015). As cultivares Hamlin, Pêra, Valência e Natal são as mais plantadas, enquanto outras como Bahia e Lima são destinadas predominantemente ao consumo *in natura* (CITRUS BR, 2010). Dentre as cultivares mais plantadas no Brasil, a laranjeira ‘Pêra’ tem importância especial devido a sua qualidade e grande aceitação, tanto para a industrialização quanto para o mercado interno de frutas frescas (Salibe et al., 2002; Pio et al., 2005).

Apesar de estar entre as variedades mais cultivadas no Brasil, a laranjeira ‘Pêra’ tem menor disponibilidade de porta-enxertos compatíveis quando comparada às demais cultivares. A incompatibilidade da laranjeira ‘Pêra’ com o *Poncirus trifoliata* e seus híbridos, como o citrumeleiro ‘Swingle’, além de outros porta-enxertos como o limoeiro ‘Volkameriano’ é bem documentada (Donadio, 1999; Girardi e Mourão Filho, 2006; Pompeu Junior e Blumer, 2014). Assim, a diversificação de porta-enxertos é ainda mais difícil para a laranjeira ‘Pêra’, sendo o limoeiro ‘Cravo’ e as tangerineiras ‘Cleópatra’ e ‘Sunki’ as principais opções encontradas.

O trifoliateiro ‘Flying Dragon’ (*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa*) tem sido avaliado como porta-enxerto para várias copas de citros e induz nanismo às

copas enxertadas sobre ele. Possui 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, 2008). Além dessas características o 'Flying Dragon' (FD) tem sido recomendado como uma alternativa para plantios mais adensados, por reduzir a necessidade de podas, facilitar a colheita e tratos culturais (Mademba-Sy et al., 2012).

Outros trifoliatores e seus híbridos têm sido avaliados como porta-enxertos para a laranjeira 'Pêra', entretanto o uso de um interenxerto entre essa copa e esse tipo de porta-enxerto é requerido para contornar a incompatibilidade entre a copa e o porta-enxerto (Girardi e Mourão Filho, 2006).

A interenxertia consiste na introdução de tecido (filtro) de um genótipo diferente, compatível com copa e porta-enxerto. A planta enxertada apresenta duas regiões de enxertia e é composta por três partes geneticamente diferentes correspondentes a copa/interenxerto/porta-enxerto (Fachinello et al., 2005; Hartmann et al., 2011).

Girardi e Mourão Filho (2006) avaliaram a produção de mudas interenxertadas de laranjeira 'Pêra', por meio de duas borbulhias consecutivas, utilizando como interenxertos tecidos das laranjeiras 'Pêra', 'Valência' ou 'Hamlin', e das tangerineiras 'Sunki' ou 'Cleópatra' enxertadas sobre os porta-enxertos citrumeleiro 'Swingle' e limoeiro 'Volkameriano' e obtiveram a formação das mudas aos 17 meses após a semeadura dos porta-enxertos.

Guilherme et al. (2014) obtiveram mudas de laranjeira 'Pêra' interenxertadas utilizando a subenxertia nesse processo de produção. No trabalho referido, plântulas nucelares do limoeiro 'Cravo' foram subenxertadas com mudas do porta-enxerto 'Flying Dragon' e sobre-enxertadas com borbulhas da laranjeira 'Pêra', o que permitiu a antecipação das enxertias. Apesar da redução do tempo de produção das mudas interenxertadas a eficiência de produção foi baixa, notadamente pelos baixos percentuais de pegamento das enxertias. O aumento dessa eficiência pode ser obtido por ajustes na metodologia e pelo tipo de interenxerto utilizado, uma vez que mudas com interenxertos de limoeiro 'Cravo' não foram ainda avaliadas a campo para permitir esse tipo de recomendação.

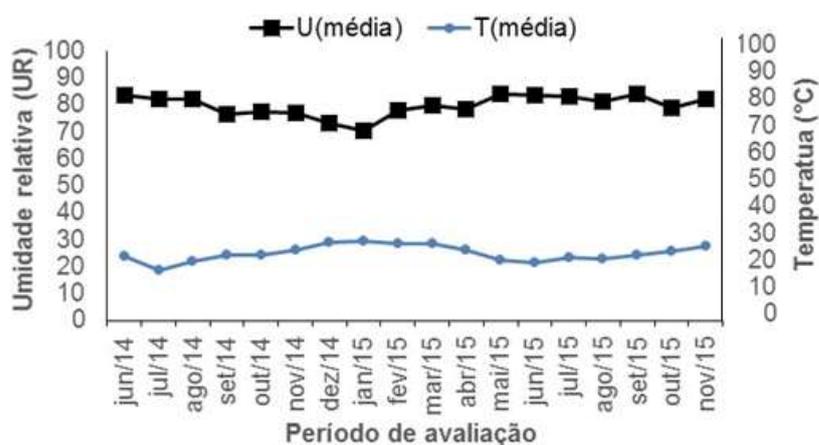
Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o pegamento de enxertias, o tempo de produção e a qualidade de mudas da laranjeira 'Pêra'

interenxertadas por plântulas nucelares de uma laranjeira doce (*Citrus sinensis* L. Osbeck) ou do limoeiro 'Cravo'.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com cobertura plástica e telado antiafideo na Unidade de Apoio à Pesquisa do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes-RJ, situada no Norte do Estado do Rio de Janeiro a 21°45'15" de latitude sul, 41°19'28" de longitude oeste e a uma altitude de 14 m. O período de produção das mudas foi de junho de 2014 a novembro de 2015.

A temperatura do ar e a umidade no interior do viveiro telado foram monitoradas pela estação meteorológica digital Data Logge Clima/Logger, modelo 3030.15, instalado dentro do viveiro e os dados obtidos são apresentados na figura 1.



**Figura 1.** Temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR) no interior da casa de vegetação durante o período de condução do experimento (junho de 2014 a dezembro de 2015).

O delineamento adotado foi em blocos inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos, seis repetições e 10 mudas por parcela. Os tratamentos utilizados estão descritos na tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos utilizados na obtenção de mudas interenxertadas da laranjeira ‘Pêra’, de acordo com metodologia a proposta por Guilherme *et al.* (2014), ou na obtenção das testemunhas por enxertias diretas sobre os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo’ ou ‘Flying Dragon’

Tratamento	Enxerto	Interenxerto	Porta-Enxerto	Método de enxertia
1	‘Pêra’	‘Seleta’	‘Flying Dragon’	Borbulhia <sup>(2)</sup> +subenxertia <sup>(3)</sup>
2	‘Pêra’	‘Cravo’	‘Flying Dragon’	Borbulhia <sup>(2)</sup> +Subenxertia <sup>(3)</sup>
3	‘Pêra’	-----	‘Cravo’	Borbulhia <sup>(1)</sup>
4	‘Seleta’	-----	‘Flying Dragon’	Borbulhia <sup>(1)</sup>

(<sup>1</sup>) No porta-enxerto; (<sup>2</sup>) no interenxerto; (<sup>3</sup>) sob a casca do interenxerto.

As sementes do limoeiro ‘Cravo’ (LC) foram adquiridas da EMBRAPA Santa Maria/RS. As sementes do trifoliato ‘Flying Dragon’ (FD) e da laranjeira ‘Seleta’ (LS), utilizadas no experimento foram extraídas de frutos maduros de plantas matrizes localizadas na área experimental da UENF situada na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes. Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Fitotecnia da UENF, aonde foi realizada a extração das sementes por meio de um corte radial superficial da casca e posterior abertura manual do fruto para evitar danos às sementes.

As sementes foram tratadas com cal hidratada para remoção da mucilagem e, em seguida lavadas em água corrente, conforme recomendação de Teófilo Sobrinho (1991). Após a retirada da mucilagem as sementes foram colocadas para secar a sombra por 24 horas sobre papel toalha. Após a secagem, as sementes foram tratadas com fungicida Captan 500<sup>®</sup> na dose de 1 g do produto para 100 g de sementes. Após este procedimento, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos e colocadas sob-refrigeração (a 5°C) até o momento da semeadura.

Antes da semeadura foi feito tratamento químico das sementes do LS, LC e FD, por imersão em 1 litro de solução aquosa contendo hidróxido de sódio (10 g L<sup>-1</sup>), hipoclorito de sódio (150 ml L<sup>-1</sup>) e ácido clorídrico 12 N (2 ml L<sup>-1</sup>), por um período de 45 minutos, sendo agitadas a cada 15 minutos, para a remoção do tegumento, de acordo com a metodologia proposta por Oliveira *et al.* (2006). A semeadura de LS e de LC foi feita em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. O FD foi semeado trinta dias após a semeadura de LS e de LC, em tubetes de 50 cm<sup>3</sup>. Os tubetes foram preenchidos com substrato comercial Basaplant<sup>®</sup> Hortaliças BX. Ao substrato foram adicionados, adubo de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup> (14-14-14),

superfosfato simples e calcário nas concentrações de 3,0; 5,0 e 13,0 g L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Foram distribuídas duas sementes por tubetes, sendo semeadas cinco vezes mais sementes do que o número de mudas necessárias para o experimento, o que possibilitou a eliminação de plântulas atípicas no desbaste realizado aos 60 dias após a semeadura, quando as plântulas atingiram 10 cm de altura.

Aos 120 dias após a semeadura, as mudas de LS e de LC atingiram média de 15 cm de altura e foram transplantadas para vasos trapezoidais, com volume de 7L, preenchidos com substrato comercial Basaplan® Hortaliças BX. Ao substrato foram adicionados adubo de liberação lenta Osmocote® (17-07-12 mais micronutrientes), superfosfato simples e calcário nas concentrações de 3,0; 5,0 e 13,0 g L<sup>-1</sup>, respectivamente.

As técnicas utilizadas na produção das mudas interenxertadas foram adaptadas de Guilherme et al. (2014), com modificações referentes ao uso de uma laranjeira doce como interenxerto, pela sequência de enxertias e pelo tempo do desmame do sistema radicular dos interenxertos. O processo será descrito a seguir.

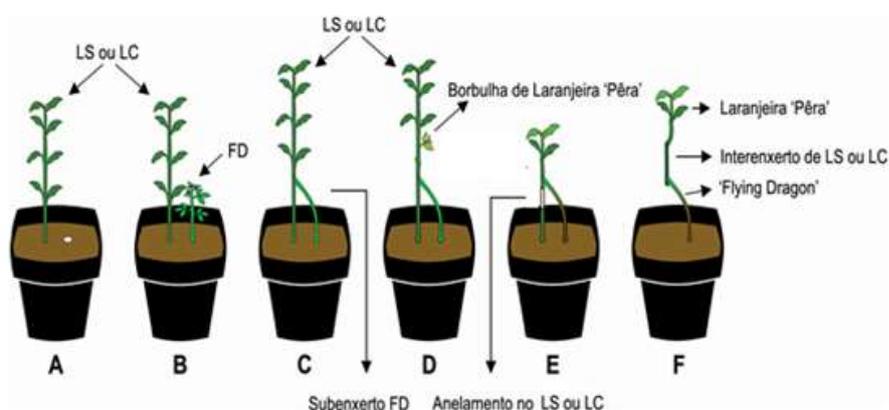
As mudas de FD atingiram altura de 20 cm aos 150 dias após a semeadura e foram transplantadas para os vasos trapezoidais nos quais já estavam sendo cultivadas as mudas de LS ou de LC (Figura 2 A). Ao lado de cada muda de LS ou de LC foi aberta uma minicova (volume de 50 cm<sup>3</sup>) para o transplante do FD conforme exposto na figura 2 B.

Aos 60 dias após o transplante do FD o mesmo foi subenxertado sob a casca do caule das mudas de LS ou de LC por meio do corte em “T” invertido no qual foi inserido o ápice do FD, cortado em bisel simples a 15 cm de altura, a partir do colo (Figura 2 C). Os subenxertos foram protegidos com parafilme e as mudas foram tutoradas com hastes de bambu, constituindo o método alternativo para produção de mudas interenxertadas (Tratamentos 1 e 2) conforme ilustrado na figura 2.

Aos 270 dias após a semeadura as mudas de LS ou de LC, cultivadas para constituírem os interenxertos, atingiram diâmetro do caule entre 6 a 8 mm medido a 10 cm acima da linha da subenxertia e foram enxertados com borbulhas

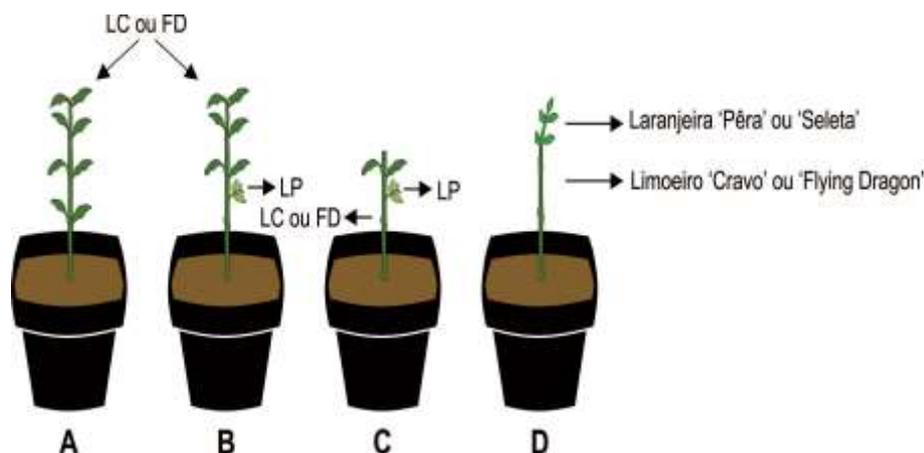
de laranjeira 'Pêra' (aos 30 dias após a subenxertia) constituindo os tratamentos 1 e 2, conforme esquema ilustrado (Figura 2 D).

Aos 90 dias após a subenxertia do FD, foi realizado anelamento com 3 cm de altura no caule de LS ou de LC a 5 cm abaixo da linha da subenxertia e estrangulamento com arame liso e flexível na região central do anelamento. A separação definitiva do sistema radicular dos interenxertos de LS e de LC da parte aérea foi realizada aos 180 dias após a subenxertia com o FD, por meio de um corte transversal realizado 1 cm abaixo da linha da subenxertia deixando a muda apenas com o sistema radicular do porta-enxerto FD (Figuras 2 E e 2 F).



**Figura 2.** Esquema da produção de mudas interenxertadas de laranjeira 'Pêra'; A- Vaso com mudas seminíferas (nucleares) de Limoeiro 'Cravo' (LC) ou de laranjeira 'Seleta' (LS) e minicova para transplante do 'Flying Dragon' (FD); B- Transplante do FD; C – Muda de LS ou de LC subenxertadas com mudas de FD; D- Enxertia de LS ou de LC com borbulhas da laranjeira 'Pêra'; E- Anelamento de LS ou de LC abaixo da região de subenxertia; F- Corte do caule de LS ou de LC abaixo da subenxertia e aspecto da muda de laranjeira 'Pêra' enxertada sobre 'Flying Dragon' com interenxertos formados por tecidos nucleares de LS ou de LC. Metodologia proposta por Guilherme et al. (2014) com modificações referentes ao uso da laranjeira como interenxerto e pelo tempo do corte do sistema radicular dos interenxertos.

Aos 270 dias após a semeadura as mudas do porta-enxerto LC, que compuseram o tratamento 3, atingiram diâmetro médio entre 6 a 8 mm, mensurado a 15 cm do colo e foram enxertadas com borbulhas da laranjeira 'Pêra'. As mudas do porta-enxerto FD que compuseram o tratamento 4 atingiram diâmetro médio entre 6 a 8 mm, medido a 15 cm do colo aos 470 dias e foram enxertadas com borbulhas da laranjeira 'Seleta' (Figura 3 B).



**Figura 3.** Esquema da produção de mudas enxertadas de laranja 'Pêra' ou de laranja 'Seleta'; A- Vaso com mudas semíferas de Limoeiro 'Cravo' (LC) ou de 'Flying Dragon' (FD); B- Muda de LC enxertada com borbulhas da laranja 'Pêra' ou muda de FD enxertada com borbulha de laranja 'Seleta'; C- Corte da parte aérea de LC ou de FD; D- Aspecto final da muda de laranja 'Seleta' enxertada sobre o FD ou da muda de laranja 'Pêra' enxertada sobre o LC (Testemunhas 1 e 2).

A brotação das borbulhas enxertadas nos tratamentos foram estimulada por meio do corte da parte aérea do porta-enxerto a 10 cm acima da enxertia, aos 25 dias após esse procedimento (Figura 3 C). Após a brotação da borbulha estas foram cultivadas até atingir a altura de 50 cm, quando se realizou o segundo corte da parte aérea dos porta-enxertos (Figura 3 D). Os tratamentos 3 e 4 constituíram testemunhas, correspondentes à metodologia convencional de produção de mudas de laranja sem interenxerto, porém com porta-enxertos e copas diferentes, conforme ilustrado na figura 3.

Durante a condução do experimento foram realizadas, periodicamente, adubações de cobertura com solução de nitrato de potássio na concentração de 5 g L<sup>-1</sup>, nitrato de cálcio na concentração de 2 g L<sup>-1</sup> sendo aplicados 10 ml por vaso. Pulverizações foliares com uma solução composta de 1 g L<sup>-1</sup> de oxicloreto de cobre; 1 g L<sup>-1</sup> de ácido bórico; 4 g L<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio; 3,5 g L<sup>-1</sup> de sulfato de zinco; 2,5 g L<sup>-1</sup> de sulfato de manganês; e 2,5 g L<sup>-1</sup> de ureia, também foram aplicadas, de acordo com a metodologia utilizada por Serrano et al. (2004).

A irrigação foi realizada por regador de crivo fino, diariamente, da sementeira até o transplântio. Após o transplântio a água foi aplicada diretamente no substrato com auxílio de mangueira, evitando molhar a parte aérea até o final da produção das mudas.

Foram avaliadas as seguintes características:

- Percentuais de pegamento dos subenxertos após a realização das enxertias aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. O pegamento da subenxertia foi avaliado em relação à soldadura ou necrose dos subenxertos;
- Percentuais de sobrevivência das borbulhas de laranjeira 'Pêra' aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a enxertia. Foram consideradas borbulhas vivas aquelas que apresentavam coloração verde semelhante ao ramo porta-borbulhas e as que emitiram brotação (Figuras 4 A e 4 B);

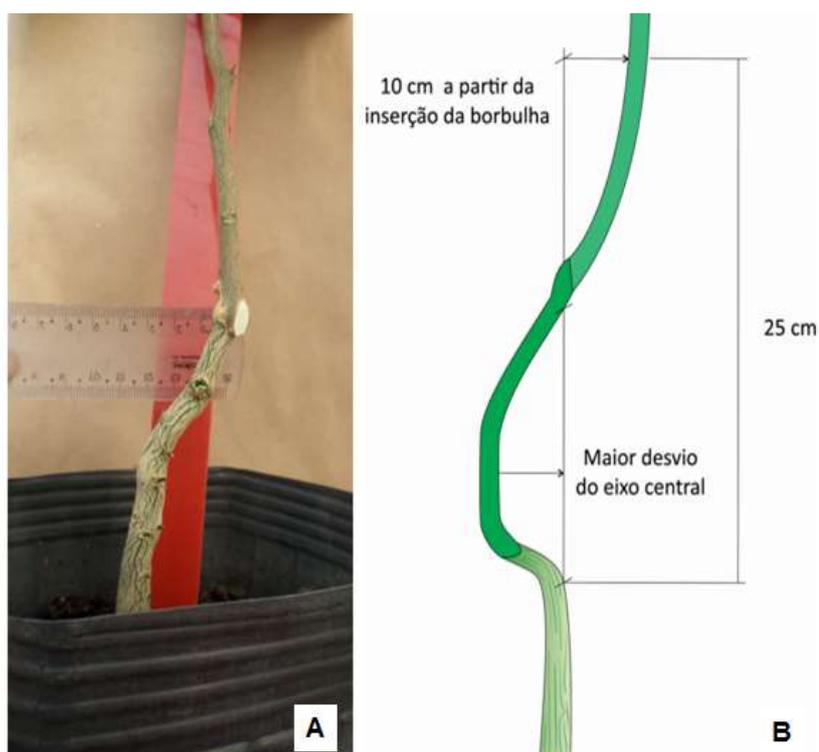


**Figura 4.** A- Caracterização das borbulhas vivas de laranjeira 'Pêra' recém-enxertadas no caule de LS ou de LC, apresentando coloração verde semelhante ao ramo porta borbulha; B- Muda de laranjeira 'Pêra' interenxertada com borbulha de laranjeira 'Pêra' aos 30 dias após a enxertia no caule de LS ou de LC com emissão brotação vegetativa e subenxerto de FD após 60 dias da subenxertia.

- Diâmetros do caule de LC e de FD a 15 cm do colo aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 270 e 300 dias após a subenxertia, com auxílio de um paquímetro digital;
- Diâmetro do caule dos interenxertos a 5 cm acima da linha de enxertia e do subenxerto (FD) a 5 cm abaixo da linha de enxertia aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 270 e 300 dias após a subenxertia do FD, com auxílio de um paquímetro digital;
- Altura das mudas aos 150, 180, 210, 240 e 270 dias após a enxertia das borbulhas da laranjeira 'Pêra', medida a partir do colo até o ápice das mudas com o auxílio de uma trena;

Área foliar (AF) e massa seca parte aérea (MSPA) e volume da raiz (VR) e massa seca da raiz (MSR). Para isso, ao final da fase de produção, cinco mudas de cada tratamento foram seccionadas rente ao colo para separação do sistema radicular da parte aérea. A área foliar foi avaliada com o medidor foliar modelo LI-3100 licor Lincoln, NE USA. A determinação do volume da raiz foi realizada colocando-se as raízes em proveta graduada, contendo um volume conhecido de água. Pela diferença, obteve-se a resposta direta do volume de raízes, segundo metodologia descrita por Basso (1999). Para obtenção da massa seca, partes das mudas (folhas, caule e raízes) foram separadas e acondicionadas em sacos de papel identificados e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 70°C por 72 horas e em seguida pesadas em balança de precisão.

Medidas do desvio, em graus, da distância do enxerto e interenxerto em relação ao eixo central da muda. Essas distâncias foram medidas com auxílio de uma régua milimetrada e os ângulos foram encontrados por meio de relações trigonométricas do triângulo retângulo (Figuras 5 A e 5 B).



**Figura 5.** A- Avaliações das distâncias do desvio do interenxerto de LS ou de LC em mudas de laranjeira ‘Pêra’ sobre o porta-enxerto ‘Flying Dragon’; B- Esquema ilustrativo do caule de muda interenxertada com caracterização das regiões nas quais foram realizadas as medições para obtenção do grau do desvio dos enxertos e interenxertos em relação ao eixo central da muda.

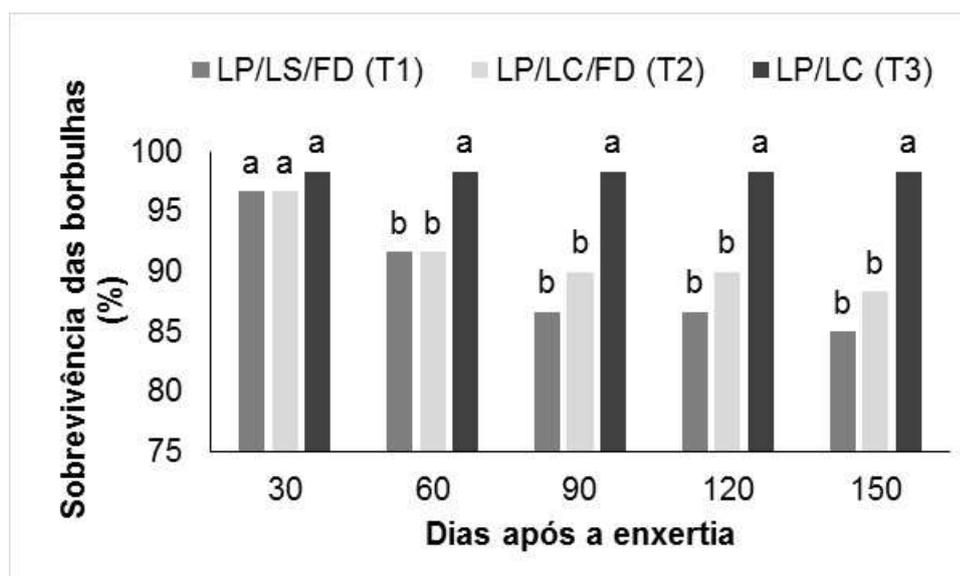
A medida dessa distância foi realizada a 10 cm acima da linha da enxertia nas mudas sem interenxertos. Nas mudas interenxertadas foram determinadas duas medidas do desvio. A primeira foi determinada em relação à distância do enxerto de laranjeira 'Pêra' em relação ao eixo principal, medido a 10 cm acima da linha de enxertia (Figura 5 A). A segunda medida foi determinada em relação à distância do interenxerto de LS ou de LC em relação ao eixo principal, não foi fixada uma altura para esta medição, sendo considerada a altura da região na qual apresentava a maior distância em relação ao eixo principal (Figura 5 B). Vale ressaltar que ainda não há padrões físicos de qualidade estabelecidos para mudas de citros interenxertadas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em 5% de significância. Para as características altura e diâmetro, cujas avaliações foram feitas no tempo, os dados foram analisados em parcelas subdivididas no tempo e as médias foram submetidas a análises de regressão.

Os valores de porcentagem de sobrevivência e pegamento de enxertia foram transformados em arco-seno  $\sqrt{(x + 0,5)}$ , onde X é o valor observado da variável em porcentagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência das borbulhas diferiu entre os tratamentos (Figura 6). Nas mudas da combinação LP/LC (T3) o percentual de sobrevivência foi de 98,3%, aos 150 dias após a enxertia, sendo superior aos dos demais tratamentos. Já as mudas das combinações LP/LC/FD (T2) e LP/LS/FD (T1) tiveram médias de sobrevivência de 88,3 e 85%, respectivamente aos 150 dias após a enxertia. Aos 90 dias após a enxertia ocorreu uma redução na sobrevivência das borbulhas observada nas combinações LP/LC/FD e LP/LS/FD, Essa redução foi observada após a realização do anelamento e estrangulamento do caule do interenxerto a 5 cm abaixo da linha da subenxertia.



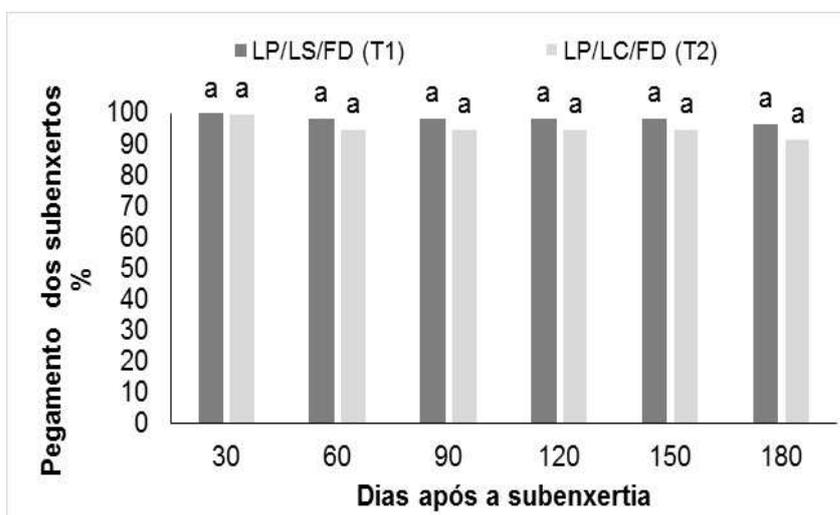
**Figura 6.** Percentuais de sobrevivência das borbulhas da laranja *Citrus sinensis* cv. Pêra (LP) enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ (LC) e enxertadas nos interenxertos de laranja ‘Seleta’ (LS) ou limoeiro ‘Cravo’ (LC), subenxertados com o porta-enxerto *Poncirus trifoliata* var. monstrosa ‘Flying Dragon’ (FD) nas seguintes combinações LP/LC (T3), LP/LS/FD (T1) e LP/LC/FD (T2) dos 30 aos 150 dias após a enxertia da borbulha da laranja ‘Pêra’. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F em 5% de probabilidade.

Aos 150 dias, quando houve nova redução na sobrevivência das borbulhas de laranja ‘Pêra’ nas combinações LP/LS/FD e LP/LC/FD. Essa redução foi observada no momento em que foi realizado o corte do sistema radicular dos interenxertos de LS e de LC, momento no qual, as interenxertadas passaram a ser nutridas apenas pelo sistema radicular do porta-enxerto ‘Flying Dragon’.

Apesar do índice de sobrevivência das borbulhas ter tido uma redução ao longo do tempo, nos tratamentos com produção de mudas interenxertadas, os resultados obtidos foram superiores aos observados por Guilherme et al. (2014), que obtiveram médias de 25% de sobrevivência das borbulhas de laranja ‘Pêra’ interenxertadas com limoeiro ‘Cravo’ e subenxertadas com o ‘Flying Dragon’ e de apenas 3,6% quando o subenxerto foi o citrumeleiro ‘Swingle’. Ressalta-se que os referidos autores efetuaram o anelamento e estrangulamento do caule dos interenxertos aos 35 dias após a enxertia das borbulhas de laranja ‘Pêra’ e o corte dos sistemas radiculares dos interenxertos foi feito aos 60 dias após a enxertia da borbulha de laranja ‘Pêra’, o que pode ter contribuído para a redução da turgescência das borbulhas e conseqüentemente redução nos percentuais de pagamento.

Os maiores percentuais de pegamento obtidos neste trabalho em relação aos resultados obtidos por Guilherme et al. (2014) devem-se ao fato do anelamento e estrangulamento do caule de LS e de LC ter sido realizados aos 60 dias após a enxertia das borbulhas de laranja 'Pêra' e o corte definitivo do sistema radicular dos interenxertos de LS e de LC, aos 150 dias após a enxertia das borbulhas de laranja 'Pêra'. Esse período a mais pode ter promovido melhor cicatrização dos tecidos e formação de novo xilema e novo floema, estabelecendo as conexões vasculares entre porta-enxerto e interenxerto, e ter contribuído para a manutenção da turgidez das borbulhas de laranja 'Pêra' e, conseqüentemente maiores percentuais de pegamento destas.

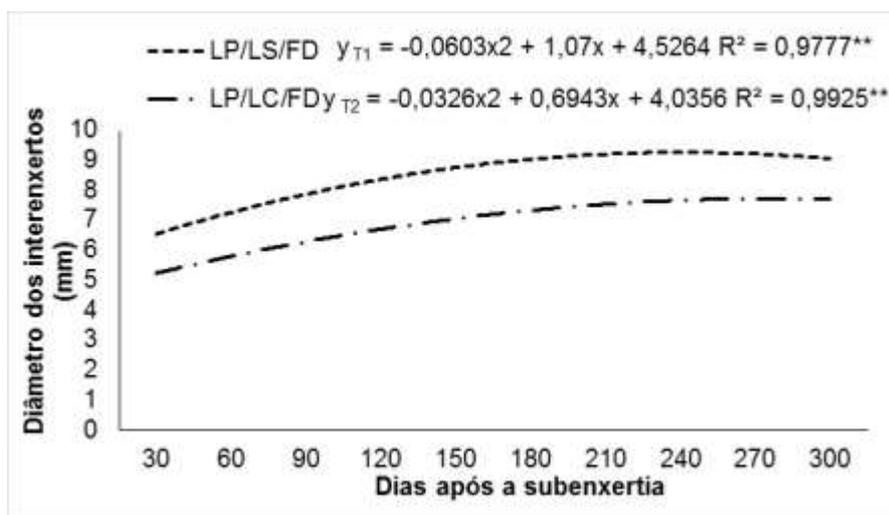
O pegamento dos subenxertos não diferiu entre os tratamentos (Figura 7). Aos 30 dias, após a subenxertia, observou-se 100% de sobrevivência dos subenxertos. Houve reduções não significativas na sobrevivência dos subenxertos aos 60 e aos 180 dias após as subenxertias. Ressalta-se que, antes dos 180 dias, as mudas possuíam dois sistemas radiculares. Nesse período foi feito o corte do sistema radicular dos interenxertos de LS e de LC e as mudas passaram a ser nutridas apenas pelo sistema radicular do FD. Assim, nos casos em que as conexões vasculares entre subenxerto e interenxerto não foram estabelecidas, houve morte das borbulhas brotadas da laranja 'Pêra'.



**Figura 7.** Percentual de pegamento dos subenxertos do *Poncirus trifoliata* var. monstrosa 'Flying Dragon' (FD) subenxertados no caule de *Citrus limonia* cv. Cravo (LC) e de *Citrus sinensis* cv. Seleta (LS) dos 30 aos 180 dias após a realização da subenxertia do FD. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F em 5% de probabilidade.

Os percentuais de pegamento dos subenxertos obtidos nesse trabalho nas combinações LP/LS/FD e LP/LC/FD foram de 96,7 e 91,7% respectivamente. Apesar do interenxerto de laranja 'Seleta' ter proporcionado maior pegamento dos subenxertos, a maior taxa de sobrevivência das borbulhas de laranja 'Pêra', foi observado com o uso do interenxerto do limoeiro 'Cravo', corroborando com Guilherme et al. (2014) avaliando a produção de mudas de laranja 'Pêra' interenxertadas com limoeiro 'Cravo' e laranja 'Bahia' sobre o porta-enxertos 'Flying Dragon', que obtiveram 25 e 18,75% de sobrevivência das borbulhas de laranja 'Pêra' respectivamente.

Houve diferença entre as médias dos diâmetros dos interenxertos em todas as épocas de avaliação (Figura 8). A média do diâmetro do interenxerto da combinação LP/LS/FD (T1) foi superior ao da combinação LP/LC/FD (T2) com médias de 9,3 e 7,8 mm respectivamente, aos 17 meses após a semeadura do porta-enxerto.

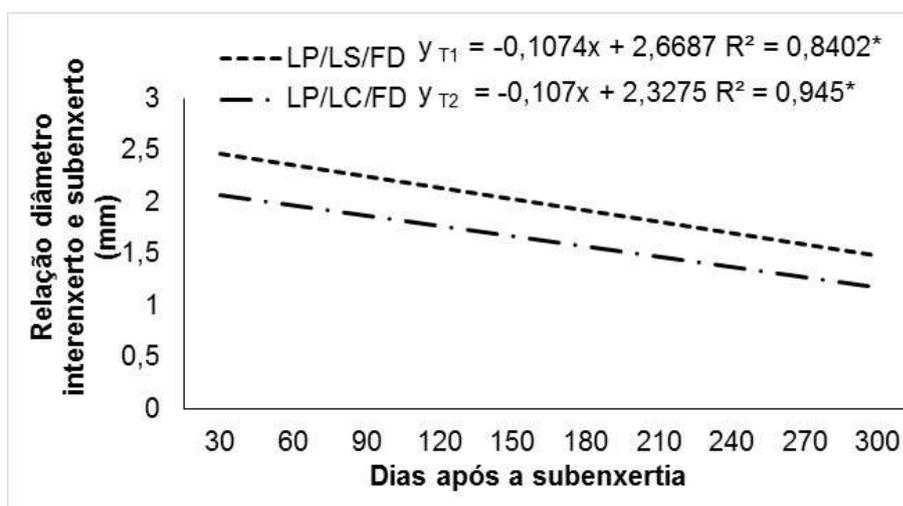


**Figura 8.** A-Diâmetros dos interenxertos de laranja 'Seleta' e limoeiro 'Cravo' medidos 5 cm acima da linha da subenxertia nas combinações LP/LS/FD (T1) e LP/LC/FD (T2) dos 30 aos 300 dias após a subenxertia do FD no caule de LS e LC. \* significativo em 5% de probabilidade pelo teste F.

Girardi e Mourão Filho (2006) avaliando a produção de laranja 'Pêra' interenxertada, utilizando interenxertos das laranjeiras 'Pêra', 'Valência' ou 'Hamlin' ou das tangerineiras 'Sunki' e 'Cleópatra' encontraram resultados superiores aos desse trabalho com médias de 9,0 e 9,5 mm aos 17 meses após a semeadura dos porta-enxertos 'Swingle e Volkameriano', respectivamente. Resultados diferentes deste trabalho, também foram observados por Guilherme et

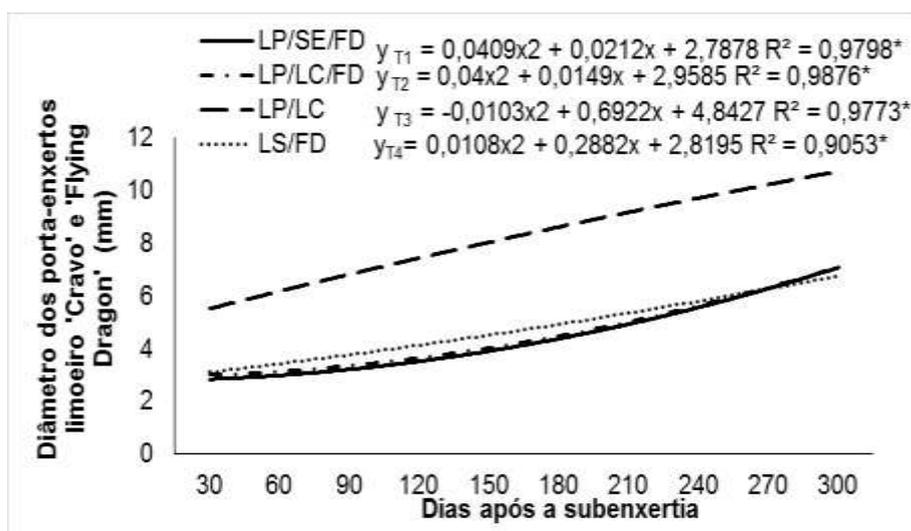
al. (2014) ao avaliarem o limoeiro ‘Cravo’ e a laranjeira ‘Bahia’ como interenxertos entre a laranjeira ‘Pêra e o porta-enxerto ‘Flying Dragon’ com médias de 8,2 e 3,5 mm aos 9 meses após a semeadura dos porta-enxertos.

Apesar do interenxerto de laranjeira ‘Seleta’ apresentar maiores valores em diâmetro do caule, a maior semelhança entre diâmetros de interenxertos e porta-enxertos foi observada na combinação LP/LC/FD (T2), com diferença de 1,07 mm, enquanto na combinação LP/LS/FD (T1) houve diferença de 1,29 mm, conforme ilustrado na figura 9. Esse resultado indica que o limoeiro ‘Cravo’ como interenxerto pode proporcionar melhor qualidade na arquitetura da muda.



**Figura 9.** Diferença entre o diâmetro do caule dos interenxertos de laranjeira ‘Seleta’ e de limoeiro ‘Cravo’ em relação ao diâmetro do caule do porta-enxerto ‘Flying Dragon’ nas combinações LP/LS/FD (T1) e LP/LC/FD (T2) dos 30 aos 300 dias após a subenxertia do FD. \* significativo em 5% de probabilidade pelo teste F.

A combinação LP/LC (T3) teve o maior incremento em diâmetro do caule do porta-enxerto em todas as épocas avaliadas, atingindo média de 10,8 mm aos 18 meses após a semeadura. O FD teve médias de diâmetros bem semelhantes aos 17 meses após a semeadura com 7,3, 7,3 e 7,2 mm, respectivamente, para as combinações LP/LS/FD (T1), LP/LC/FD (T1) e LS/FD (T4) (Figura 10). Entretanto, observou-se que o diâmetro do caule do FD na combinação LS/FD atingiu média de diâmetro superior aos obtidos nas combinações LP/LS/FD e LP/LC/FD nas primeiras avaliações. Entretanto aos 240 dias após da subenxertia os valores de diâmetro do porta-enxerto FD igualou-se em todas as combinações LS/FD, LP/LS/FD e LP/LC/FD. Ressalta-se que semeadura do porta-enxerto ‘Flying Dragon’ foi realizada na mesma época, tanto para a subenxertia em LS e LC, quanto para a enxertia das borbulhas de LS.



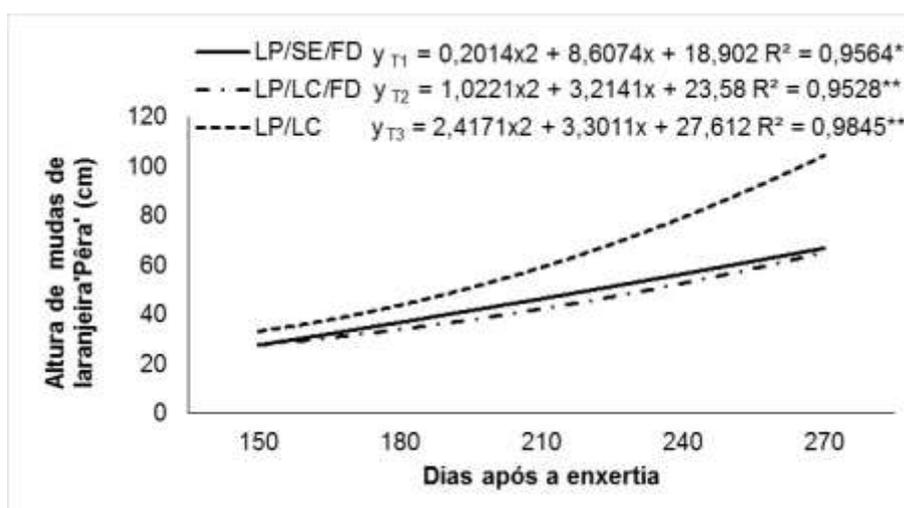
**Figura 10.** Diâmetros do caule do limoeiro 'Cravo' enxertado com borbulha de laranjeira 'Pêra' na combinação LP/LC (T3), diâmetros do 'Flying Dragon' enxertado com borbulhas de laranjeira 'Seleta' LS/FD (T4) e diâmetros do 'Flying Dragon' interenxertado com tecidos nucelares de laranjeira 'Seleta' e limoeiro 'Cravo' enxertado com borbulhas de laranjeira 'Pêra' nas combinações LP/LS/FD (T1), LP/LC/FD (T2) dos 30 aos 300 dias após a subenxertia do FD no caule de LS e de LC. \* significativo em 5% de probabilidade pelo teste F.

O menor incremento do diâmetro do FD subenxertado em LS ou em LC pode ter ocorrido devido à competição dos dois sistemas radiculares por fotoassimilados, corroborando com os resultados de Setin et al. (2009), que relataram que plantas de laranjeira 'Valência' subenxertadas com porta-enxertos duplos e quádruplos tiveram um menor incremento no diâmetro do caule e relacionam esse fato a uma provável competição dos subenxertos por fotoassimilados.

Girardi e Mourão Filho (2006) relataram valores de diâmetros de caules superiores aos obtidos neste trabalho ao avaliarem a produção de mudas de laranjeira 'Pêra' interenxertadas, sobre os porta-enxertos citrumeleiro 'Swingle' e limoeiro 'Volkameriano' com médias de 14,6 e 12,4 mm, respectivamente, aos 17 meses dias após a sementeira do porta-enxerto. Os resultados obtidos neste trabalho diferem dos resultados obtidos por Girardi e Mourão filho (2006), provavelmente em função do menor vigor apresentado pelo porta-enxerto 'Flying Dragon' em relação aos demais porta-enxertos.

A altura das mudas de laranjeira 'Pêra' diferiu entre os tratamentos (Figura 11). O enxerto de laranjeira 'Pêra' apresentou melhor desenvolvimento vegetativo na combinação LP/LC (T3), sem interenxerto. Já os enxertos de laranjeira 'Pêra'

nas combinações LP/LS/FD (T1) e LP/LC/FD (T2), não diferiram entre si, em todas as épocas avaliadas. A altura das mudas da combinação LS/FD (T4) não foi avaliada, pois o porta-enxerto FD atingiu o diâmetro do caule recomendado para a realização da enxertia aos 470 dias atrasando a formação das mudas dessa combinação.



**Figura 11.** Altura das mudas de laranja 'Pêra' enxertada sobre o limoeiro 'Cravo' na combinação LP/LC (T3) ou interenxertadas com tecidos nucelares de limoeiro 'Cravo' e laranja 'Seleta' sobre o porta-enxerto 'Flying Dragon' nas combinações LP/LS/FD (T1) e LP/LC/FD (T2) dos 150 aos 270 dias após a enxertia da borbulha da laranja 'Pêra'. **\*\***significativo em 1% de probabilidade pelo teste F.

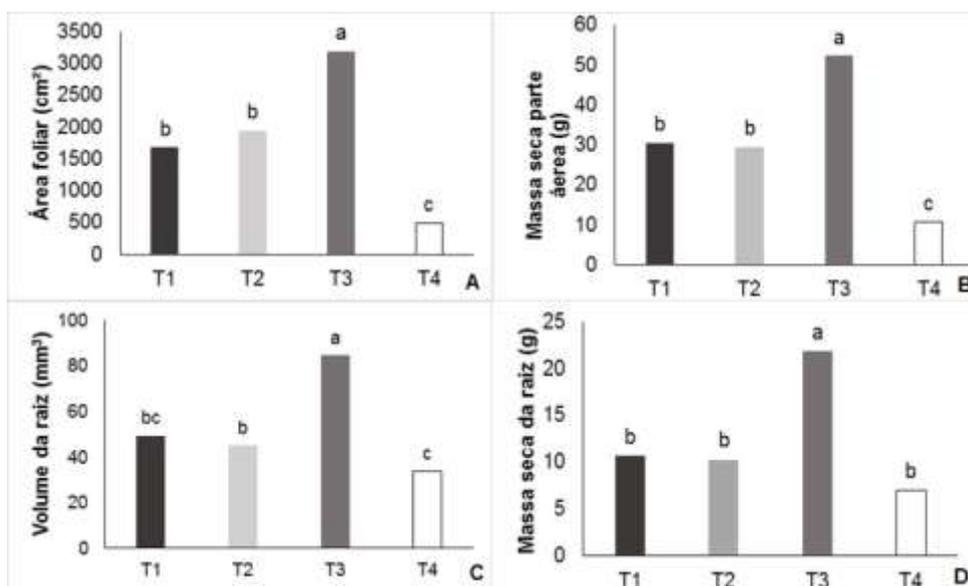
Esse resultado indica que mudas produzidas com o FD como porta-enxerto, com ou sem interenxerto, demandaram maior tempo para atingirem altura de comercialização. Esse resultado é corroborado pelos obtidos por Rodrigues *et al.* (2016), que relatam que mudas produzidas sobre o porta-enxerto FD necessitam de maior período de formação em função do menor vigor desse genótipo. Entretanto, observou-se no presente trabalho que a subenxertia do FD, em copas já constituídas, reduziu o tempo de formação das mudas interenxertadas em relação às mudas enxertadas diretamente no FD, que foi o caso da laranja 'Seleta'.

Girard e Mourão Filho, (2006) obtiveram valores da altura dos enxertos de laranja 'Pêra' maiores que os encontrados neste trabalho, utilizando interenxertos das laranjeiras 'Pêra', 'Valência' e 'Hamlin' e das tangerineiras

'Sunki' e 'Cleópatra' sobre os porta-enxertos citrumeleiro 'Swingle' e o limoeiro 'Volkameriano'.

O menor comprimento dos enxertos e crescimento das mudas interenxertadas observados neste trabalho podem ter sido influenciados pelos interenxertos ou pelo porta-enxerto 'Flying Dragon'. Alcântara et al. (2013), relataram que o menor desenvolvimento de mudas de *Citrus sinensis* cv. Valência enxertada sobre o porta-enxerto 'Flying Dragon', foi resultante da maior resistência hidráulica apresentada por esse porta-enxerto em relação aos porta-enxertos mais vigorosos.

As médias de área foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MSPA) (folhas + caule) diferiram entre os tratamentos. Entretanto, as médias dos valores de AF e MSPA obtidas pelas mudas interenxertadas com LS ou LC não diferiram entre si (Figuras 12 A e 12 B). Verificou-se superioridade das mudas obtidas pela combinação LP/LC (T3) sem interenxerto em relação às mudas interenxertadas. A combinação LS/FD (T4) não foi avaliada, pois o 'Flying Dragon' não atingiu o diâmetro do caule recomendado para a realização da enxertia. Nesse caso, avaliou-se apenas a parte aérea do FD. A menor área foliar e massa seca da parte aérea do 'Flying Dragon' já eram esperadas, visto que esse trifoliatoeiro tem folhas menores como característica.



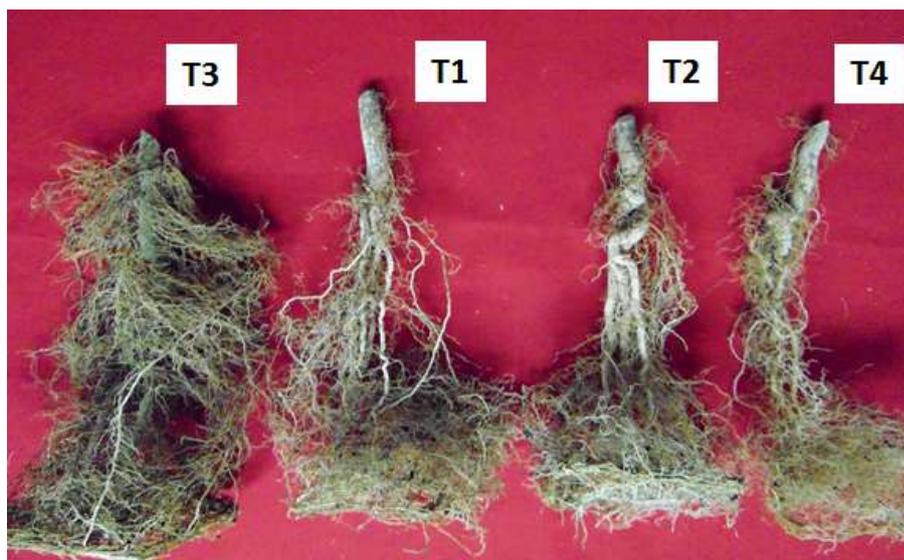
**Figura 12.** A- Valores médios de área foliar, B- Valores médios de massa seca da parte aérea, C- Valores médios do volume de raízes, D- Valores médios de massa seca de raízes de mudas de laranjeira 'Pêra' enxertada e interenxertadas nas combinações LP/LC (T3), LP/LS/FD (T1) e LP/LC/FD (T2) e valores médios de área foliar, valores de massa seca da parte aérea, volume de raízes e massa seca de raízes do porta-enxerto 'Flying Dragon' recém-enxertado com borbulhas

de laranja 'Seleta' LS/FD (T4), médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F em 5% de probabilidade.

Girardi e Mourão filho (2006) obtiveram valores de MSPA da laranja 'Pêra' superior às encontradas neste trabalho, para mudas interenxertadas com tecidos das laranjeiras 'Pêra', 'Valência' e 'Hamlin' e das tangerineiras 'Sunki' e 'Cleópatra', aos 17 meses após a semeadura dos porta-enxertos citrumelo 'Swingle' e limoeiro 'Volkameriano'. Já Alcântara et al. (2013) obtiveram valores de AF de mudas de laranja 'Valência' enxertadas sobre o porta-enxerto 'Flying Dragon' próximas às encontradas neste trabalho, com médias de 2200 cm<sup>2</sup>, esse resultado foi obtido sem o uso de interenxerto.

Houve diferença entre as médias do volume de raízes (VR) e matéria seca de raízes (MSR) das mudas dos quatro tratamentos (Figuras 12 C e 12 D). O sistema radicular das mudas produzidas pela combinação LP/LC teve média superior às das demais combinações, tanto em volume quanto em matéria seca de raízes. Entre as mudas que tiveram o FD como porta-enxerto, as mudas da combinação LP/LS/FD tiveram maior VR em relação a muda sem interenxerto LS/FD e as mudas interenxertadas LP/LS/FD. O maior acúmulo de MSR do porta-enxerto LC já era esperado, visto que o mesmo apresenta um sistema radicular mais ramificado, com mais estruturas pilosas, conforme relatado por Wutscher (1998), enquanto o trifoliato FD apresenta um sistema radicular menos vigoroso conforme exposto na figura 13.

Entretanto, nas combinações LP/LS/FD e LP/LC/FD foi observado um incremento de 28,2 e 33,5%, respectivamente, na média do volume de raízes em relação à combinação LS/FD. Esses resultados sugerem que a subenxertia teve um efeito positivo sobre o crescimento do sistema radicular do FD. Por outro lado, as diferenças entre as mudas interenxertadas e a combinação LS/FD não foram significativas quanto à massa do sistema radicular.



**Figura 13.** Sistema radicular do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ enxertado com borbulha de laranja ‘Pêra’ na combinação LP/LC (T3) e do trifoliatoeiro ‘Flying Dragon’ subenxertado no caule da laranja ‘Seleta’ e do limoeiro ‘Cravo’ nas combinações LP/LS/FD (T1), LP/LC/FD (T2) e sistema radicular do ‘Flying Dragon’ recém-enxertado com borbulhas de laranja ‘Seleta’ na combinação LS/FD (T4), aos 300 dias após a subenxertia do FD.

Setin et al. (2009) sugerem que menor diâmetro do caule observado na laranja ‘Valência’ subenxertada com porta-enxertos duplos e quádruplos pode estar relacionado à provável desvantagem na competição por fotoassimilados entre os sistemas radiculares que constituem mais drenos para a mesma planta. Porém, copas mais vigorosas podem direcionar mais reservas para sistemas radiculares de porta-enxertos menos vigorosos, como é o caso do ‘Flying Dragon’.

O tempo de formação das mudas sem interenxerto na combinação LP/LC (T3) foi de 15 meses a partir da semeadura do porta-enxerto LC até o momento em que o tecido da laranja ‘Pêra’ atingiu maturidade à altura de 60 cm, conforme os padrões de qualidade requeridos para mudas de citros. Já as mudas interenxertadas das combinações LP/LS/FD (T1) e LP/LC/FD (T2) foram obtidas aos 17 meses a partir da semeadura do porta-enxerto FD. No entanto, as mudas sem interenxertos na combinação LS/FD (T4) não ficaram prontas nessa época, apesar da semeadura do FD ter sido realizada no mesmo dia e em condições iguais (Figura 14). O FD quando cultivado sozinho atingiu o diâmetro de enxertia aos 16 meses após a semeadura quando foi enxertado com borbulhas da laranja ‘Seleta’. Esses resultados indicam que o uso do ‘Flying Dragon’ na produção de mudas interenxertadas com duas borbulhas consecutivas demandaria um tempo ainda maior para a sua formação, visto que seria

necessário que a laranjeira 'Seleta' atingisse diâmetro entre 6 a 8 mm a 10 cm acima da primeira linha de enxertia para que fosse realizada a segunda enxertia com borbulha da laranjeira 'Pêra'.



**Figura 14.** Mudanças de laranjeira 'Pêra' enxertadas no limoeiro 'Cravo' na combinação LP/LC (T3) aos 16 meses após a semeadura do LC, mudas de laranjeira 'Pêra' interenxertadas com tecidos de plântulas nucelares de LS ou de LC sobre o trifoliato 'Flying Dragon' nas combinações LP/LS/FD (T1) e LP/LC/FD (T2) aos 17 meses após a semeadura do FD e muda de laranjeira 'Seleta' com brotação recém-emitada enxertada sobre o porta-enxerto FD aos 17 meses após a semeadura do FD.

As mudas de laranjeira 'Pêra' obtidas neste trabalho atendem os padrões físicos de qualidade exigidos para mudas de citros, de acordo com as normas e os padrões da EMBRAPA (2003) para produção de mudas certificadas de citros. As mudas sem interenxertos apresentaram enxerto e porta-enxerto com haste única, diâmetro de 1,23 cm, a 5 cm acima da linha de enxertia e 80% das mudas apresentaram desvio máximo de 15 graus do enxerto em relação ao porta-enxerto. As mudas interenxertadas foram produzidas em haste única, com diâmetro de 0,71 e 0,74 cm, 5 cm acima das duas regiões de enxertia e 100% das mudas com desvio máximo de 15 graus em relação ao eixo principal da muda,

com os dois tipos de interenxertos. Vale ressaltar que ainda não há um padrão de qualidade descrito para mudas interenxertadas de citros.

## CONCLUSÕES

Mudas da laranjeira 'Pêra' interenxertadas por plântulas nucelares de laranjeira doce ou do limoeiro 'Cravo', utilizando a subenxertia como técnica auxiliar, são produzidas em menor tempo que mudas interenxertadas convencionais, com percentual de pegamento das enxertias e padrões de qualidade compatíveis com os desejados para a produção comercial.

O porta-enxerto 'Flying Dragon' aumenta o tempo necessário para a formação da muda de citros por apresentar baixo vigor no viveiro.

A subenxertia do 'Flying Dragon' sob plântulas nucelares da laranjeira 'Seleta' proporciona maior desenvolvimento do sistema radicular deste porta-enxerto.

O melhor ajuste do diâmetro do interenxerto e porta-enxerto é observado na combinação laranjeira 'Pêra'/limoeiro 'Cravo'/'Flying Dragon'.

As mudas da laranjeira 'Pêra' interenxertadas nas combinações laranjeira 'Pêra'/laranjeira 'Seleta'/'Flying Dragon' e laranjeira 'Pêra'/limoeiro 'Cravo'/'Flying Dragon' obtidas neste trabalho, atendem os padrões físicos de qualidade exigidos para produção comercial de mudas de citros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcântara, B. M.; Gamir, J. R.; Cuenca, M. R. M.; Iglesias, D. J.; Millo, E. P.; Giner, M. A. F. (2013). Relationship between hydraulic conductance and citrus dwarfing by the Flying Dragon rootstock (*Poncirus trifoliata* L. Raft var. monstrosa). *Trees*, Berlin Heidelberg, 27: 629–638.

- Basso, S. M. S. (1999). *Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC e Lotus L.* (Tese de Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 268p.
- Citrus BR (2015). Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos. *Análise de dados de estimativa da safra 2015/2016*. Disponível em: <http://www.revistaconexaorural.com.br/2015-05-citrusbr-analise-de-dados-de-estimativa-de-safra-201516-19426>, acesso em set 2015.
- Citrus BR (2010). Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos. *A indústria Brasileira de suco de Laranja*. [http://www.citrusbr.com/imgs/biblioteca/CITRUS\\_APEX\\_PORTUGUES.pdf](http://www.citrusbr.com/imgs/biblioteca/CITRUS_APEX_PORTUGUES.pdf), acesso em out 2015.
- Donadio, L.C. (1999). Laranja Pêra. Jaboticabal: Funep. 61p.
- Fachinello, J. C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J. C. (2005). *Propagação de Plantas Frutíferas*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 221 p.
- Girardi, E. A.; Mourão Filho, F. A. A. (2006). Production of interstocked 'Pêra' sweet orange nursery trees on 'Volkamer' lemon and 'Swingle' citrumelo rootstocks. *Scientia Agricola*, 63(1): 5-10.
- Guilherme, D. O.; Marinho, C. S.; Biazatt, M. A.; Campos, G. S.; Bremenkam, C. A. (2014). Produção de mudas de laranjeira Pêra por meio do método de interenxertia. *Revista Ciência Rural*, 44(3): 414 - 417.
- Hartman, H.T.; Kester, D.E.; Davies Junior, F.T.; Geneve, R.L. (2011) *Plant Propagation: Principles and Practices* (8ed.). 915p.
- Mademba-Sy, F.; Lemerre-Desprez, Z.; Lebegin, S. (2012). Use of Flying Dragon trifoliolate orange as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. *HortScience* 47(1): 11–17.
- Oliveira, R. P.; Scivittaro, W.B.; Radmann, E. B. (2006). Escarificação química da semente para favorecer a emergência e o crescimento do porta-enxerto Trifoliata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 41(9): 1429-1433.
- Embrapa (2003). *Normas e padrões para produção de mudas certificadas de citros em parceria com a Embrapa*. Embrapa Clima Temperado. Documento, 114. Pelotas/RS Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32416/1/documento-114.pdf>, acesso em jan de 2016.
- Pio, R. M.; Figueiredo, J. O.; Stuchi, E.S.; Cardoso, S. A. B. (2005). *Variedades copas*. In: Mattos Júnior, D.; De Negri, J. D.; Pio, R. M.; Pompeu Júnior, J. (eds). Citros. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, Cap. 3. p.39-60.
- Pompeu Junior, J.; Blumer, S. (2014). Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranjeira 'Pêra'. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. Goiânia, (44)1: 9-14.
- Pompeu Junior, J.; Blumer, S. (2008). Morte súbita dos citros: suscetibilidade de seleções de limão 'Cravo' e uso de interenxertos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 30(4): 1159-1161.

- Rodrigues, S. J. M.; Oliveira, M. R.E.; Girardi, A. E.; Ledo, S. A. C.; Soares Filho, S. W. (2016). Produção de citros com diferentes combinações copa e porta-enxerto em viveiro protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura*,38(1): 87-201.
- Salibe, A. A.; Teófilo-Sobrinho, J.; Müller, G. W. (2002). Sinopse de conhecimentos e pesquisas sobre a laranja 'Pêra'. *Laranja*, 23(1): 231-245.
- Serrano, L.A.L.; Marinho, C.S.; Carvalho, A.J.C.; Monnerat, P.H. (2004). Efeito de sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta no estado nutricional de porta-enxerto cítrico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(3): 524-528.
- Setin, D. W.; Carvalho, S. A.; Mattos Júnior, D. (2009). Crescimento inicial e estado nutricional da laranjeira 'valência' sobre porta-enxertos múltiplos de limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle'. *Bragantia*, Campinas, 68(2): 397-406.
- Teófilo Sobrinho, J. (1991). *Propagação de Citros*. In: Rodriguez, O.; Viegas, F.; Pompeu Junior, J.; Amaro, A. A. Citricultura brasileira. 2<sup>o</sup>ed. Campinas, Fundação Gargill, 1: 281-301.
- Wutscher, H. K. (1998). Uso apropriado de las combinaciones injerto/patronen citricos en el tropico. *Proceedings of the Interamerican Society of Tropical Horticulture*, 42: 166-172.

## 4.2 ARTIGO 2: EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA DE MUDAS DE LARANJEIRA 'PÊRA' COM INTERENXERTOS DE PLÂNTULAS NUCELARES

### RESUMO

Os porta-enxertos e/ou interenxertos exercem grande influência sobre a planta, modificando a quantidade ou proporção de hormônios, no movimento dos fotossimilados, na translocação de água e minerais na planta. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da interenxertia na capacidade fotossintética de mudas de laranja 'Pêra' (LP) interenxertadas com tecidos nucelares da laranja 'Seleta' (LS) ou limoeiro 'Cravo' (LC) tendo o *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* 'Flying Dragon' (FD), como porta-enxerto introduzido por subenxertia. O delineamento experimental utilizado foi em DIC, com três tratamentos, sete repetições e uma planta por parcela. Os tratamentos foram constituídos pelas combinações LP/LC (T1), LP/LS/PD (T2) e LP/LC/FD (T3). As mudas foram avaliadas aos 150 dias após a subenxertia do FD no caule de LC ou de LS, nesse momento as mudas interenxertadas tinham dois sistemas radiculares funcionais. Uma segunda avaliação foi efetuada aos 270 dias após a subenxertia quando essas mudas passaram a ser nutridas apenas pelo sistema radicular do porta-enxerto FD. Foram determinadas as taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> (A), condutância estomática (g<sub>s</sub>), transpiração (E), razão entre concentrações interna e externa de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>/C<sub>a</sub>), rendimento quântico máximo do fotossistema II (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>),

índice fotossintético ( $P_i$ ), temperatura foliar ( $^{\circ}\text{C}$ ) às 8:00 e 13:00 h e índice de clorofila nas folhas. Verificou-se que as taxas de  $A$ ,  $g_s$ ,  $E$  e  $C_i/C_a$  diferiram entre os tratamentos quando as mudas interenxertadas tinham dois sistemas radiculares funcionais. Após o corte de um dos sistemas radiculares dos interenxertos os tratamentos não diferiram entre si para essas características. As taxas de  $F_v/F_m$ ,  $A$ ,  $g_s$ ,  $P_i$ , índice de clorofila e temperatura foliar não diferiram entre os tratamentos nas duas épocas avaliadas. Observou-se que o uso de dois porta-enxertos funcionais interfere no metabolismo das mudas tornando-as mais sensíveis a estresses abióticos.

**Palavras-chave:** interenxertia, metabolismo, *Poncirus trifoliata*, subenxertia, translocação.

## ABSTRACT

Rootstocks and/or inter grafts have great influence on the plant, changing the amount or proportion of hormones, the movement of photoassimilate, translocation of water and minerals in the plant. The objective of this study was to evaluate the effect of interstock photosynthetic ability of seedlings of 'Pêra' (PO) intergrafting with nucellars tissues of the orange 'Seleta' (SO) or Rangpur lime (RL) with the *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* 'Flying Dragon' (FD) as rootstock introduced by inarching. The experimental design was randomized with three treatments, seven replications and one plant per plot. The treatments consisted of combinations PO/RL (T1), PO/SO/FD (T2) and PO/RL/FD (T3). Seedlings were assessed at 150 days after inarching FD stem LC or LS at that time the intergrafting seedlings had two functional root systems. A second evaluation was performed to 270 days after the inarching when these plants began to be nourished only by the root of the FD rootstock system. They determined the  $\text{CO}_2$  assimilation rates ( $A$ ), stomatal conductance ( $g_s$ ), transpiration ( $E$ ), the ratio between internal and external concentrations of  $\text{CO}_2$  ( $C_i/C_a$ ), maximum quantum yield of photosystem II ( $F_v/F_m$ ), index photosynthetic ( $P_i$ ) Canopy temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) at 8:00 and 13:00 and

chlorophyll content in leaves. It was found that the rates of A,  $g_s$ , E and  $C_i/C_a$  differ between treatments when intergrafting seedlings had two functional root systems. After the cutting of the root systems of interstocks treatments did not differ for these characteristics. The  $F_v/F_m$  rates, A,  $g_s$ ,  $P_i$ , chlorophyll and leaf temperature index did not differ between treatments in both periods evaluated. It was observed that the use of two functional rootstocks interfere with the metabolism of plants by making them more susceptible to abiotic stress.

**Keywords:** interstock, metabolism, *Poncirus trifoliata*, inarching, translocation, gas exchange.

## INTRODUÇÃO

A produção de mudas de qualidade é sem dúvida, uma das formas de garantir a produtividade e o sucesso da citricultura. Durante a fase de produção de mudas, informações inerentes à origem genética do material, métodos de propagação, sistemas de produção e legislação vigentes, são fundamentais para a confiabilidade da qualidade das mudas produzidas (Souza et al., 2010).

Segundo Giuliani et al. (2014), a produção de mudas de citros demanda maior tempo devido à necessidade da obtenção do porta-enxerto, sendo fundamental sua escolha para o estabelecimento adequado da muda.

Apesar da busca constante por novos porta-enxertos para a citricultura brasileira, o limoeiro 'Cravo' ainda é o porta-enxerto mais utilizado devido ao mesmo proporcionar boa produtividade, precocidade de produção e ser compatível com as copas cultivadas comercialmente (Pompeu Júnior, 2005; Pompeu Júnior, 2014). No entanto, a diversificação de porta-enxertos é sempre recomendada. Outros porta-enxertos podem induzir características vantajosas e devem ser avaliados em condições específicas de cultivo. Vários trabalhos têm indicado o trifoliatoeiro *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* 'Flying Dragon' como um porta-enxerto com grande potencial de uso na citricultura por ser imune à tristeza dos citros, aos nematoides dos citros, por induzir nanismo às plantas cítricas e

proporcionar boa produção e qualidade dos frutos às cultivares copas enxertadas sobre ele (Pompeu Júnior, 2008; Gonzatto et al., 2011; Mademba-Sy et al., 2012; Pompeu Júnior, 2014).

O FD como porta-enxerto tem sido recomendado para aumento da densidade de plantio (Mademba-Sy et al., 2012). Alcântara et al. (2013) avaliando laranjeiras enxertadas sobre o FD observaram menor área foliar, menor diâmetro do caule e menor potencial hídrico comparado aos outros porta-enxertos. Segundo esses autores, essas características decorrem da menor capacidade do sistema radicular do FD em transportar água e sais minerais para a parte aérea. Alcântara et al. (2013) observaram, também, um número inferior de vasos no FD em relação ao de outros porta-enxertos e atribuíram ser esta a causa principal do nanismo induzido pelo FD às copas de citros. A redução da capacidade do transporte de água da raiz para as folhas promove redução no potencial de água em períodos de alta demanda evaporativa, causando fechamento dos estômatos. A redução da condutância estomática leva a uma baixa assimilação de CO<sub>2</sub>, afetando a produção de biomassa e reduzindo o porte da planta.

Entre as variedades de laranjeiras doces, uma das mais cultivadas no Brasil é a laranjeira 'Pêra'. Todavia, essa cultivar tem menor disponibilidade de porta-enxertos compatíveis quando comparada às outras cultivares. Vários autores apontam a incompatibilidade da laranjeira 'Pêra' com o *Poncirus trifoliata* e seus híbridos e outros porta-enxertos como o limoeiro 'Volkameriano' (Donadio, 1999; Girardi e Mourão Filho, 2006; Pompeu Junior e Blumer, 2014). Dessa forma, a produção de mudas de laranjeira 'Pêra' sobre os trifoliatoiros e seus híbridos só é possível por meio da interenxertia com tecidos compatíveis (filtros).

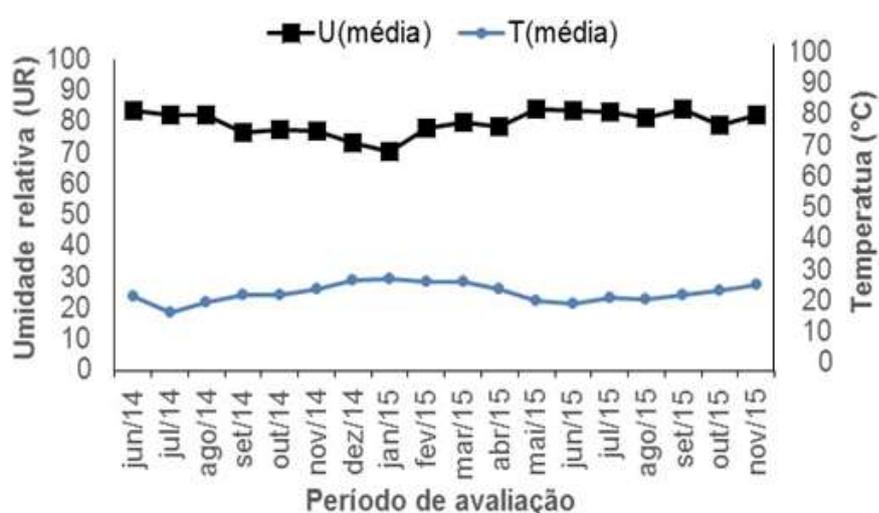
Pesquisas mostram que a enxertia pode criar no ponto de união de enxerto e porta-enxerto uma barreira que pode afetar o transporte de água na planta (Cohen et al., 2007). Scarpate Filho et al. (2000) e Hartmann et al. (2011) afirmaram que interenxertos afetam a translocação de água, nutrientes, hormônios vegetais e outras substâncias, e esses efeitos atuam sobre o crescimento, o florescimento e a frutificação da planta.

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da interenxertia na capacidade fotossintética de mudas de laranjeira 'Pêra' interenxertadas com tecidos nucelares da laranjeira 'Seleta' ou limoeiro 'Cravo',

tendo o *Poncirus trifoliata* var. monstrosa 'Flying Dragon' como porta-enxerto introduzido por subenxertia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação protegida com cobertura plástica e com telado antiafídeo na Unidade de Apoio à Pesquisa do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes- RJ, situada no Norte do Estado do Rio de Janeiro a 21°45'15" de latitude sul, 41°19'28" de longitude oeste e a uma altitude de 14m. O período de produção das mudas ocorreu de julho de 2015 a novembro de 2015. A temperatura do ar e a umidade no interior do viveiro telado foram monitoradas pela estação meteorológica digital Data Logger Clima/Logger, modelo 3030.15, instalada dentro do viveiro e os dados obtidos são apresentados na figura 1.



**Figura 1.** Temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR) no interior da casa de vegetação durante o período de realização do experimento (04 de junho de 2014 a 30 de novembro de 2015).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos, sete repetições e uma planta por parcela. Os tratamentos são descritos na tabela 1.

**Tabela 1.** Tratamentos utilizados na formação de mudas de laranjeira 'Pêra' interenxertadas e testemunhas

Tratamento	Enxerto	Interenxerto	Porta-enxerto	Método de enxertia
1	Pêra'	-----	Cravo'	(1)Borbulhia
2	Pêra'	Seleta'	'Flying Dragon'	(2)Borbulhia + (3)Subenxertia
3	Pêra'	Cravo'	'Flying Dragon'	(2)Borbulhia + (3)Subenxertia

(1) No porta-enxerto; (2) no interenxerto e (3) no interenxerto

As sementes do limoeiro 'Cravo' (LC) foram adquiridas da EMBRAPA Santa Maria/RS. As sementes do trifoliateiro 'Flying Dragon' (FD) e da laranjeira 'Seleta' (LS), utilizadas no experimento foram colhidas de frutos maduros em plantas matrizes localizadas na área experimental da UENF, situada na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes. Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Fitotecnia da UENF, aonde foi realizada a extração das sementes por meio de um corte radial superficial da casca e posterior abertura manual do fruto para evitar danos às sementes.

As sementes foram tratadas com cal hidratada para remoção da mucilagem e, em seguida lavadas em água corrente, conforme recomendação de Teófilo Sobrinho (1991). Após a retirada da mucilagem as sementes foram colocadas para secar a sombra por 24 horas sobre papel toalha. Após secagem, as sementes foram tratadas com fungicida Captan 500® na dose de 1 g do produto para 100 g de sementes. Após este procedimento, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos e colocadas sob-refrigeração até o momento da semeadura.

O experimento foi implantado no início do mês de junho de 2014 com a semeadura de LS e de LC em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. O FD foi semeado trinta dias após a semeadura de LS e de LC, em tubetes de 50 cm<sup>3</sup>.

No momento da semeadura as sementes de LS, LC e FD passaram por tratamento químico por imersão em 1 litro de solução aquosa contendo hidróxido de sódio (10 g L<sup>-1</sup>), hipoclorito de sódio (150 ml L<sup>-1</sup>) e ácido clorídrico 12 N (2 ml L<sup>-1</sup>), por um período de 45 minutos, sendo agitadas a cada 15 minutos, para a

remoção do tegumento, de acordo com a metodologia proposta por Oliveira et al. (2006).

A semeadura foi feita em tubetes preenchidos com substrato comercial Basaplant<sup>®</sup> Hortaliças BX. Ao substrato foram adicionados, adubo de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup> (14-14-14), superfosfato simples e calcário nas concentrações de 3,0; 5,0 e 13,0 g L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Foram distribuídas duas sementes por tubetes (Figura 2 A), sendo semeadas cinco vezes mais sementes do que o número de mudas necessárias para o experimento, o que possibilitou a eliminação de plântulas atípicas no desbaste realizado aos 60 dias após a semeadura, quando as plântulas atingiram 10 cm de altura (Figura 2 B).



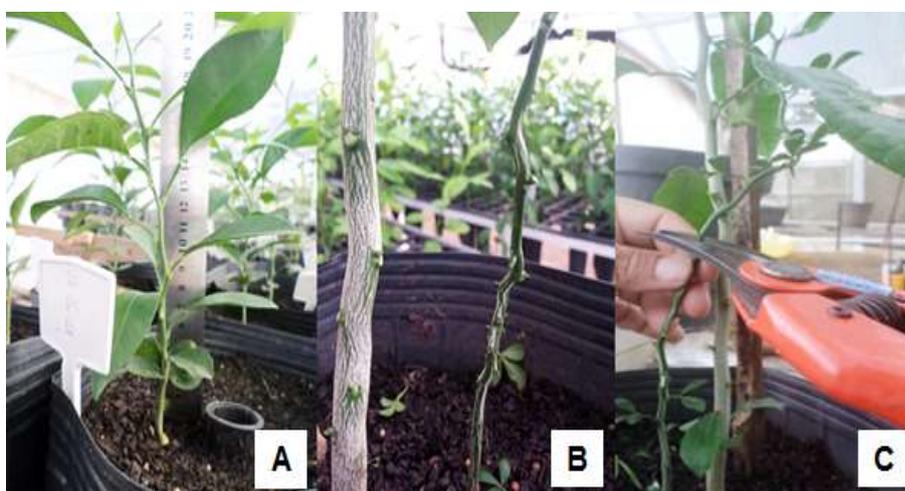
**Figura 2.** A- Semeadura das sementes de LS ou de LC em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> com distribuição de duas sementes por tubetes; B- Desbaste de plântulas de LS ou de LC aos 60 dias após a semeadura quando as plântulas atingiram 10 cm de altura.

Aos 120 dias após a semeadura, as mudas de LS e de LC atingiram média de 15 cm de altura e foram transplantadas para vasos trapezoidais, com volume de 7L, preenchidos com substrato comercial Basaplant<sup>®</sup> Hortaliças BX. Ao substrato foram adicionados adubo de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup> (17-07-12 mais micronutrientes), superfosfato simples e calcário nas concentrações de 3,0; 5,0 e 13,0 g L<sup>-1</sup>, respectivamente.

A metodologia de produção das mudas interenxertadas foi adaptada de Guilherme et al. (2014), com modificações referentes ao uso de uma laranjeira doce como interenxerto e pelo tempo do corte do sistema radicular dos interenxertos. O processo será descrito a seguir.

As mudas de FD atingiram altura de 20 cm aos 150 dias após a semeadura, foram transplantadas para vasos trapezoidais nos quais já estavam sendo cultivadas mudas de LS ou de LC (Figura 3 A). Ao lado de cada muda de LS ou de LC foi aberta uma minicova (volume de 50 cm<sup>3</sup>) para o transplântio do FD, conforme demonstrado na Figura 3 B.

Aos 60 dias após o transplântio do FD o mesmo foi introduzido por subenxertia no caule das mudas de LS ou de LC por meio de um corte em “T” invertido onde foi introduzido o ápice do FD, cortado em bisel simples a 15 cm do colo (Figura 3 C). Os subenxertos foram protegidos com parafilme e tutorados com hastes de bambu, constituindo este, o método alternativo para produção de mudas interenxertadas (Tratamentos 2 e 3).



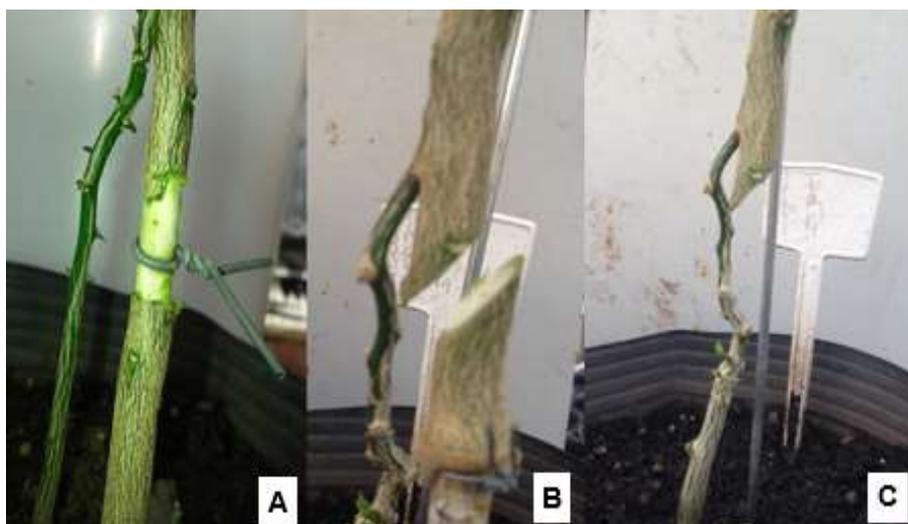
**Figura 3.** Produção de mudas interenxertadas de laranjeira ‘Pêra’. A- Vaso com mudas seminíferas de LS ou de LC e minicova para transplântio FD; B- Transplântio do FD; C – Corte na muda de FD para realização da subenxertia no caule de LS ou LC.

Aos 270 dias após a semeadura as mudas de LS e de LC, cultivadas para constituírem os interenxertos, atingiram diâmetro do caule entre 6 a 8 mm medido a 10 cm acima da linha da subenxertia sendo enxertadas com borbulhas de laranjeira ‘Pêra’ (aos trinta dias após a subenxertia) constituindo os tratamentos 2 e 3 (Figura 4 A). A brotação das borbulhas enxertadas foi estimulada por meio do corte da parte aérea do porta-enxerto a 10 cm acima da enxertia, aos 25 dias após esse procedimento. Após a brotação da borbulha estas foram cultivadas até atingir a altura de 50 cm, quando se realizou o segundo corte da parte aérea dos porta-enxertos (Figuras 4 B e 4 C).



**Figura 4** - A- Muda seminífera de LS ou de LC enxertada com borbulha de laranjeira ‘Pêra’; B- Primeiro corte da parte aérea de LS ou de LC a 10 cm acima da linha de enxertia, aos 25 dias após a enxertia da borbulha de LP; C- Segundo corte da parte aérea de LS ou de LC realizado após a brotação da borbulha de LP atingir a altura de 50 cm.

O caule dos interenxertos de LS e de LC foi anelado a 5 cm abaixo da linha da subenxertia e estrangulados com arame liso na região central do anelamento aos 90 dias e separados definitivamente da parte aérea aos 180 dias após a subenxertia com o FD, por meio de um corte transversal realizado 1 cm abaixo da linha da subenxertia deixando a muda apenas com o sistema radicular do porta-enxerto FD (Figuras 5 A, 5 B e 5 C).



**Figura 5.** A- Anelamento e estrangulamento do caule de LS ou de LC a 5 cm abaixo da linha da subenxertia; B- Corte do sistema radicular de LS e de LC a 1 cm abaixo da linha da subenxertia; C- Aspecto da muda de laranjeira ‘Pêra’ interenxertada com LS ou LC após o corte definitivo do sistema radicular de LS ou de LC.

A combinação LP/LC (T1) constituiu a testemunha, correspondente à metodologia convencional de produção de mudas de laranjeira sem interenxerto. Aos 270 dias após a semeadura, as mudas do porta-enxerto LC que compuseram o tratamento T1 atingiram diâmetro de caule entre 6 a 8 mm, medido a 15 cm do colo e foram enxertadas com borbulhas da laranjeira 'Pêra'. A brotação da borbulha enxertada foi estimulada por meio do corte da parte aérea do porta-enxerto aos 25 dias após a enxertia a 10 cm acima da região da enxertia. Após brotação da laranjeira 'Pêra' esta foi cultivada até atingir a altura de 50 cm, quando se realizou o segundo corte da parte aérea do porta-enxerto.

Durante a condução do experimento foram realizadas, periodicamente, adubações de cobertura com solução de nitrato de potássio na concentração de 5 g L<sup>-1</sup>, nitrato de cálcio na concentração de 2 g L<sup>-1</sup>, sendo aplicado 10 ml por vaso e pulverizações foliares com uma solução composta de 1 g L<sup>-1</sup> de oxiclreto de cobre; 1 g L<sup>-1</sup> de ácido bórico; 4 g L<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio; 3,5 g L<sup>-1</sup> de sulfato de zinco; 2,5 g L<sup>-1</sup> de sulfato de manganês e 2,5 g L<sup>-1</sup> de ureia, de acordo com a metodologia utilizada por Serrano et al. (2004).

A irrigação foi realizada por regador de crivo fino, diariamente, da semeadura até o transplântio. Após o transplântio a água foi aplicada diretamente no substrato com auxílio de mangueira, evitando molhar a parte aérea até o final da produção das mudas.

Aos 150 dias após a subenxertia do porta-enxerto *Poncirus trifoliata* var. monstrosa 'Flying Dragon', na LS ou no LC, e aos 120 dias após a enxertia das borbulhas da laranjeira 'Pêra', as mudas tinham dois sistemas radiculares funcionais, constituídos pela LS ou LC e FD. Nesta data foram realizadas as seguintes avaliações:

- Índice de clorofila nas folhas, estimado por meio do medidor portátil de clorofila modelo SPAD – 502 "*Soil Plant Analyser Development*" (Minolta Company, Japan). Foram feitas três leituras em uma folha recém-madura, totalmente desenvolvida e saudável, sendo utilizada para a leitura a terceira folha a partir do ápice das mudas;
- Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática (g<sub>s</sub>), déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (DPV), razão entre concentrações interna e externa de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>/C<sub>a</sub>), temperatura foliar, taxa transpiratória (E), por meio do analisador de gás por infravermelho (IRGA), modelo LI- 6400

(LI-COR, Lincon, NE, USA), utilizando-se fonte de luz artificial de  $1800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . As avaliações foram realizadas às 8 e às 13:00 horas em uma folha recém-madura, totalmente desenvolvida e saudável, sendo esta a terceira folha contada a partir do ápice das mudas;

- Rendimento quântico máximo do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) e o índice fotossintético ( $P_i$ ), foram obtidos por meio do fluorímetro Pocket PEA (Plant Efficiency Analyser, Hansatech, Inglaterra). Para realizar as avaliações, as folhas foram adaptadas ao escuro por 30 minutos com o auxílio de pinças. Nessas condições os centros de reação estavam completamente abertos com perda mínima de calor (Strasser et al., 2000). Passados os 30 minutos, um pulso forte de luz  $1\text{s}$  ( $3500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) foi aplicado por três diodos emissores de luz (650 nm). A leitura foi feita em uma folha por planta, sendo utilizada a terceira folha contada a partir do ápice das mudas.

Uma nova avaliação desses parâmetros foi realizada aos 120 dias após o corte do sistema radicular de LS e de LC e 270 dias após a enxertia da borbulha de laranjeira 'Pêra'. Nesse momento, as mudas interenxertadas já se nutriam apenas com o sistema radicular do FD oriundo da subenxertia.

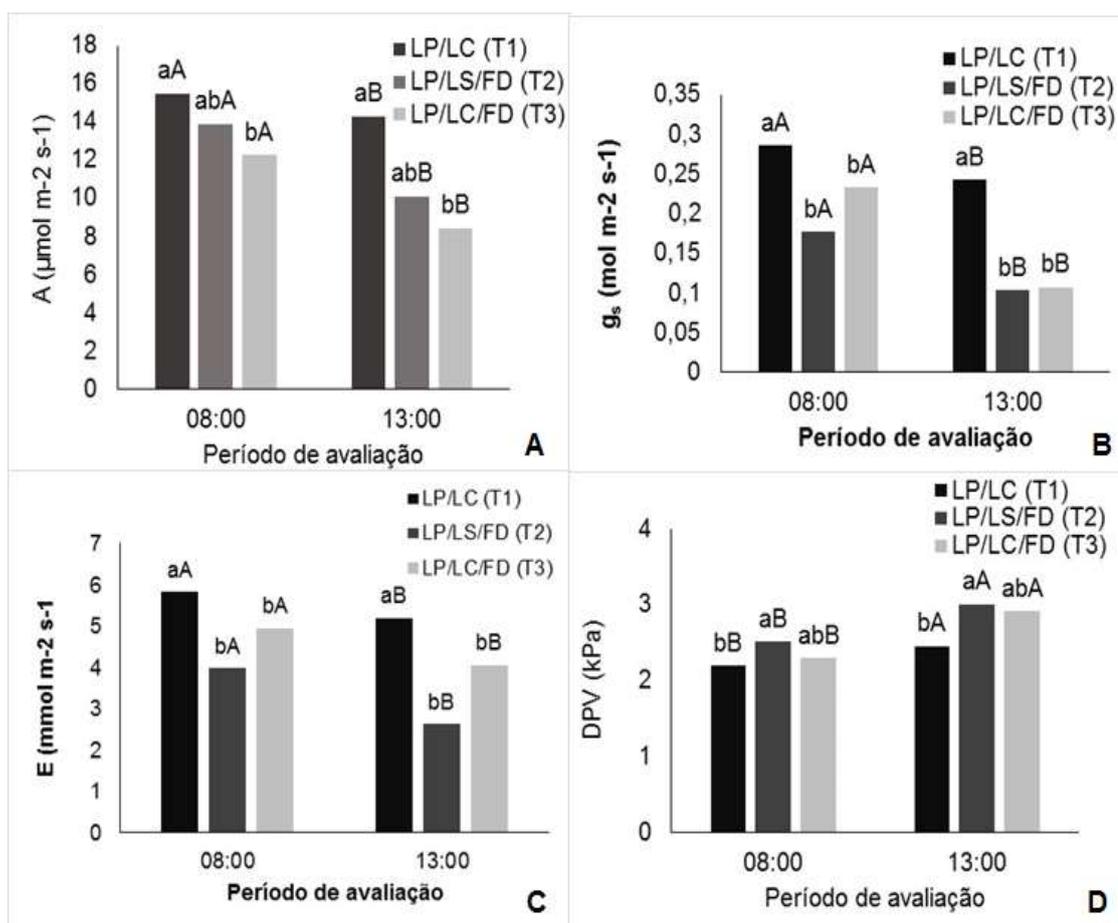
As análises foram realizadas em dois períodos do dia (8:00 e 13:00 horas), em duas datas. No dia 15/07/2015 a radiação fotossintética ativa (PAR), temperatura e umidade relativa do ar foram de  $189,3 \text{ kJm}^{-2}$ ,  $18,6 \text{ }^\circ\text{C}$ , 99 % de UR (8 horas) e  $1949 \text{ kJm}^{-2}$ ,  $26,2 \text{ }^\circ\text{C}$ , 60 % de UR (13 horas). No dia 11/11/2015 a radiação fotossintética ativa (PAR), temperatura e umidade relativa do ar foram de  $25,57 \text{ kJm}^{-2}$ ,  $22,9 \text{ }^\circ\text{C}$ , 95 % (8 horas da manhã) e  $2533 \text{ kJm}^{-2}$ ,  $29,9 \text{ }^\circ\text{C}$ , 64 % de UR (13 horas).

Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variâncias e as médias comparadas pelo teste de Tukey em 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

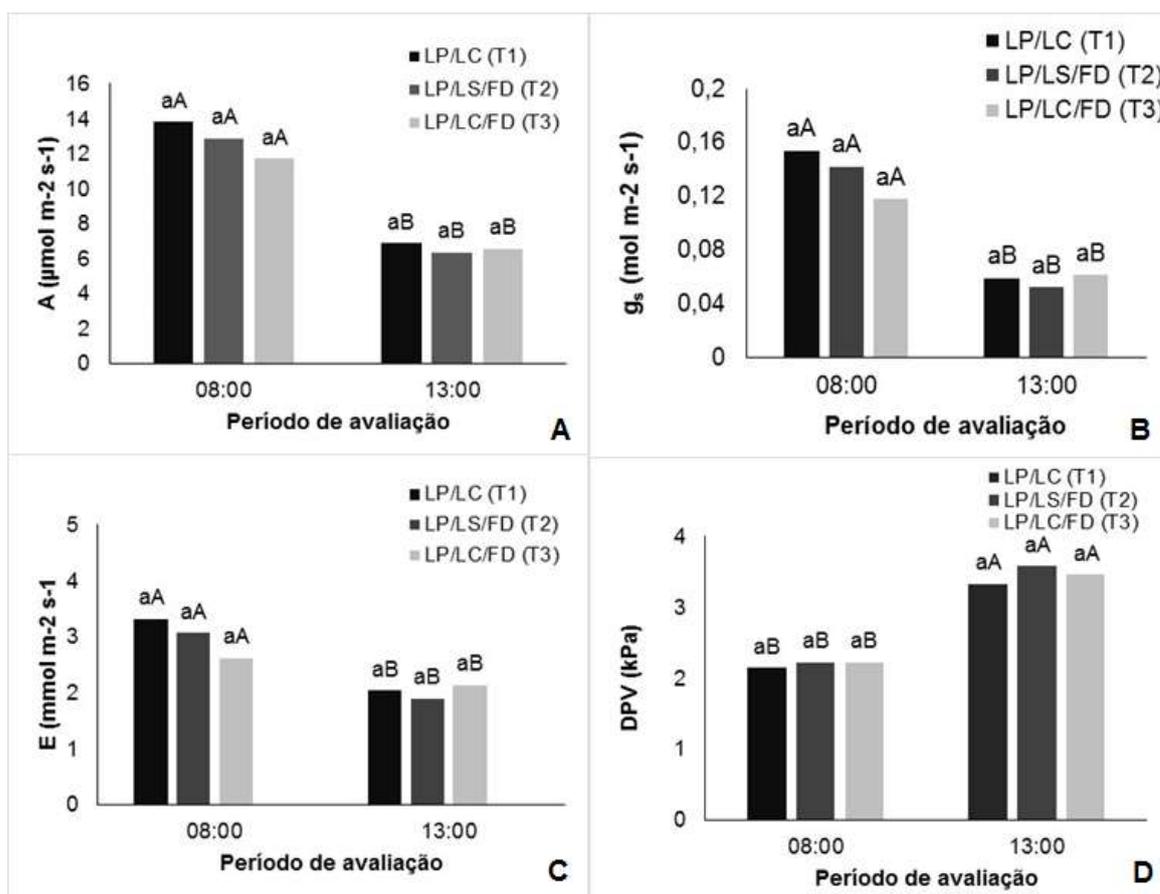
As taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) diferiram entre os tratamentos, no período em que as mudas interenxertadas eram nutridas por meio de dois sistemas radiculares funcionais. A combinação LP/LC (T1) apresentou o maior valor da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> em relação às das combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), tanto às 8 quanto às 13 h (Figura 6 A). Entretanto, a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, não diferiu entre os tratamentos, após o corte de um dos sistemas radiculares dos interenxertos de LS e de LC das combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3) (Figura 7 A). Observa-se que houve diferença estatística significativa entre as avaliações realizadas às 8 h e às 13 h para todos os tratamentos, em ambas as épocas de avaliação (Figuras 6 A e 7A). A diminuição das taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> verificada às 13:00h (nas duas datas de avaliação) pode estar relacionada com o fechamento estomático devido ao aumento da temperatura no interior da casa de vegetação. Medina et al. (2002) relataram que a queda da fotossíntese em mudas de laranjeiras cultivadas em casa de vegetação está relacionada com o excesso de radiação solar que causa o aumento da temperatura foliar e o fechamento parcial dos estômatos.

Houve diferença estatística nos valores de condutância estomática ( $g_s$ ) nas mudas de laranjeira 'Pêra' interenxertadas das combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3) enquanto estas tinham dois sistemas radiculares funcionais em relação às mudas sem interenxerto da combinação LP/LC (T1) (Figura 6 B). As mudas sem interenxerto da combinação LP/LC (T1) apresentaram maiores valores de  $g_s$  em relação às das combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3) com interenxerto que não diferiram entre si. Em contrapartida, não houve diferenças entre os tratamentos dos valores de  $g_s$  obtidos após o corte de um dos dois sistemas radiculares dos interenxertos de LS e de LC das combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3) (Figura 7 B). Observou-se diferenças significativas entre as avaliações realizadas às 8 h e às 13 h, para todos os tratamentos, entre as épocas avaliadas (Figuras 6 B e 7 B).



**Figura 6.** A-Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A); B- Condutância estomática (g<sub>s</sub>); C- Taxa transpiratória (E) e D- Níveis de déficit de pressão de vapor (DPV) em mudas de laranja 'Pêra' enxertadas e interenxertadas nas combinações LP/LC (T1), LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), avaliadas às 8:00 h e às 13:00 h aos 150 após a subenxertia do FD no caule de LS ou de LC, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si no período avaliado (8 e 13 h) e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre tratamentos pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Em relação à taxa transpiratória (E), observou-se que houve diferença entre os tratamentos durante a avaliação realizada na primeira época, nos dois horários (8 e 13 h) e também observou-se que as mudas da combinação LP/LC (T1) obtiveram maiores taxas transpiratórias quando comparadas às mudas interenxertadas nas combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), que nessa época tinham dois sistemas radiculares funcionais (Figura 6 C). O fato de ter ocorrido redução na taxa de transpiração às 13 h pode ser explicado pelo aumento da temperatura neste horário. Ribeiro et al. (2004) e Machado et al. (2005) relataram que temperaturas superiores a 25°C promovem redução significativa na abertura dos estômatos de laranjeiras, limitando a fotossíntese.



**Figura 7.** A-Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A); B- Níveis de condutância estomática ( $g_s$ ); C- Taxa transpiratória (E) e D- Níveis de déficit de pressão de vapor (DPV) em mudas de laranja 'Pêra' enxertadas e interenxertadas nas combinações LP/LC (T1), LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), avaliadas às 8:00 h e às 13:00 h aos 300 dias da subenxertia do FD no caule de LS ou de LC, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si nos períodos avaliados (8 h e 13 h) e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre tratamentos pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Já após o corte de um dos sistemas radiculares dos interenxertos das combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), não houve diferença entre as taxas transpiratórias (E) observadas às 8 h ou às 13 h (Figura 7 C). No entanto, as maiores taxas transpiratórias foram obtidas na combinação LP/LC (T1). Isso pode ter ocorrido, possivelmente, pelo fato do limoeiro 'Cravo' ter maior condutividade hidráulica que o porta-enxerto 'Flying Dragon' quando comparado a outros porta-enxertos de acordo com resultados observados por Guilherme (2013) e Alcântara et al. (2013) e também pela possível competição entre os sistemas radiculares.

Pode-se observar que a variação da temperatura ocorrida no momento das avaliações interferiu nas trocas gasosas das mudas nos três tratamentos. Na primeira época de avaliação a faixa de temperatura foi de 20,8 a 34,8°C e as mudas tinham dois sistemas radiculares funcionais. Além do aumento das

temperaturas entre 28,9 a 36,4°C, observadas na segunda época de avaliação, as mudas também já se encontravam com apenas um porta-enxerto funcional. Essas diferenças podem ter resultado em redução na taxa transpiratória para todos os tratamentos avaliados na segunda época (Figura 7 C).

A alta temperatura no interior da casa de vegetação aliada à baixa condutividade hidráulica do sistema radicular e caule do 'Flying Dragon' para a parte aérea das plantas enxertadas sobre ele foi descrita por Alcântara et al. (2013) e por Guilherme, (2013). Defeitos na união do enxerto podem causar uma descontinuidade parcial dos tecidos vasculares, e podem explicar a depleção de solutos, nutrientes e citocininas nos teores de seiva de interenxertos e porta-enxertos, conforme relatado por Hartmann et al. (2011). Esse conjunto de fatores pode ter influenciado nas trocas gasosas das mudas de laranja 'Pêra' interenxertadas, sem, contudo prejudicar seu desenvolvimento e metabolismo visto que, os resultados de  $A$ ,  $g_s$  e  $E$ , obtidos neste trabalho, em todos os tratamentos, seguem o padrão normalmente observado diariamente para laranjeiras (Ribeiro e Machado, 2007; Ribeiro et al., 2009a), com valores mais altos pela manhã, sofrendo redução no decorrer do dia (Figuras 6 e 7).

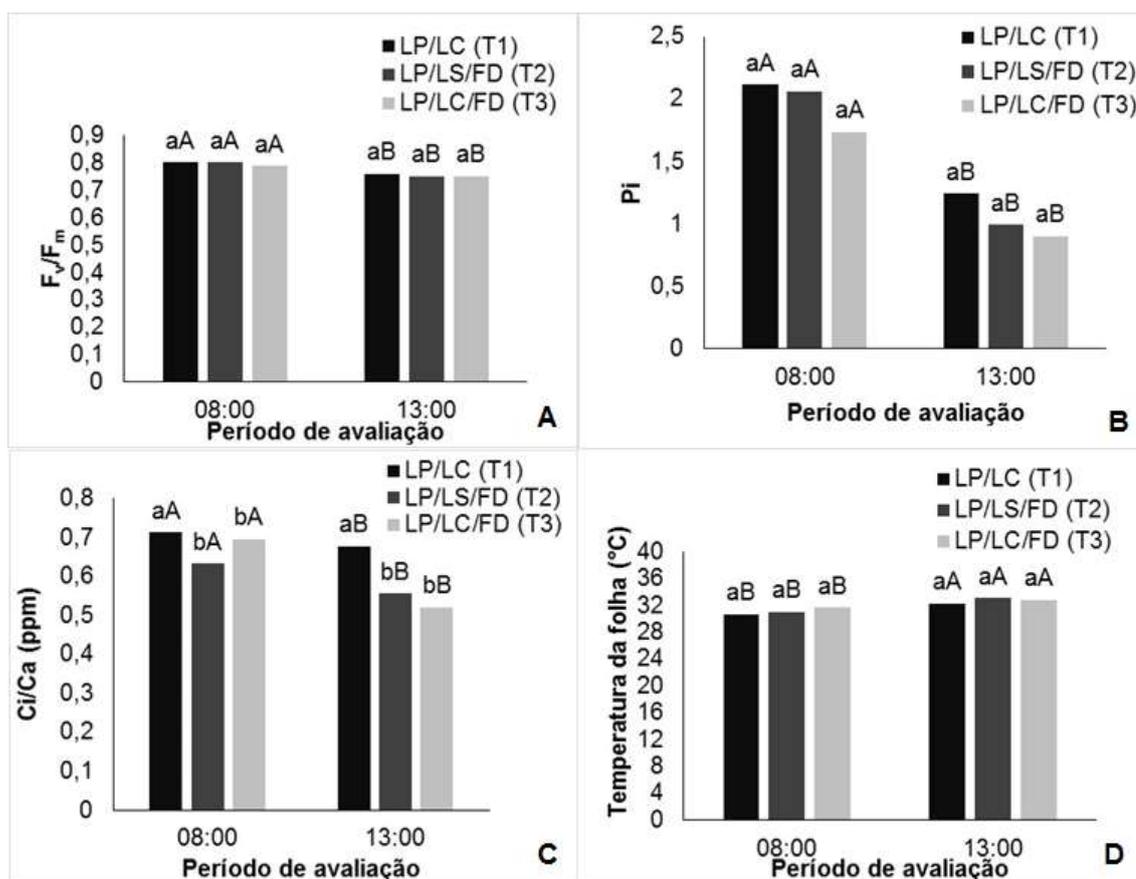
Os níveis de déficit de pressão de vapor diferiram entre os tratamentos no período em que as mudas de laranja 'Pêra' interenxertadas tinham dois sistemas radiculares funcionais. As mudas nas combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), tiveram maior sensibilidade ao aumento do DPV, tanto às 8h quanto às 13h em relação ao tratamento sem interenxerto na combinação LP/LC (T1) (Figura 6 D). Em contrapartida, quando essas mudas passaram a ter um único sistema radicular, não houve diferenças estatísticas entre os valores de DPV obtidos em mudas das combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3) em relação as mudas da combinação LP/LC (T1) (Figura 7 D). Taiz e Zeiger (2004) relataram que quanto maior o DPV, maior a tendência da planta perder água, visto que o gradiente de difusão que move a perda de água é aproximadamente 50 vezes maior do que o gradiente que promove a absorção de CO<sub>2</sub>.

Observou-se um acréscimo nos valores de DPV às 13 h, para todos os tratamentos, nos dois períodos avaliados, sendo que as mudas interenxertadas das combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3) tiveram maiores valores de DPV em relação às mudas sem interenxertos da combinação LP/LC (T1). Esse

acrécimo pode ter ocorrido devido ao ar ter apresentado menor teor de umidade e maior temperatura, promovendo maior fechamento parcial dos estômatos às 13 h, como observado por outros autores, como Machado et al. (2002) e Machado et al. (2010). O FD pode ter tornado as mudas interenxertadas mais sensíveis às mudanças dos fatores ambientais devido aos menores vasos condutores apresentados por este porta-enxerto de acordo com os resultados observados por Alcântara et al. (2013), que relataram que a densidade de vasos nas raízes do porta-enxerto 'Flying Dragon', por área de secção transversal das raízes, é inferior quando comparada com outros porta-enxertos vigorosos. Guilherme (2013), também observou menor condutividade hidráulica tanto do sistema radicular quanto no caule nas mudas do porta-enxerto 'Flying Dragon', avaliando o crescimento e a absorção de nutrientes por este porta-enxerto em diferentes substratos. Os valores de DPV nas mudas interenxertadas nas combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3) são indicativos da ocorrência de uma "deficiência" na translocação de água para a parte aérea das plantas, evidenciada pela redução da condutância estomática nesses tratamentos.

A razão  $F_v/F_m$  não teve diferenças significativas entre as mudas com ou sem interenxertos, nas duas datas avaliadas (com o uso de dois ou de um sistema radicular funcional) (Figura 8 A e 9 A). No entanto, observou-se diferenças entre os horários avaliados (8 h e 13 h) para todos os tratamentos nas duas datas de avaliação. A maior redução de  $F_v/F_m$  foi verificada às 13 h, na segunda época de avaliação quando as mudas das combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), tinham apenas um sistema radicular.

De acordo com Reigosa e Weiss (2001), a redução nos valores de  $F_v/F_m$  é um bom indicador de que está ocorrendo fotoinibição resultante de danos que podem ser provocados por inúmeros fatores ambientais tais como seca, frio, salinidade e luminosidade excessiva. No entanto, os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram que o aumento de temperatura no interior da casa de vegetação, maior índice de luminosidade e o uso de dois sistemas radiculares não causaram danos no funcionamento do PS II, visto que, os valores obtidos foram todos acima de 0,75 para os três tratamentos, em ambas as datas de avaliação.



**Figura 8.** A-Rendimento quântico máximo do fotossistema II nas trocas gasosas; B-Índice fotossintético ( $P_i$ ); C-Razão dos níveis de concentração de  $CO_2$  interno e externo ( $C_i/C_a$ ); D-Temperatura Foliar ( $^{\circ}C$ ) em mudas de laranja 'Pêra' enxertadas e interenxertadas nas combinações LP/LC (T1), LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), avaliadas às 8:00 h e às 13:00 h aos 150 dias após a subenxertia do FD no caule de LS ou de LC, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si nos períodos avaliados (8 h e 13 h) e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre tratamentos pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto aos valores de  $P_i$ , tanto na época em que as mudas interenxertadas eram nutridas pelos dois sistemas radiculares quando comparadas às mudas sem interenxertos, assim como após o corte dos sistemas radiculares dos interenxertos de LS e de LC das combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3) (Figura 8 B e 9 B). Entretanto, observa-se um decréscimo nos valores de  $P_i$  às 13 h para todos os tratamentos, em ambas as datas. As mudas sem interenxertos na combinação LP/LC (T1) tiveram maiores valores de  $P_i$ , tanto às 8 h quanto às 13h, em relação às mudas interenxertadas nas combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3). Esse resultado pode ser um indicativo de que mudas sem interenxertos apresentam uma melhor

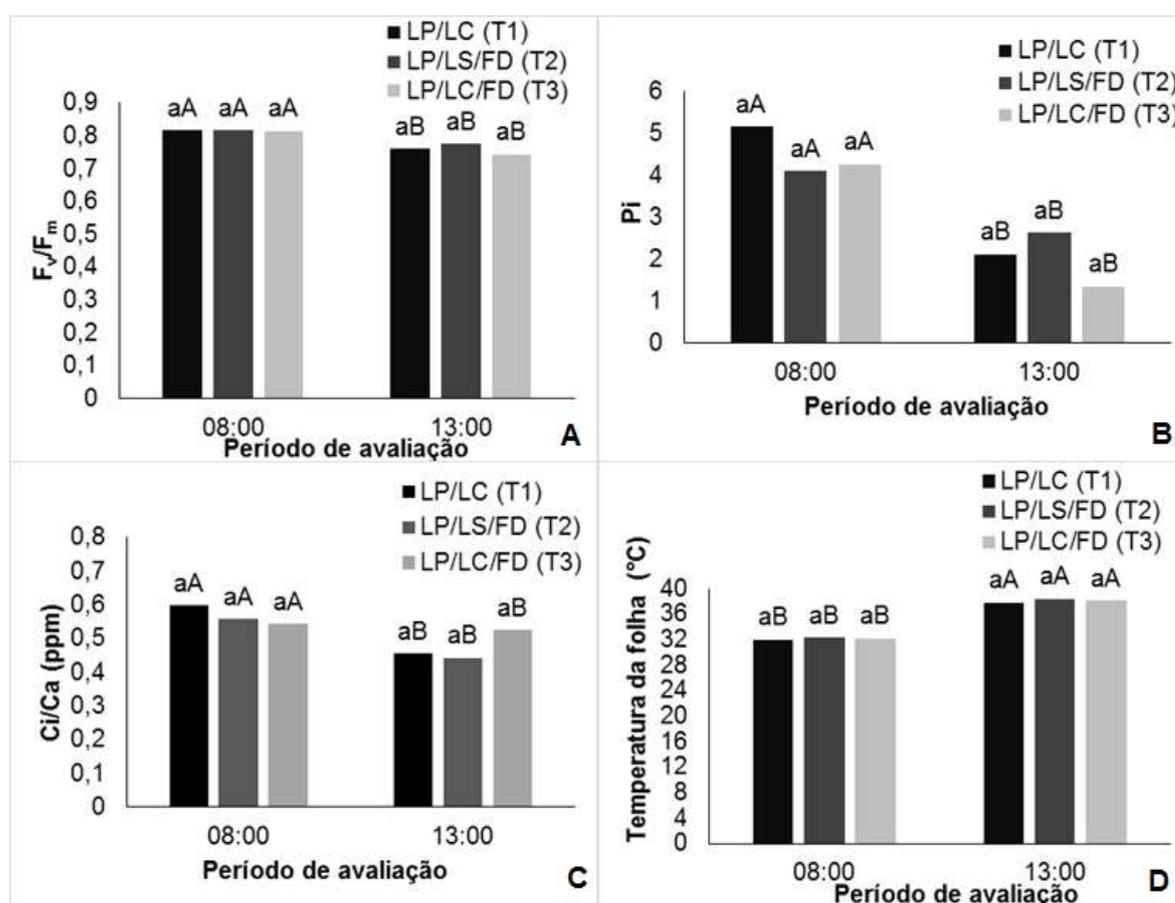
atividade do aparato fotoquímico associado ao fotossistema II, quando comparadas com mudas interenxertadas.

Essa queda nos valores de  $P_i$  pode estar relacionada a fatores ambientais, tais como altos índices de luminosidade e temperatura que podem ter comprometido alguns dos parâmetros supracitados. Strasser et al. (2000) e Zivcak et al. (2008) relatam que o  $P_i$  é uma variável mais sensível que  $F_v/F_m$  para se medir o rendimento quântico do PS II, uma vez que esta relação é calculada a partir dos parâmetros da curva JIP-teste, como densidade dos centros de reação ativos, eficiência no transporte de elétrons após  $Q_a$  ter sido reduzida, e a probabilidade de que um fóton absorvido seja capaz de reduzir  $Q_a$ . Alterações em alguns desses parâmetros podem ocasionar comprometimento da fase fotoquímica da fotossíntese.

A razão da concentração de  $CO_2$  interno e externo ( $C_i/C_a$ ) diferiu entre as mudas sem interenxertos em relação às mudas interenxertadas quando estas ainda nutriam-se através de dois sistemas radiculares funcionais (Figura 8 C). As mudas sem interenxertos na combinação LP/LC (T1) tiveram maiores valores de  $C_i/C_a$  em relação às mudas interenxertadas nas combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), que por sua vez não apresentaram diferença significativa entre si, nos dois horários avaliados (8 e 13 h). Em contrapartida, após o corte do sistema radicular dos interenxertos de LS e de LC nas combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), não houve diferença estatística entre os tratamentos nos períodos avaliados (Figura 9 C). Observa-se que houve diferença significativa entre os resultados obtidos nos tratamentos às 8 h em relação aos resultados obtidos às 13 h (Figuras 8 C e 9 C). Esses resultados podem estar relacionados com o aumento de temperatura no interior da casa de vegetação, ocorrendo fechamento parcial dos estômatos, que proporcionou menor condutância estomática e redução nas trocas gasosas.

A temperatura foliar das mudas de laranjeira 'Pêra' não diferiu entre as mudas sem interenxerto na combinação LP/LC (T1) e as mudas interenxertadas nas combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3) nas duas datas de avaliação. Entretanto, houve diferença de temperatura foliar entre os horários avaliados. As maiores médias de temperatura foram observadas em todos os tratamentos às 13 h em relação à avaliação realizada às 8 h nas duas avaliações (Figuras 8 D e 9 D). Ribeiro (2002), avaliando a influência da temperatura na fotossíntese de

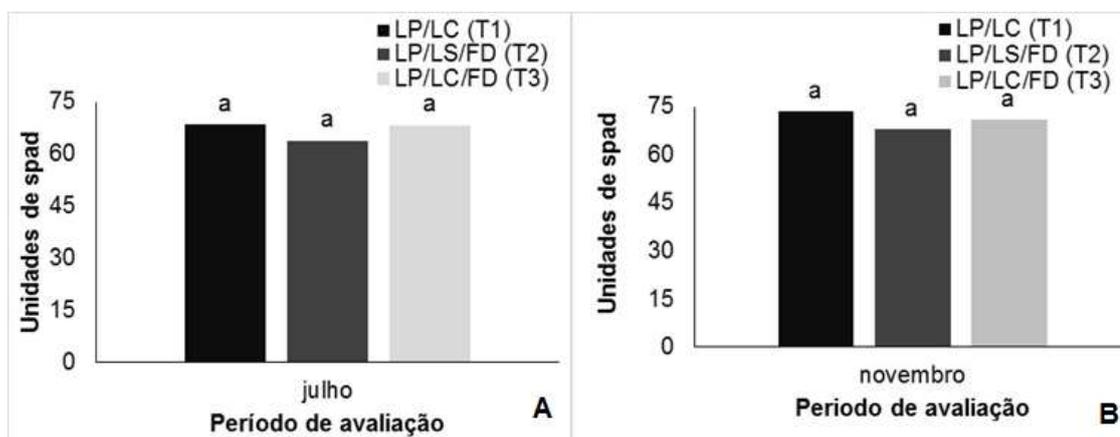
laranjeira 'Natal' com clorose variegada dos citros (CVC), observou que a assimilação de CO<sub>2</sub> (A), a condutância estomática (g<sub>s</sub>), e a transpiração (E) foram afetadas tanto nas plantas sadias quanto naquelas com CVC pelo aumento da temperatura foliar. Taiz e Zeiger (2013), relataram que as taxas fotossintéticas são inibidas pelas temperaturas altas em uma dimensão maior que as taxas respiratórias. Esse desequilíbrio entre fotossíntese e respiração é uma das principais razões dos efeitos deletérios das temperaturas altas.



**Figura 9.** A-Rendimento quântico máximo do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ); B-Índice fotossintético ( $P_i$ ); C-Razão dos níveis de concentração de CO<sub>2</sub> interno e externo ( $C_i/C_a$ ); D-Temperatura Foliar (°C) em mudas de laranja 'Pêra' enxertadas e interenxertadas nas combinações LP/LC (T1), LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), avaliadas às 8:00 h e às 13:00 h aos 300 dias após a subenxertia do FD no caule de LS ou de LC, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si nos períodos avaliados (8 h e 13 h) e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre tratamentos pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

A intensidade de verde nas folhas de mudas de laranja 'Pêra' avaliada por meio do índice SPAD não teve diferença significativa entre os tratamentos nos

períodos avaliados (Figuras 10 A e 10 B). Contudo, as mudas de laranja 'Pêra' enxertadas sobre o limoeiro 'Cravo', sem o uso de interenxerto na combinação LP/LC (T1), tiveram índices superiores aos obtidos nas mudas interenxertadas nas combinações LP/LS/FD (T2) e LP/LC/FD (T3), nas datas avaliadas, com uso de dois ou um sistema radicular funcional.



**Figura 10.** A e B-Índice da concentração de clorofila em mudas de laranja 'Pêra' enxertadas e interenxertadas nas combinações LP/LC (T1), LP/LS/FD(T2) e LP/LC/FD(T3), avaliadas às 8:00 h e às 13:00h aos dias 150 e aos 300 dias após a subenxertia do FD no caule de LS ou de LC, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si no período avaliado (8 e 13 h) e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si nos tratamentos pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados nesse trabalho têm importância, para os produtores de mudas com porta-enxertos múltiplos, pois, segundo Lima e Lima (2015) mais de um milhão de mudas com mais de um porta-enxerto já foram comercializadas no Brasil. Esses autores, avaliando a subenxertia na produção de plantas de laranja 'Valência' com duplo porta-enxerto (limoeiro 'Cravo e citrumelo 'Swingle') sugerem um efeito positivo da subenxertia ao proporcionar maior resistência a doenças e por apresentarem um rendimento intermediário de produção de frutos em relação às plantas com um porta-enxerto menos vigoroso ou mais vigoroso.

## CONCLUSÃO

As mudas enxertadas e interenxertadas têm reduções nas taxas fotossintéticas entre às 8 h e às 13 h.

A presença de dois sistemas radiculares funcionais promove redução nas taxas de  $A$ ,  $g_s$ ,  $E$  e  $C_i/C_a$  em relação a mudas com um porta-enxerto.

Mudas de laranja 'Pêra' interenxertadas têm valores de  $F_v/F_m$ ,  $A$ ,  $g_s$ ,  $P_i$ , índice de clorofila e temperatura, semelhantes aos de mudas sem interenxerto.

Mudas com dois porta-enxertos funcionais têm seu metabolismo e capacidade fotossintética reduzidos tornando-se mais sensíveis a estresses abióticos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, B. M.; Gamir, J. R.; Cuenca, M. R. M.; Iglesias, D. J.; Millo, E. P.; Giner, M. A. F. (2013). Relationship between hydraulic conductance and citrus dwarfing by the Flying Dragon rootstock (*Poncirus trifoliata* L. Raft var. monstrosa). *Trees*. Berlin Heidelberg, 27: 629–638.
- Cohen, S.; Naor, A.; Bennink, J.; Grava, A.; Tyree, M. (2007). Hydraulic resistance components of mature apple trees on rootstocks of different vigour. *JExp Bot*, 58:4213-4224.
- Donadio, L.C. (1999). *Laranja Pêra*. Jaboticabal: Funep. 61p.
- Giuliani, J. C.; Soares, S. R. W.; Lourosa, G.; Souza, P. V. D. (2014). Substratos e recipientes para a produção de porta-enxertos de citros irrigados por sub capilaridade. *Ciência Rural*, Santa Maria, 44(3):446-452.
- Guilherme, D. O.; Marinho, C. S.; Biazatt, M. A.; Campos, G. S.; Bremenkamp, C. A. (2014). Produção de mudas de laranja Pêra por meio do método de interenxertia. *Ciência Rural*, Santa Maria, 44(3):414-417.
- Guilherme, D.O. (2013). *Uso do porta-enxerto 'Flying Dragon' na produção de mudas e no cultivo inicial de citros no Norte Fluminense*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF, p.36.

- Mademba-Sy, F.; Lemerre-Desprez, Z.; Lebegin, S. (2012). Use of Flying Dragon trifoliolate orange as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. *Hort Science*, 47:11–17.
- Girardi, E.A.; Mourão Filho, F. A. A. (2006). Production of interstocked 'Pêra' sweet orange nursery trees on 'Volkamer' lemon and 'Swingle' citrumelo rootstocks. *Scientia Agricola*, 63(1): 5-10.
- Gonzatto, M. P.; Kowaleski, A. P.; Brugnara, E. C.; Weiler, R. L.; Sartori, I. A.; Lima, J. G.; Bender, R. J.; Schwarz, S. F. (2011). Performance of 'Oneco' mandarin on six rootstocks in South Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:406-411.
- Hartman, H.T.; Kester, D.E.; Davies Junior, F.T.; Geneve, R.L. (2011). Plant Propagation: Principles and Practices (8ed.). 915p.
- Lima, J. E. O.; Lima, J. E. P. (2015). Effect of inarched, two-rootstock trees, on development, yield and disease resistance of 'Valencia' orange. *Acta horticulturae*, 1065: 1823-1829.
- Machado, D. F. S. P.; Machado, E. C.; Machado, R. S.; Ribeiro, R. V. (2010). Efeito da baixa temperatura noturna e do porta-enxerto na variação diurna das trocas gasosas e na atividade fotoquímica de laranjeira 'Valência'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(2): 351-359.
- Machado, E. C.; Schmidt, P. T.; Medina, C. L.; Ribeiro, R. V. (2005). Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(12): 1161-1170.
- Machado, E. C.; Medina, C. L.; Gomes, M. M. A.; Habermann, G. (2002). Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira 'Valência'. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 59: 53-58.
- Medina, C. L.; Souza, R. P.; Machado, E. C.; Ribeiro, R. V.; Silva, J. A. B. (2002). Photosynthetic response of citrus grown under reflective aluminized polypropylene shading nets. *Scientia Horticulturae*, 96:115-125.
- Oliveira, R. P.; Scivittaro, W.B.; Radmann, E. B. (2006). Escarificação química da semente para favorecer a emergência e o crescimento do porta-enxerto Trifoliata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 41(9): 1429-1433.
- Pompeu Junior, J; Blumer, S. (2014). Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranjeira 'Pêra'. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 44(1): 9-14.
- Pompeu Junior, J.; Blumer, S. (2008). Morte súbita dos citros: suscetibilidade de seleções de limão cravo e uso de interenxertos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(4):1159-1161.
- Pompeu Júnior, J. (2005). *Porta-enxertos*. In: Mattos Júnior, D.; Denigri, J. D.; PIO, R. M.; Pompeu Júnior, J. Citros. Campinas: Instituto Agrônomo/FUNDAG, p.61-104.

- Ribeiro, R. V.; Machado, E. C.; Santos, M. G.; Oliveira, R. F. (2009). Photosynthesis and water relations of well-watered orange plants as affected by winter and summer conditions. *Photosynthetica*, Praha, 47(2): 215-222.
- Ribeiro, R. V.; Machado, E. C. (2007). Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: revisiting photosynthesis under natural conditions. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4): 393-411.
- Ribeiro, R. V.; Machado, E. C.; Oliveira, R. F. (2004). Growth and leaf-temperature effects on photosynthesis of sweet orange seedlings infected with *Xylella fastidiosa*. *Plant Pathology*, 53: 334-340.
- Ribeiro, R. V. (2002). *Influência da temperatura na fotossíntese de laranja 'Pêra' com clorose variegada dos citros*. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba, p 26-27.
- Reigosa, M. J. R.; Weiss, O. (2001). *Fluorescence Techniques*. In: Reigosa, M. J. R. Handbook of plant ecophysiology techniques. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. p.155-171.
- Scarpore Filho, J. A.; Kluge, R. A.; Victória Filho, R.; Tessarioli Neto, J.; Jacomino, A. P. (2000). Comportamento de duas Cultivares de pessegueiro com interenxerto da ameixeira 'Januária'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(4): 757-765.
- Serrano, L. A. L.; Marinho, C. S.; Carvalho, A. J. C.; Monnerat, P. H. (2004) Efeito de sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta no estado nutricional de porta-enxerto cítrico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(3): 524-528.
- Souza, E. L. S.; Souza, P. V.; Oliveira, R. P.; Bonine, D. P. (2010). *Porta-enxertos para citros no Rio Grande do Sul*. Indicações técnicas para a citricultura no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO, 136p.
- Strasser, R. J.; Srivastava, A.; Tsimilli-Michael, M. (2000). The fluorescent transient as a tool to characterise and screen photosynthetic samples. In: Yunus, M.; Pathre, U.; Mohanty, P. (Eds.). *Probing Photosynthesis: Mechanisms, Regulation and Adaptation*. Taylor and Francis, London, p. 445-483.
- Taiz, L.; Zeiger, R. (2004). *Fisiologia Vegetal*. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 719p.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2013). *Fisiologia Vegetal*. 5ª Edição. Porto Alegre: Artmed, cap. 9. p. 243-266.
- Teófilo Sobrinho, J. (1991). *Propagação de Citros*. In: Rodriguez, O.; Viegas, F.; Pompeu Junior, J.; Amaro, A. A. Citricultura brasileira. 2ed. Campinas, Fundação Gargill, 1: 281-301.

Zivcak, M.; Brestic, M.; Olsovska, K.; Slamka, P. (2008). Performance index as a sensitive indicator of water stress in *Triticum aestivum* L. *Plant, Soil and Environment*, 54: 133-139.

## 5.RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar a subenxertia do porta-enxerto 'Flying Dragon' na produção de mudas interenxertadas de laranjeira 'Pêra' com utilização de interenxertos de limoeiro 'Cravo' e laranjeira 'Seleta' e a capacidade fotossintética dessas mudas.

Foram instalados dois experimentos onde se objetivou avaliar: Avaliar a qualidade e a eficiência de produção de mudas da laranjeira 'Pêra' interenxertadas por tecidos de plântulas nucelares de uma laranjeira doce ou limoeiro 'Cravo', utilizando a subenxertia como técnica auxiliar na introdução do porta-enxerto 'Flying Dragon';

O crescimento do porta-enxerto 'Flying Dragon' após sua introdução como subenxerto;

A capacidade fotossintética de mudas de laranjeira 'Pêra' interenxertadas, durante duas fases de sua formação no viveiro, com um e dois porta-enxertos funcionais.

O primeiro experimento foi conduzido no período de junho de 2014 a novembro de 2015 em casa de vegetação na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos, seis repetições e dez plantas por parcela. Os tratamentos foram constituídos pelas combinações LP/LS/FD (T1), LP/LC/FD (T2), LP/LC (T3) e LS/FD (T4). Foram avaliados o percentual de sobrevivência dos subenxertos e das borbulhas, os diâmetros do caule do porta-enxerto e

interenxerto, e a altura das mudas e das brotações, em intervalos mensais após a realização da enxertia. A área foliar, a massa seca da parte aérea, o volume de raízes e a massa seca da raiz também avaliados ao final da fase de produção das mudas.

O segundo experimento foi conduzido no período de julho de 2015 a novembro de 2015, em casa de vegetação na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. O delineamento experimental utilizado foi em DIC, com três tratamentos, sete repetições e uma planta por parcela. Os tratamentos foram constituídos pelas combinações LP/LC (T1); LP/LS/FD(T2); LP/LC/FD(T3). As mudas foram avaliadas aos 150 dias após a subenxertia do FD no caule de LS ou de LC e nesse momento as mudas interenxertadas tinham dois sistemas radiculares funcionais e aos 270 dias após a subenxertia quando essas mudas passaram a ser nutridas apenas pelo sistema radicular do porta-enxerto FD. Foram determinadas as taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> (A), condutância estomática (g<sub>s</sub>), transpiração (E), razão entre concentrações interna e externa de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>/C<sub>a</sub>), rendimento quântico máximo do fotossistema II (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>), índice fotossintético (P<sub>i</sub>), temperatura foliar (°C) às 8:00 e 13:00 h e índice de clorofila nas folhas.

Conclui-se que:

1- Mudas da laranjeira 'Pêra' interenxertadas por plântulas nucelares de laranjeira doce ou do limoeiro 'Cravo', utilizando a subenxertia como técnica auxiliar, são produzidas em menor tempo que mudas interenxertadas convencionais, com percentual de pegamento das enxertias e padrões de qualidade físicos desejáveis para a produção comercial;

2- O porta-enxerto 'Flying Dragon' aumenta o tempo necessário para a formação da muda de citros por apresentar baixo vigor no viveiro;

3- A subenxertia proporcionou maior desenvolvimento do sistema radicular do 'Flying Dragon';

4- O melhor ajuste do diâmetro do interenxerto e porta-enxerto foi observado na combinação laranjeira 'Pêra'/ limoeiro 'Cravo'/ 'Flying Dragon';

5- As mudas enxertadas e interenxertadas têm reduções nas taxas fotossintéticas entre às 8h e às 13 h;

6- A presença de dois sistemas radiculares funcionais promove redução nas taxas de A, g<sub>s</sub>, E e C<sub>i</sub>/C<sub>a</sub> em relação a mudas com um porta-enxerto;

7- Mudanças de laranjeira 'Pêra' interenxertadas têm valores de  $F_v/F_m$ ,  $A$ ,  $g_s$ ,  $P_i$ , índice de clorofila e temperatura, semelhantes aos de mudas sem interenxerto;

8- Mudanças com dois porta-enxertos funcionais têm sua capacidade fotossintética reduzidas tornando-se mais sensíveis a estresses abióticos.

## 6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcântara, B. M.; Gamir, J. R., Cuenca, M. R. M., Iglesias, D. J., Millo, E. P.; Giner, M. A. F. (2013). Relationship between hydraulic conductance and citrus dwarfing by the Flying Dragon rootstock (*Poncirus trifoliata* L. Raft var. *monstrosa*). *Trees*. Berlin Heidelberg. 27: 629–638.
- Araújo, E.F.; Roque, N. (2005). *Taxonomia dos citros*. In: Mattos Junior, D.; Negri, J.D.; Pio, R.M.; Pompeu Junior, J. (Ed.). Citros. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, cap. 6, p. 127-124.
- Bassanezi, R. B.; Bergamin Filho, A.; Amorim, L.; Fernandes, N.G.; Gottwald, T. R.; Bové, J. M. (2003). Spatial and temporal analyses of citrus sudden death, as a tool to generated hypotheses concerning its etiology. *Phytopathology*, 93(4): 502-512.
- Basile, B.; Marsal, J.; DeJong, T.M. (2003). Daily shoots extension growth of peach trees growing on rootstocks that reduce scion growth to daily dynamics of stem water potential. *Tree Physiology*, 23: 695–704.
- Barret, H.C., Rhodes, A.M. (1976). A numerical study of affinity relationships in cultivated citrus and its close relatives. *Systematic Botany*, Kent, 1: 105-136.
- Bastianel, M.; Oliveira, A.C.; Cristofani, M.; Machado, M.A. (2006). Diversidade genética entre híbridos de laranja-doce e tangor 'Murcott' avaliada por FAFLP e RAPD. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 41(5): 779-784.
- Bastianel, M.; Dornelles, L.C.; Machado, M.A.; Wickert, E.; Maraschin S.F.; Coletta Filho, H.D.; Schäfer, G. (2001). Caracterização de genótipos de *Citrus* spp. através de marcadores RAPD. *Ciência Rural*, Santa Maria, 31(5): 763-768.
- Belasque Júnior, J.; Bassanezi, R. B.; Spósito, M. B.; Ribeiro, L. M.; Jesus Junior, W. C.; Amorim, L. (2005). Escalas diagramáticas para avaliação da severidade do cancro cítrico. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 30(4): 387-393.

- Bové, J. M. (2006). Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, Dordrecht, 88(1): 7-37.
- Blumer, S. (2005). *Citrandarins e outros híbridos de Trifoliata como porta-enxertos nanicantes para laranjeira 'Valência' (Citrus sinensis L. Osbeck)*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Piracicabas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ, p.118.
- Câmara, J. M.; Garcia-Sanchez, F.; Nieves, M.; Cerda A. (2003). Effect of interstock (Salustiana orange) on growth, leaf mineral composition and water relations of one year old citrus under saline conditions. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, 78 161-167.
- Cantuarias-Avilés, T.E. (2009). *Avaliação horticultural da laranjeira 'Folha Murcha', tangerineira 'Satsuma' e limeira ácida 'Tahiti' sobre doze porta-enxertos*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Piracicaba-SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, 129p.
- Citrus BR (2010). *A indústria Brasileira de suco de Laranja*. Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos [http://www.citrusbr.com/imgs/biblioteca/CITRUS\\_APEX\\_PORTUGUES.pdf](http://www.citrusbr.com/imgs/biblioteca/CITRUS_APEX_PORTUGUES.pdf) acessado em out 2015.
- Cheg, F.S.; Rose, M.L. (1995). Origin and inheritance of dwarfing by the citrus rootstock *Poncirus trifoliata* 'Flying Dragon'. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 120(2): 286-291.
- Cohen, S.; Naor, A.; Bennink, J.; Grava, A.; Tyree, M. (2007). Hydraulic resistance components of mature apple trees on rootstocks of different vigour. *JExp Bot*, 58:4213–4224.
- Donadio, L. C.; Mourão Filho, F. A. A.; Moreira, C. S. (2005). *Centro de origem, distribuição geográficas das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil*. In Mattos Júnior, D., De Negri, J. D., Pio, R. M., Pompeu Júnior, J. (Ed.). Citros. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, cap. 1. p. 3-18.
- Espinoza-Núñez, E.; Mourão Filho, F. A. A.; Stuchi, E. S.; Cantuarias Avilés, T.; Dias, C. T. S. (2011). Performance of 'Tahiti' lime on twelve rootstocks under irrigated and non-irrigated conditions. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, 129: 227–231.
- Fachinello, J. C.; Hoffmann, A., Nachtigal, J. C. (2005). *Propagação de plantas frutíferas*: Embrapa Informação Tecnológica. 221p.
- Fochesato, M. L.; Souza, P. V. D.; Schafer, G.; Maciel, H. S. (2006). Produção de mudas cítricas em diferentes porta-enxertos e substratos comerciais. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36: 1397-1403,
- Fundecitrus (2006). Fundo de Defesa da Citricultura. *Manual da Morte Súbita dos Citros*. Araraquara (SP): Fundecitrus, 12p.

- Feichtenberger, E. (2001). *Doenças incitadas por Phytophthora em citros*. In: Luz, E. D. M. N.; Santos, A. F.; Mutsuoka, K.; Bezerra, J. L. Doenças causadas por Phytophthora no Brasil. Campinas: Livraria Editora Rural, p. 283-342.
- Girardi, E. A.; Mourao Filho, F. A. A.; Alves, A. S. R. (2010). Mudanças de laranjeira Valência sobre porta-enxertos e sob diferentes manejos de adubação. *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal, 32(4): 855-864.
- Girardi, E. A.; Mourão Filho, F. A. A. (2006). Production of interstocked 'Pêra' sweet orange nursery trees on 'Volkamer' lemon and 'Swingle' citrumelo rootstocks. *Scientia Agricola*, 63(1): 5-10.
- Girardi, E. A. (2005). Métodos alternativos de produção de mudas cítricas em recipientes na prevenção da morte súbita dos citros. Dissertação (Mestrado), Piracicaba, 73p.
- Grzyb, Z.S.; Rozpara, E.; Hartmann, W. (1994). The influence of different interstems on growth and yield of plum cv. Ruth Gerstetter trees. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 359: 256-259.
- Goncalves, B, Correia C. M, Silva, A. P.; Bacelar, E. A.; Santos, A.; Ferreira, H.; Pereira, J. M. M. (2007). Variation in xylem structure and function in roots and stems of scion–rootstock combinations of sweet cherry tree (*Prunus avium* L.). *Trees*, 21: 121–130.
- Guilherme, D. O.; Marinho, C. S.; Biazatt, M. A.; Campos, G. S.; Bremenkam, C. A. (2014). Produção de mudas de laranjeira 'Pêra' por meio do método de interenxertia. *Revista Ciência Rural*, 44(3): 414-417.
- Hartman, H. T.; Kester, D. E.; Davies Junior, F. T.; Geneve, R. L. (2011) *Plant Propagation: Principles and Practices* (8ed.). 915p.
- Hartman, H.T.; Kester, D.E.; Davies Junior, F.T.; Geneve, R.L. (1990). *Plant Propagation: Principles and Practices* (5ed.). 647p.
- Hodgson, R. W. *Horticultural varieties of Citrus*. In Reuther, W.; Batchelor, L. D.; Webber, H. J. (1967). (ed) The citrus Industry. Berkely: University of California, p. 431-591.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (2015). *Levantamento sistemático da produção agrícola* Disponível em: [www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/lspa/lspa\\_201308.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/lspa/lspa_201308.pdf), acesso em fev. 2015.
- Iwasaki, M.; Fukamachi, H.; Satoh, K.; Nesumi, H.; Yoshioka, T. (2011). Development of tree vigor prediction method at an early stage based on stem hydraulic conductance of seedlings in citrus rootstocks. *HortScience*, 80(4): 390–395.
- Koike, H.; Tsukahara, K. (1988). Various enterstem effects in combination with 'Marubakaido N-1' rootstock on 'Fuji' apple growth. *HortScience*, Alexandria, 23(3): 580-581.

- Larsen, F.E; Higgins, S. S.; Feitts Junior, R. (1987). Scion/interstock/rootstock effect on sweet cherry yield, tree size and yield efficiency. *Scientia Horticulture*, Amsterdam, 33(3):237-247.
- Laranjeira, F. F.; Silva, L. G.; Fonseca, E. L.; Silva, S. X. B.; Rocha, J. B.; Santos Filho, H. P.; Ledo, C. A. S.; Hau, B. (2008). Prevalence, incidence and distribution of citrus variegated chlorosis in Bahia, Brazil. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, 33(5): 339-347.
- Lima, J. E. O.; Lima, J. E. P. (2015). Effect of inarched, two-rootstock trees, on development, yield and disease resistance of 'Valencia' orange. *Acta horticulturae*, 1065: 1823-1829.
- Lopes, S. A.; Frare, G. F.; Bertolini, E.; Cambra, M.; Fernandes, N. G.; Ayres, A. J.; Marin, D. R.; Bové, J.M. (2009). Liberibacters associated with citrus Huanglongbing in Brazil: 'Candidatus Liberibacter asiaticus' is heat tolerant, 'Ca. L. americanus' is heat sensitive. *Plant Disease*, Saint Paul, 93: 257-262.
- Lu, Z.; Zhou, Z.; Xie, R. (2011). Molecular phylogeny of the "true citrus fruit trees" group (Aurantioideae, Rutaceae) as inferred from chloroplast DNA sequence. *Agricultural Sciences in China*, Beijing, 10(1): 49-57.
- Machado, M. A.; Cristofani, M.; AmaraL, A. M.; Oliveira, A. C. (2005). *Genética, melhoramento e biotecnologia de citros*. In: Mattos Junior, D.; Negri, J. D.; Pio, R. M.; Pompeu Junior, J. (Ed.). Citros. Campinas: Instituto Agronômico; Fundag. cap. 9. p. 221-277.
- Magalhães Filho, J. R.; Amaral, L. R.; Machado, D. F. S. P.; Medina, C. L.; Machado, E. C. (2008). Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira 'Valência' sobre dois tipos de porta-enxerto. *Bragantia*, Campinas, 67(1): 75-82.
- Mattos Júnior, D.; Ramos, U. M.; Quaggio, J. A.; Furlani, P. R. (2010). Nitrogênio e cobre na produção de mudas de citros em diferentes porta-enxertos. *Bragantia*, Campinas, 69(1) 135-147.
- Mattos Jr, D.; Quaggio, J. A.; Cantarella, H., Alva, A. K. Graetz, D. A. (2006). Response of young citrus trees on selected rootstocks to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization. *Journal of plant nutrition*, 29(8): 1371-1385.
- Mademba-Sy, F.; Lemerre, D. Z.; Lebegin, S. (2012). Use of flying dragon trifoliolate orange as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. *Hort Science*, Alexandria, 47(1): 4-12.
- Medina, C.L.; Rena, A. B.; Siqueira, D. L.; Machado, E. C. (2005). *Fisiologia dos citros*. In: Mattos Júnior, D., De Negri, J. D., Pio, R. M., Pompeu Júnior, J. (Eds) Citros, Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, cap. 7. p.147 - 195.
- Moreira, S. (1941). Experiência de cavalos para citrus I. *Bragantia*, 1: 525-544.

- Moreno, P.; Ambrós, S.; Albiach-martí, M. R.; Guerri, J.; Pena, L. (2008). Citrus tristeza virus: a pathogen that changed the course of the citrus industry. *Molecular Plant Pathology*, London, 9(2): 251-268.
- Moore, G. A. (2001). Oranges and lemons: clues to the taxonomy of citrus from molecular markers. *Trends in Genetics*, London, 17(9): 536-540.
- Müller, G. W.; Negri, J. D.; Aguilar-Vildoso, C. I.; Mattos Júnior, D.; Pompeu Júnior, J.; Teófilo Sobrinho, J.; Carvalho, S. A.; Giroto, L. F.; Machado, M.A. (2002). Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira. *Laranja*, 23: 371-386.
- Neves, M.F.; Jank, M. S. (2006). *Perspectivas da cadeia produtiva da laranja no Brasil*. Disponível em: <[http://www.fundace.org.br/arquivos\\_diversos/agenda\\_estrategica/Agenda\\_Citrus\\_2015\\_PE\\_NSAICONE.pdf](http://www.fundace.org.br/arquivos_diversos/agenda_estrategica/Agenda_Citrus_2015_PE_NSAICONE.pdf)>. Acessado em: jan/ 2015.
- Nicolosi E. (2007). Origin and taxonomy. In: Khan, I. A. (Ed.). Citrus: genetics and biotechnology. Wallingford: CAB international, cap. 3. p. 19-43.
- Nicolosi, E.; Deng, Z. N.; Gentile, A.; LA Malfa, S.; Continella, G.; Tribulato, E. (2000). Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, 100: 1155-1166.
- Ogasanovic, D.; Plazinic, R. M.; Papic, V.M. (1991). Results from the study of some early apricot cultivars on various interstocks. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 193: 383-389.
- Olmstead, M. A.; Lang, N. S.; Lang, G. A. (2010). Carbohydrate profiles in the graft union of young sweet cherry trees grown on dwarfing and vigorous rootstocks. *SciHortic* 124:78–82.
- Peixoto, M. S. (2005). *Sistemas dinâmicos e controladores fuzzy: um estudo da dispersão da Morte Súbita dos Citros em São Paulo*. Tese (Doutorado) Campinas, 209p.
- Pio, R. M.; Figueiredo, J. O.; Stuchi, E. S.; Cardoso, S. A. B. (2005). *Variedades copas*. In: Mattos Júnior, D.; De Negri, J. D.; Pio, R. M.; Pompeu Júnior, J. (eds). Capítulo 3. Citros. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, p.39-60.
- Pompeu Junior, J; Blumer, S. (2014). Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranja Pêra. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 44(1): 9-14.
- Pompeu Junior. J; Blumer S. (2009). Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para a laranja 'Valência'. *Revista Brasileira de Pesquisa Agropecuária*, Brasília, 44(7): 701-705.
- Pompeu Junior, J.; Blumer, S. (2008). Morte súbita dos citros: suscetibilidade de seleções de limão 'Cravo' e uso de interenxertos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 30(4): 1159-1161.

- Pompeu Junior, J. (2005). *Porta-enxertos*. In: Mattos Junior, D. de; De Negri, J. D.; Pio, R.M.; Pompeu Junior, J. (Ed.). Citros. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, cap. 4. p. 61- 104.
- Pompeu Junior, J. (2001). *Rootstocks and scions in the citriculture of de São Paulo State*. Internacional Congress of citrus nurserymen, 6. Ribeirão Preto: EECB/Fundecitrus. p.75-82.
- Pompeu Junior, J. (1991). *Porta-enxertos*. In: Rodrigues, O.; Viegas, F.; Pompeu Junior, J.; Amaro, A. A., eds. Citricultura brasileira. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, p.265-280.
- Portella, C. R. Marinho, C. M. Amaral, B. D. Carvalho, W. S. G.; Campos, G. S.; Silva, M. P. S.; Sousa, M. C. (2016). Desempenho de cultivares de citros enxertadas sobre o trifoliato 'Flying Dragon' e limoeiro 'Cravo' em fase de formação do pomar. *Bragantia*, Campinas, 75(1): 70-75.
- Rodriguez, O.; Viégas, F.; Pompeu Junior, J.; Amaro, A. A. (1991). *Citricultura brasileira*. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 941p.
- Sampaio, V. R. (1994). Comportamento da laranjeira Piralima sobre *Poncirus trifoliata* com variações na altura de enxertia. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 51: 69-74.
- Salibe, A. A.; Teófilo-Sobrinho, J.; Müller, G. W. (2002). Sinopse de conhecimentos e pesquisas sobre a laranja 'Pêra'. *Laranja*, 23(1): 231-245.
- Sempionato, O. R.; Stuchi, E. S.; Donadio, L. C. (1997). *Viveiro de citros*, Jaboticabal: FUNEP (Boletim Citrícola, 2).37p.
- Schinor, E. H.; Cristofani-Yaly, M.; Bastianel, M.; Machado, M. A. (2013). Sunki Mandarinvs *Poncirus trifoliata* Hybrids as Rootstocks for 'Pêra' sweet Orange. *Journal of Agricultural Science*, 5(6): 190-200.
- Swingle, W. T.; Reece, R. C. *The botany of Citrus and its wild relatives*. In: Reuther, W.; Batchellor, L. D.; Webber, H. J. 1967 (Ed.). The citrus industry. Berkeley: University of California, p. 190-430.
- Swingle, W.T. (1943). *The botany of Citrus and its wild relatives of the orange subfamily*. In: Weber, H. J., Batchellor, L. D. (Ed.) The citrus industry. Berckley: University of California, 1: 129-474.
- Scarpate Filho, J. A.; Kluge, R. A.; Victória Filho, R.; Tessarioli Neto, J.; Jacomino, A. P. (2000). Comportamento de duas Cultivares de pessegueiro com interenxerto da ameixeira 'Januária'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(4): 757-765.
- Setin, D. W.; Carvalho, S. A. (2011). Recipientes e métodos de enxertia na produção de mudas de citros com porta-enxertos duplos Citrus. *Research & Technology*, Cordeirópolis, 32(1): 17-26.

- Solari, L. I. Johnson, R. S.; De Jong, T. M. (2006a). Relationship of water status to vegetative growth and leaf gas exchange of peach (*Prunus persica*) trees on different rootstocks. *Tree Physiology*, 26: 1333–1341.
- Solari, L. I.; Johnson, R. S.; De Jong, T. M. (2006b). Hydraulic conductance characteristics of peach (*Prunus persica*) trees on different rootstocks are related to biomass production and distribution. *Tree Physiology*, 26: 1343–1350.
- Silva, S. R.; Stuchi, E. S.; Girardi, E. A.; Cantuarias-Avilés, T.; Bassan, M. M. (2013). Desempenho da tangerineira ‘Span Americana’ em diferentes porta-enxertos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 35(4): 1052-1058.
- Tanaka, T. (1977). *Fundamental discussion of Citrus classification*. Studia Citrologia, Fukuoka-ken, 14: 1-6.
- Tersi, F. E. A. (2004). *Quanto custa a subenxertia em pomar cítrico*. In: AGRIANUAL, São Paulo: Instituto FNP, p. 254-256.
- Telles, C. A.; Biasi, L. A.; Mindêllo Neto, U. R.; Peters, E. (2006). Sobrevivência e crescimento de mudas de pessegueiro interenxertadas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28(2): 297-300.
- Tombesi, S.; Johnson, R. S.; Day, K. R.; De Jong, T. M. (2010). Relationships between xylem vessel characteristics, calculated axial hydraulic conductance and size controlling capacity of peach rootstocks. *Annals of Botany*, 105(2):327-331.
- Westwood, M. N.; Lombard, P. B; Bjornstad, H. O. (1989). Pear on ‘Winter Banana’ interstem with M.26 apple rootstock. *HortScience*, Alexandria, 24(5): 765-767.