



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DEIVED UILIAN DE CARVALHO

**DESEMPENHO DE LARANJEIRA 'SALUSTIANA' SOBRE
DIFERENTES PORTA-ENXERTOS EM CONDIÇÕES
SUBTROPICAIS**

Londrina
2018

DEIVED UILIAN DE CARVALHO

**DESEMPENHO DE LARANJEIRA 'SALUSTIANA' SOBRE
DIFERENTES PORTA-ENXERTOS EM CONDIÇÕES
SUBTROPICAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, para obtenção do título de mestre em Agronomia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves.

Co-Orientadora: Pesq^a. Dr^a. Zuleide Hissano Tazima.

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Carvalho, Deived Uilian de.

Desempenho de laranjeira 'Salustiana' sobre diferentes porta-enxertos em condições subtropicais / Deived Uilian de Carvalho. - Londrina, 2018.
55 f. : il.

Orientador: Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves.

Coorientador: Zuleide Hissano Tazima.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Citrus - Tese. 2. Porta-enxerto - Tese. 3. Crescimento vegetativo - Tese. 4. Produção - Tese. I. Neves, Carmen Silvia Vieira Janeiro. II. Tazima, Zuleide Hissano. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

DEIVED UILIAN DE CARVALHO

**DESEMPENHO DE LARANJEIRA 'SALUSTIANA' SOBRE
DIFERENTES PORTA-ENXERTOS EM CONDIÇÕES SUBTROPICAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, para obtenção do título de mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carmen Silvia Vieira
Janeiro Neves
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Pesq. Dr. Rui Pereira Leite Junior
Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR

Prof. Dr. Sergio Ruffo Roberto
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 19 de fevereiro de 2018.

Aos meus pais Maria Machado e Obadias Carvalho, por toda dedicação, educação, perseverança e fé em Deus.

Aos meus irmãos Daiane Carvalho e Danilo Carvalho, por todo amor e companheirismo.

Aos meus queridos familiares e amigos, em especial à minha amiga irmã Maria Cruz, que que nos momentos mais difíceis me encorajaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde, família e amigos e por ter me sustentado até o presente momento, dando força e coragem para vencer minha jornada;

À minha orientadora, Prof. Dra. Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves por seu empenho e dedicação nesta orientação, a qual transmitiu um aprendizado que levarei para toda minha vida;

À Pesquisadora Dra. Zuleide Hissano Tazima, não apenas pelos ensinamentos práticos e contribuições que possibilitaram a execução deste estudo, mas sobretudo pela sua amizade;

Ao IAPAR e seus colaboradores Sydnei Dias do Santos, Silvio Martins Estêves, Marcos Antônio Salvador, Cícera Martimiano e demais funcionários pelo apoio técnico, tornando possível a realização deste estudo;

Aos professores e funcionários da Universidade Estadual de Londrina - UEL que contribuíram na minha educação e formação profissional;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UEL e à CAPES pela concessão da bolsa que contribuiu significativamente na execução do Mestrado.

Aos membros da banca Prof. Dr. Sergio Ruffo Roberto, Prof. Dr. Dra. Lúcia Sadayo Assari Takahashi, Prof. Dra. Camilla de Andrade Pacheco e ao Pesq. Dr. Rui Pereira Leite Júnior, pelas contribuições na revisão e avaliação do presente estudo.

Muito obrigado!!!

“Não vos conformeis com este mundo, mas transformai-vos pela renovação do vosso entendimento, para que experimenteis qual seja a boa, agradável e perfeita vontade de Deus”

Romanos 12:2

CARVALHO, Deived Uilian de. **Desempenho de laranjeira ‘Salustiana’ sobre diferentes porta-enxertos em condições subtropicais**. 2018. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2018.

RESUMO

A adesão por tecnologias e investimentos proporcionaram aumento significativo na produção de laranja no estado do Paraná. Entretanto, a diversificação dos pomares, com variedades copa e porta-enxerto, é necessária para evitar problemas fitossanitários e ampliar o período de oferta de frutos durante o ano. Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo, a qualidade físico-química dos frutos e o comportamento produtivo da laranjeira doce ‘Salustiana’ [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] enxertada sobre cinco porta-enxertos durante dez safras, na região Norte do Paraná. O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, PR, no período de 2005 a 2017. Os cinco porta-enxertos utilizados foram: o limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osb.); as tangerineiras ‘Cleópatra’ (*C. reshni* Hort. ex Tanaka) e ‘Sunki’ (*C. sunki* Hort. ex Tanaka); o citrumeleiro ‘Swingle’ [*C. paradisi* Macf. cv. Duncan × *P. trifoliata* (L.) Raf.] e o citrangeiro ‘C-13’ [*C. sinensis* (L.) Osb. × *P. trifoliata* (L.) Raf.]. Foram avaliadas as variáveis biométricas das plantas (altura, diâmetro do tronco, diâmetro e volume da copa), qualidade dos frutos (massa, diâmetro, tonalidade de cor, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio*, rendimento de suco e índice tecnológico), produção por planta e eficiência produtiva. Também foi estimado o espaçamento entre plantas e linha, produtividade e índice tecnológico para o planejamento de pomares, baseado no número teórico de plantas por hectare de acordo com o desenvolvimento vegetativo da laranjeira ‘Salustiana’. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos, seis repetições e duas plantas úteis por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância complementada pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). O menor desenvolvimento vegetativo da laranjeira ‘Salustiana’ foi induzido pelo limoeiro ‘Cravo’. Os frutos de todos os tratamentos analisados apresentaram boas qualidades físico-químicas, atendendo às recomendações do mercado de frutas frescas e indústria de suco. O citrangeiro ‘C-13’ e o citrumeleiro ‘Swingle’ conferiram à laranjeira ‘Salustiana’ produções superiores aos demais porta-enxertos, assim como maiores índices teóricos de produtividade e eficiência produtiva.

Palavras-chave: *Citrus* ssp. Desenvolvimento vegetativo. Qualidade do fruto. Produtividade.

CARVALHO, Deived Uilian de. **Performance of ‘Salustiana’ orange trees on different rootstocks under subtropical conditions**. 2018. 55 p. Dissertation (Master’s Degree in Agronomy) – Londrina State University, Londrina. 2018.

ABSTRACT

The adoption of technologies and investments provided a significant increase in the orange production in the Paraná state. However, diversification of citrus cultivars and rootstocks is necessary to prevent phytosanitary problems and to increase the period of fruit supplying along the year. Thus, the present study aimed to evaluate the vegetative growth, the physico-chemical quality of the fruits, and the productive performance of ‘Salustiana’ orange tree [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] grafted on five rootstocks during ten crop seasons, in the Northern region of Paraná. The experiment was conducted in the Experimental Station of the Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, PR, from 2005 to 2017. The five rootstocks tested in the study were: ‘Rangpur’ lime (*C. limonia* Osb.); ‘Cleopatra’ (*C. reshni* Hort. ex Tanaka) and ‘Sunki’ mandarins (*C. sunki* Hort. ex Tanaka); ‘Swingle’ citrumelo [*C. paradisi* Macf. cv. Duncan × *P. trifoliata* (L.) Raf.] and ‘C-13’ citrange [*C. sinensis* (L.) Osb. × *P. trifoliata* (L.) Raf.]. There were evaluated the biometric variables of the trees (height, trunk diameter, canopy diameter and volume), fruit quality (mass, diameter, color, soluble solids, titratable acidity, *ratio*, juice content, technological index), production per tree and productive efficiency. It was also estimated the spacing between plants and rows, productivity and technological index for planning new orchards, which were based on the theoretical number of plants per hectare according to the vegetative growth of the ‘Salustiana’ orange trees. The experimental design was randomized blocks, with five treatments, six replicates and two useful trees per plot. The data were submitted to analysis of variance, complemented with the Tukey’s test ($p \leq 0.05$). The smaller vegetative growth of ‘Salustiana’ orange tree was induced by ‘Rangpur’ lime. The fruits of all treatments presented adequate physico-chemical qualities required for fresh fruit market and juice industry. The ‘C-13’ citrange and ‘Swingle’ citrumelo provided to ‘Salustiana’ orange trees higher yields than the other rootstocks, as well as, higher theoretical productivity index and productive efficiency.

Key-words: *Citrus* ssp. Vegetative growth. Fruit quality. Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

- Figura 1.** Planta adulta (A), folha (B), flor (C) e fruto (D) de laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre citrumeleiro ‘Swingle’, cultivada no Norte do Paraná. 18
- Figura 2.** Diferenças no diâmetro do tronco abaixo e acima da linha de enxertia da laranjeira ‘Salustiana’ enxertadas sobre diferentes porta-enxertos: (A) limoeiro ‘Cravo’; (B) tangerineira ‘Cleópatra’; (C) tangerineira ‘Sunki’; (D) citrumeleiro ‘Swingle’; e (E) citrangeiro ‘C-13’. 38
- Figura 3.** Diferenças no aspecto visual dos frutos da laranjeira ‘Salustiana’ provenientes de diferentes porta-enxertos: (A) limoeiro ‘Cravo’; (B) tangerineira ‘Cleópatra’; (C) tangerineira ‘Sunki’; (D) citrumeleiro ‘Swingle’; e (E) citrangeiro ‘C-13’ 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Altura de planta, diâmetro e volume de copa da laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR, em 2010 e 2017.....	35
Tabela 2. Diâmetro do tronco abaixo e acima do ponto de enxertia, e relação do diâmetro do tronco abaixo/acima da linha de enxertia da laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR, em 2010 e 2017.....	37
Tabela 3. Valores médios de massa, diâmetro longitudinal (DL), diâmetro equatorial (DE), relação entre os diâmetros (DL/DE) e tonalidade do flavedo dos frutos da laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR, de acordo com os dados das safras de 2008 à 2017.	40
Tabela 4. Valores médios de teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ratio (SS/AT), rendimento de suco (RS) e índice tecnológico (IT) de frutos da laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR, de acordo com os dados das safras de 2008 a 2017.....	43
Tabela 5. Produção anual da laranjeira ‘Salustiana’ enxertadas sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR, para o período de 2008 a 2017.	45
Tabela 6. Produção acumulada, acumulada relativa e eficiência produtiva em 2010 e 2017 da laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR.....	47
Tabela 7. Espaçamento entre linhas e plantas, número de plantas por hectare, produtividade e índice tecnológico (IT) esperado para laranjeira ‘Salustiana’ sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR.	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
IAPAR	Instituto Agronômico do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	A CITRICULTURA BRASILEIRA	14
2.2	A CITRICULTURA NO PARANÁ	15
2.3	A LARANJEIRA ‘SALUSTIANA’	17
2.4	PORTA-ENXERTOS	19
2.5	VARIETADES PORTA-ENXERTOS.....	20
2.5.1	Limoeiro ‘Cravo’.....	20
2.5.2	Citrumeleiro ‘Swingle’	21
2.5.3	Tangerineira ‘Cleópatra’	22
2.5.4	Tangerineira ‘Sunki’	23
2.5.5	Citrangueiro ‘C-13’.....	23
2.6	INTERAÇÃO COPA/PORTA-ENXERTO	24
2.7	QUALIDADE DOS FRUTOS	26
3	ARTIGO A	28
3.1	RESUMO.....	28
3.2	ABSTRACT	28
3.3	INTRODUÇÃO	29
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	31
3.4.1	Caracterização do Pomar	31
3.4.2	Material Vegetal e Manejos	31
3.4.3	Desenvolvimento Vegetativo	32
3.4.4	Qualidade dos Frutos	32
3.4.4.1	Variáveis físicas.....	32
3.4.4.2	Variáveis químicas.....	33
3.4.5	Produção de Frutos	34
3.4.6	Análise Estatística	34
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.5.1	Desenvolvimento Vegetativo	35
3.5.2	Qualidade dos Frutos	39

3.5.3	Produção de Frutos	43
3.6	CONCLUSÕES	49
4	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de laranja, com destaque ao estado de São Paulo que detém a maior produção nacional, responsável por 73% da safra Brasileira de 2016 (FAO, 2018; IBGE, 2017). O estado do Paraná encontra-se em quarto lugar, com produção concentrada nas regiões Norte e Noroeste. Dessa maneira, investimentos em tecnologias e técnicas adequadas de manejo garantiram um aumento significativo na produção de laranjas no estado, passando de 335 mil toneladas, em 2004, para 958 mil toneladas em 2015 (STENZEL et al., 2005b; IBGE, 2017).

Neste cenário, o País possui avançada tecnologia na produção de laranjas para o processamento de suco concentrado. No entanto, destina um volume significativamente inferior de laranjas para o mercado de frutas de mesa, especialmente em relação às cultivares sem sementes existindo, portanto, um grande mercado a ser explorado. Isto restringe a ampliação da exportação de citros de mesa devido, principalmente, à qualidade da fruta (cor; tamanho; *ratio*) e as questões fitossanitárias (pragas e doenças), a qual podem atender o mercado externo desde que se invistam em técnicas adequadas de manejo e conservação pós-colheita.

Assim, o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), órgão responsável pela pesquisa e recomendação de cultivares para o estado, tem introduzido diversos materiais no seu Banco Ativo de Germoplasma de Citros (BAG Citros) para dar suporte ao estabelecimento e crescimento da atividade citrícola Paranaense (TAZIMA, 2008). São indicadas as seguintes cultivares de laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osb.]: ‘Pêra’, ‘IAPAR 73’, ‘Folha Murcha’, ‘Valência’, ‘Navelina’, ‘Shamouti’, ‘Salustiana’, ‘Cadenera’, ‘Jaffa’, dentre outras (LEITE JÚNIOR, 1992; TAZIMA; LEITE JÚNIOR, 2000; TAZIMA; LEITE JÚNIOR, 2002). No entanto, os pomares do estado são formados basicamente pelas laranjeiras ‘Pêra’, ‘Folha Murcha’, ‘Valência’ e ‘IAPAR 73’ (STENZEL et al., 2005b; AULER et al., 2014).

Neste sentido, a diversificação dos pomares com cultivares de alta qualidade é requerida para ampliar a oferta de frutos, evitando que a comercialização seja concentrada apenas durante um determinado período do ano. Assim sendo, a ‘Salustiana’ apresenta-se como uma alternativa para diversificação, por apresentar valor comercial tanto para produção de suco como para consumo *in*

natura. É uma cultivar produtiva de meia-estação que apresenta frutos de excelente qualidade, principalmente por produzirem grande quantidade de suco (mais que 50% da fruta) e não possuírem sementes (CASTLE; BALDWIN, 2011; OLIVEIRA; NAKASU; SCIVITTARO, 2008).

O limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osb.) é, ainda, o porta-enxerto mais utilizado para todas as cultivares copa no Paraná. Essa situação pode não atender a certas características de cada variedade copa e, conseqüentemente, impedir que a planta manifeste todo seu potencial produtivo. Além disso, o uso de um único porta-enxerto pode oferecer risco para a sanidade dos pomares (POMPEU JÚNIOR; LARANJEIRA; BLUMER, 2002). Dessa forma, novas alternativas de porta-enxertos como as tangerineiras 'Sunki' e 'Cleópatra', a laranjeira 'Caipira', o limoeiro 'Volkameriano', os citrangeiros 'Troyer', 'Carrizo' e 'C13', o tangeleiro 'Orlando', o citrumeleiro 'Swingle', o trifoliato 'Flying Dragon', dentre outros, têm sido avaliados como alternativas para as variedades copa cultivadas no Brasil (POMPEU JÚNIOR; SALVA; BLUMER, 2004; STENZEL et al., 2005a; AULER; FIORI-TUTIDA; TAZIMA, 2008; TAZIMA et al., 2013; TAZIMA et al., 2014; CARVALHO et al., 2016; PORTELLA et al., 2016; BACAR et al., 2017).

Contudo, os experimentos que levaram à recomendação de plantio da laranjeira 'Salustiana' no Paraná foram realizados apenas sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo', o que leva à necessidade de mais estudos para avaliar o desempenho de outras alternativas de porta-enxertos para esta cultivar. Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar o desenvolvimento vegetativo em 2010 e 2017, a qualidade físico-química dos frutos e o comportamento produtivo durante dez safras da laranjeira doce 'Salustiana' enxertada sobre cinco porta-enxertos, na região Norte do estado do Paraná.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CITRICULTURA BRASILEIRA

O Brasil lidera a produção de laranjas assim como a produção e exportação de sucos dessa fruta, sendo o principal produto resultante do complexo agroindustrial da citricultura Brasileira. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2018), no período de 2006 a 2016, o Brasil teve uma participação de 25% na produção mundial de laranjas, se destacando com uma produção média de 18 milhões de toneladas, seguido por Estados Unidos e China que produziram cerca de 8 e 5 milhões de toneladas neste período, respectivamente.

Na produção nacional de laranjas, o estado de São Paulo se destaca, sendo responsável por 73% da safra de 2016, com 11.628.150 toneladas da fruta (IBGE, 2017). Os estados da Bahia, Minas Gerais e Paraná, vêm a seguir, com produção de 985.650, 961.223 e 766.713 toneladas de laranjas, respectivamente, segundo o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola de 2017.

Com relação à produção de suco concentrado congelado de laranja, o Brasil detém 50% da produção mundial, exportando 98% de sua produção total, principalmente para os mercados Norte-americano, Europeu e mais recentemente o Asiático, com produtos de alta qualidade (NEVES et al., 2010). Tudo isto se deve ao investimento em pesquisas e tecnologias no segmento da citricultura, desde o manejo de pomares ao processamento industrial.

Esta representatividade demonstra a importância do País no panorama mundial da citricultura. Entretanto, o Brasil assim como outros países produtores de citros, vem enfrentando diversos problemas na cadeia produtiva. Dentre eles, se destacam os problemas fitossanitários, principalmente os patossistemas cancro cítrico e Huanglonnbing (HLB, ex. *greening*), a qual tem causado grandes prejuízos aos produtores com significativa redução na produção ou até mesmo levando à erradicação dos pomares pela severidade das doenças, como tem ocorrido em algumas áreas dos estados de São Paulo no Brasil e Flórida nos Estados Unidos.

Aliado aos problemas fitossanitários, um dos grandes entraves da produção e exportação de citros de mesa é a qualidade dos frutos, pois estes mercados são exigentes em relação a este aspecto, estabelecendo barreiras fitossanitárias e normas de qualidade e padronização dos produtos. Desta maneira, os parâmetros de qualidade dos frutos cítricos são fundamentais para estabelecer o período de colheita e o destino dos frutos, seja para o processamento industrial ou para o consumo *in natura*. No Brasil o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) coordena a elaboração de normas e padrões de qualidade dos produtos de origem vegetal, tanto para exportação como para o mercado interno.

A divulgação das normas de classificação para comercialização dos produtos hortícolas é o principal objetivo do Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura, gerida pelo Centro de Qualidade em Horticultura da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais do estado de São Paulo (CEAGESP), estabelecendo padrões para determinação da qualidade do produto. A classificação é realizada basicamente pela separação visual do produto em lotes homogêneos. Os lotes de citros são caracterizados por seu grupo varietal (laranja, tangerina, lima, limão e pomelo), subgrupo (presença ou ausência de sementes), classe (tamanho do fruto), subclasse (coloração da casca) e categoria (qualidade do fruto) (CEAGESP, 2011).

2.2 A CITRICULTURA NO PARANÁ

O estado do Paraná é o quarto maior produtor de laranja do Brasil, sendo responsável pela produção de 766.713 toneladas da fruta na safra de 2016 (IBGE, 2017). Houve uma redução de aproximadamente 20% em relação a safra anterior devido principalmente às condições climáticas, pois o excesso de calor durante a pós-florada foi responsável pela queda da produção de frutos neste período (IBGE, 2017; IAPAR, 2018). Apesar da atual representação no cenário brasileiro, a produção de laranja esteve proibida no Paraná até 1980 devido à ocorrência do cancro cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*), o que ocasionou na redução da produção decorrente da erradicação de pomares para o controle da doença (IAPAR, 1992).

Para solucionar esta situação, foram conduzidos trabalhos de

pesquisa visando à prevenção e o controle do cancro cítrico, os quais proporcionaram a retomada na produção de citros no estado no final de 1980, através do desenvolvimento do Programa de Manejo Integrado (LEITE JÚNIOR; MOHAN, 1990). Este programa preconiza a utilização de mudas saudáveis, cultivares resistentes, quebra-vento, controle da larva minadora dos citros (*Phyllocnistis citrella*) e a aplicação preventiva e regular de bactericidas cúpricos. Atualmente, os pomares do estado são constituídos basicamente por quatro cultivares de laranja doce, sendo elas a 'Pêra', a 'Folha Murcha' a 'Valência' e a 'IAPAR 73' (STENZEL et al., 2005b; AULER et al., 2014).

A 'Pêra', de origem desconhecida, é considerada a mais importante dentre as laranjeiras doces cultivadas no Brasil. Sua época de maturação e qualidade organoléptica foram os principais fatores que a tornaram preferida pela indústria e também pelo mercado *in natura* (DONADIO et al., 1999). No entanto, é a cultivar que mais apresenta emissão de fluxos vegetativos e floríferos ao longo do ano, acarretando na produção de frutas temporâneas durante todo o ano (PIO et al., 2005).

A laranja 'Folha Murcha' é produtiva, de maturação tardia, apresentando características agrônomicas e industriais desejáveis (STENZEL et al., 2005b). Seus frutos são médios, achatados e esféricos, de coloração alaranjada e casca quase lisa, apresentando poucas sementes e suco abundante e ligeiramente ácido. Suas plantas apresentam porte médio e resistência ao cancro cítrico, características que atendem ao mercado interno e externo de frutas frescas e à indústria de sucos (LEITE JÚNIOR, 1992).

De origem portuguesa, a 'Valência' é a laranja de maior importância no mundo, sendo largamente plantada nas regiões produtoras de citros em vários países. Embora a laranja 'Valência' apresente faixa ampla de adaptação climática, a exigência térmica para maturação dos frutos é bastante alta. Os frutos somente atingem qualidades comerciais adequadas nas regiões mais quentes do estado do Paraná. Tem boa produtividade, qualidade e tamanho dos frutos, tendo como mercado a indústria de sucos e o comércio de frutas frescas interno e externo. Os frutos são de tamanho médio, quase esféricos, de coloração alaranjada e casca quase lisa, apresentando poucas sementes e suco abundante e ligeiramente ácido. As plantas são moderadamente resistentes ao cancro cítrico, de porte grande e vigorosas (LEITE JÚNIOR, 1992).

Tazima e Leite Júnior (2000) recomendaram a laranjeira doce 'IAPAR 73', por apresentarem boa produção e maturação precoce de seus frutos, o que garante o processamento inicial da safra agrícola atendendo tanto ao mercado *in natura* como à indústria. Suas plantas apresentam porte de médio a grande, sendo altamente produtivas e moderadamente resistentes ao cancro cítrico. Seus frutos têm formato arredondado com poucas sementes, de coloração amarelo-alaranjado, casca quase lisa de tamanho pequeno a médio, apresentando suco abundante com baixos teores de sólidos solúveis e acidez (IAPAR, 1996).

Contudo, é importante realizar a diversificação de cultivares nos pomares, visando estratificar a colheita de laranja ao longo do ano, evitando a concentração de oferta em alguns meses e permitindo ao citricultor comercializar sua produção em épocas de preços mais elevados (NEVES et al., 2010).

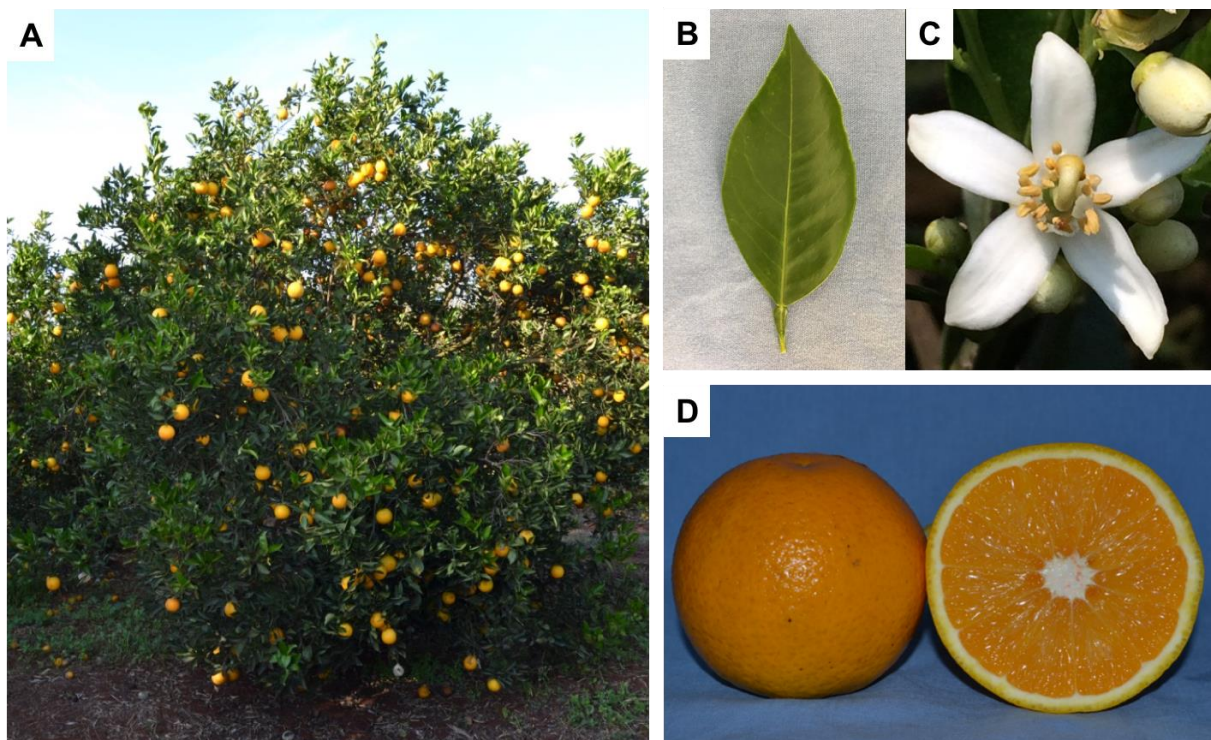
2.3 A LARANJEIRA 'SALUSTIANA'

A 'Salustiana' [*C. sinensis* (L.) Osb.] é uma laranjeira doce do grupo das brancas ou comuns, tendo origem a partir da mutação espontânea de gema da laranjeira 'Comuna', ocorrida em Valência, Espanha, em 1950. É cultivada no seu país de origem e também em países como Marrocos, África do Sul, Uruguai e Argentina, reconhecidos como importantes produtores de citros de mesa. É produtiva e apresenta frutos de qualidade, principalmente por render grande quantidade de suco (mais que 50% da fruta) e serem apirenas (sem sementes), garantindo assim aceitação no mercado internacional. Seus frutos apresentam valor comercial tanto para produção de suco como para consumo *in natura*, com época de maturação entre maio a agosto, sendo caracterizada como cultivar de meia-estação (TAZIMA; LEITE JÚNIOR, 2002; OLIVEIRA; NAKASU; SCIVITTARO, 2008; CASTLE; BALDWIN, 2011).

Sua planta é vigorosa, com copa de tamanho médio a grande e hábito de crescimento elipsoidal, com presença de espinhos na fase jovem. Suas folhas são elípticas, compridas e largas com bordas levemente dentadas, apresentando um pecíolo longo e cordiforme. As flores são completas, de cálice e corola compridos, com elevado número de estames e ausência de pólen, apresentando frequência anual de floração. Os frutos têm formato esférico, levemente achatados na base, de tamanho médio a grande e de maturação média,

com casca ligeiramente rugosa e espessa, de coloração laranja intenso (Figura 1) (RADMANN; OLIVEIRA, 2003). Pelo fato de não produzirem pólen viável, as plantas da laranjeira 'Salustiana' produzem frutos sem sementes, o que é uma característica desejável pelos consumidores (SANTOS et al., 2010). No entanto, segundo Oliveira et al. (2004), estes frutos podem produzir sementes quando polinizadas por pólen de outras cultivares, existindo uma tolerância em relação ao número de sementes por fruto no mercado internacional, sendo considerado como sem sementes, os lotes que apresentam média de até duas sementes por fruto.

Figura 1. Planta adulta (A), folha (B), flor (C) e fruto (D) de laranjeira 'Salustiana' enxertada sobre citrumeleiro 'Swingle', cultivada no Norte do Paraná.



Radmann e Oliveira (2003), caracterizando nove cultivares apirenas de citros de mesa, por meio de descritores morfológicos, relatam que a cultivar 'Salustiana' é facilmente diferenciada das laranjas do grupo Navel ('Navelina', 'Navelate' e 'Lane Late') pela ausência de umbigo, já que esta diferenciação não tem sido detectada com o uso de marcadores bioquímicos e moleculares para algumas cultivares de laranjeiras doce.

Através da caracterização físico-química de frutos cítricos produzidos em oito variedades apirênicas enxertadas sobre o citrumeleiro 'Swingle',

introduzidas na Zona da Mata Mineira em Viçosa - MG, pôde-se observar que a laranjeira 'Salustiana' apresenta melhor rendimento de suco e ausência total de granulação, com maiores teores de sólidos solúveis e acidez titulável (SANTOS et al., 2010).

Caputo et al. (2012), selecionando cultivares de laranjeira doce por meio de índices de desempenho baseados em caracteres fenotípicos, constataram superioridade para 'Valência 2' e 'Salustiana' enxertadas sobre a tangerineira 'Sunki', cujos valores de índice de desempenho registrados foram três e dez vezes mais elevados que os da 'Hamlin', respectivamente. Esses autores notificam ainda, que essas cultivares apresentam maior aptidão para o mercado de frutas *in natura*, devido ao seu melhor desempenho na região de estudo.

2.4 PORTA-ENXERTOS

Para a produção comercial de porta-enxertos cítricos, a propagação via semente se destaca, pois ela é capaz de manter as características genéticas de seus genitores por meio do embrião nucelar, somando a vantagem do vigor do sistema radicular da planta propagada via semente. Este embrião tem sua origem a partir do tecido nucelar do ovário, o qual possibilita a produção de plantas idênticas e livres de doenças, uma vez que não há formação de vasos condutores suficientes para a translocação de patógenos aos embriões (POMPEU JÚNIOR, 2005; NAKANO et al., 2013).

Isto permite que as mudas produzidas apresentem uniformidade quando em formação tanto no viveiro quanto no campo, refletindo assim na qualidade do pomar. No entanto, algumas espécies cítricas apresentam reduzido número de sementes e baixa taxa de poliembrionia, dificultando a produção e uniformização dos porta-enxertos e mudas via propagação sexuada, pela alta variabilidade genética proveniente do embrião sexual.

Santos et al. (2015) relatam que o elevado número de sementes por fruto apresenta-se como atributo de interesse comercial na formação de porta-enxerto, pois ele é diretamente proporcional à multiplicação de mudas em viveiros, sendo o número de sementes determinado por fatores genéticos e ambientais. Para estes autores, os porta-enxertos que apresentaram maior número de sementes viáveis por fruto em seu estudo foram o limoeiro 'Volkameriano' e três seleções do

limoeiro 'Rugoso', variando de 25 a 30. As duas seleções do limoeiro 'Cravo' e a tangerineira 'Cleópatra' proporcionaram valores medianos, variando de 12 a 16. Já as tangerineiras 'Sunki da Flórida' e 'Sunki Comum' apresentaram baixo número, com média de duas e cinco sementes por fruto, respectivamente.

Com relação às espécies poliembriônicas, Santos et al. (2015) observaram altas taxas de poliembriõnia para as tangerineiras 'Dancy', 'Cleópatra', duas seleções da tangerineira 'Sunki' e para três seleções do limoeiro 'Rugoso' diferenciando dos genótipos classificados como monoembriônicos, sendo eles a tangerineira 'Sunki da Flórida' e limoeiro 'Cravo Santa Cruz'. Dessa maneira, quanto maior a taxa de poliembriõnia, maiores são as chances de se obter plantas de origem nucelar, ou seja, clones da planta-matriz, requeridos pelo sistema de produção comercial de porta-enxertos cítricos (DUARTE et al., 2013).

Apesar de apresentar baixa taxa de poliembriõnia, o limoeiro 'Cravo' é ainda o porta-enxerto mais utilizado na produção de mudas no Brasil e no Paraná, para as diversas variedades copa (MOREIRA; RAMOS; CRUZ, 2010; BACAR et al., 2017). Essa situação acaba não atendendo a certas características específicas de cada variedade e, conseqüentemente, impede que a planta manifeste todo seu potencial produtivo no campo. Além disso, o uso de um único porta-enxerto pode oferecer riscos para a sanidade dos pomares, uma vez que o limoeiro 'Cravo' se tem mostrado suscetível à gomose, ao declínio e à morte súbita dos citros (POMPEU JÚNIOR; LARANJEIRA; BLUMER, 2002; MOREIRA; RAMOS; CRUZ, 2010). Dessa maneira, a introdução de novas alternativas de porta-enxertos faz-se necessário para a diversificação dos pomares, enfocando principalmente para aquelas espécies que proporcionem boas características agronômicas à variedade copa.

2.5 VARIEDADES PORTA-ENXERTOS

2.5.1 Limoeiro 'Cravo'

O limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osb.), também conhecido como limoeiro 'Rosa', é caracterizado por ser rústico, precoce, induzir alta produção de frutos de regular qualidade, apresentar compatibilidade com diversas copas, tolerância ao estresse hídrico, adaptação a diversos tipos de solos e tolerância à tristeza dos citros (CTV) (LEITE JÚNIOR, 1992). Seus frutos possuem em média 15

sementes, com maturação de maio a agosto, nas condições edafoclimáticas do Rio Grande do Sul (SCHÄFER; BASTIANEL; DORNELLS, 2001a; SANTOS et al., 2015). Outro fator importante é o grande vigor deste porta-enxerto no viveiro, antes e depois da enxertia, proporcionando uniformidade e bom pegamento às mudas, características estas que ressalvam sua importância na citricultura Brasileira.

Stenzel et al. (2005a) avaliando o desenvolvimento vegetativo, a produção e a qualidade dos frutos da laranjeira 'Folha Murcha' sobre seis diferentes porta-enxertos no Norte do Paraná, observaram maior produção acumulada para plantas sobre o limoeiro 'Cravo', assim como para a laranjeira 'Caipira'. A concentração de sólidos solúveis totais dos frutos da laranjeira 'Folha Murcha' também foi influenciada pelos diferentes porta-enxertos, na qual os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' se destacaram por proporcionar maiores teores. Esses autores complementam ainda, que o limoeiro 'Cravo' em comparação aos outros porta-enxertos proporciona às plantas de 'Folha Murcha' um volume de copa intermediário, baixa relação entre os diâmetros dos troncos abaixo e acima da enxertia, e maior índice tecnológico (produção de sólidos solúveis por caixa de frutos).

No entanto, Pompeu Júnior, Salva e Blumer (2004) observaram uma redução da participação do limoeiro 'Cravo' na produção de mudas formadas no estado de São Paulo em 2004, que voltou a diversificar os porta-enxertos cítricos devido à susceptibilidade do limoeiro 'Cravo' ao declínio e à morte súbita dos citros (MSC), passando de mais de 82% das mudas formadas no período de 1999 a 2002, para 43% no biênio de 2002 a 2004.

2.5.2 Citrumeleiro 'Swingle'

O citrumeleiro 'Swingle' [*C. paradisi* Macf. cv. Duncan x *P. trifoliata* (L.) Raf.] têm apresentado bom comportamento como porta-enxerto para diversos grupos de citros (LEITE JÚNIOR, 1992). É um dos porta-enxertos mais utilizados no mundo, e no Brasil tem tido um aumento significativo pela diversificação dos porta-enxertos nos pomares cítricos, participando de 25,2% do total de mudas de laranjeiras formadas no estado de São Paulo no ano de 2003 (POMPEU JÚNIOR; SALVA; BLUMER, 2004). Estes autores ressalvam ainda, que as laranjeiras enxertadas sobre o citrumeleiro 'Swingle' apresentam a vantagem de iniciar a produção mais cedo e de ser mais tolerantes à seca, que às laranjeiras enxertadas

sobre a tangerineira 'Cleópatra'.

Este porta-enxerto apresenta resistência à gomose de *Phytophthora* e ao nematóide dos citros, com tolerância ao declínio e à morte súbita dos citros (MSC). As plantas enxertadas sobre ele desenvolvem-se bem em solos arenosos e argilosos, produzindo frutos de qualidade superior às que sobre o limoeiro 'Cravo' (POMPEU JÚNIOR, 2005). No entanto, apresenta incompatibilidade com a laranjeira 'Pêra', além da incompatibilidade com os limoeiros 'Siciliano' e 'Eureka', com a tangerineira 'Murcott' e a laranjeira 'Roble'. Seu vigor no viveiro é médio e com boa produção de frutos e sementes quando adulto, apresentando em média 15 sementes por fruto e maturação variando de março a julho no Rio Grande do Sul (SCHÄFER; BASTIANEL; DORNELLS, 2001a). Schäfer et al (2001b), avaliando o comportamento inicial da tangerineira 'Montenegrina' enxertada sobre o citrangeiro 'Troyer', citrumeleiro 'Swingle', e *Poncirus trifoliata*, constataram maior produção e eficiência produtiva para o citrumeleiro 'Swingle' cultivada na Depressão Central do Rio Grande do Sul.

2.5.3 Tangerineira 'Cleópatra'

A tangerineira 'Cleópatra' (*C. reshni* Hort. ex Tanaka) apresenta tolerância à tristeza, exocorte, xiloporose, declínio e morte súbita dos citros, assim como ao frio e a solos calcários, porém possui suscetibilidade à nematóides. As cultivares enxertadas sobre ela iniciam a produção de frutos mais tarde do que as enxertadas em limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle'. A tangerineira 'Cleópatra' induz maturação dos frutos mais tardia, com ótima qualidade de suco, mas com menor tamanho dos frutos, em comparação à outros porta-enxertos. O sistema radicular é bem desenvolvido e profundo, porém apresenta susceptibilidade à seca. Quando plantada em solos argilosos, induz a produção de frutos com qualidade próxima ou superior à obtida sobre o limoeiro 'Cravo' (POMPEU JÚNIOR, 2005). Este porta-enxerto apresenta em média 14 sementes por fruto, com maturação de agosto a setembro nas condições do Rio Grande do Sul (SCHÄFER; BASTIANEL; DORNELLS, 2001a; SANTOS et al., 2010).

A tangerineira 'Cleópatra' foi o terceiro porta-enxerto mais utilizado na produção de mudas de laranjeiras no estado de São Paulo no período de 1999 a 2004, com um total de aproximadamente 9% (POMPEU JÚNIOR; SALVA; BLUMER,

2004). Dada à importância, Auler, Fiori-Tutida e Tazima (2008) estudando o comportamento da laranjeira 'Valência' sobre seis diferentes porta-enxertos no Noroeste do Paraná destacam que a tangerineira 'Cleópatra' induz maior produção de frutos por planta, porém com menor eficiência produtiva devido ao seu maior volume de copa.

2.5.4 Tangerineira 'Sunki'

Outra tangerineira de interesse comercial como porta-enxerto é a 'Sunki' (*C. sunki* Hort. ex Tanaka), pois apresenta diversas características desejáveis, como indução de alta produtividade, boa qualidade de suco e elevado teor de sólidos solúveis. Quando plantada em solos argilosos, induz aos frutos teor de sólidos solúveis semelhante ou superior aos obtidos de frutos provenientes do limoeiro 'Cravo' ou da tangerineira 'Cleópatra' (SCHINOR et al., 2011).

Auler, Fiori-Tutida e Tazima (2008) relatam que a tangerineira 'Sunki' induz maior produção e volume de copa para a laranjeira 'Valência', com eficiência de produção e qualidade de fruto equivalentes ao limoeiro 'Cravo'. No entanto, para produção de porta-enxertos, a tangerineira 'Sunki' possui pequeno número de sementes por fruto, em média três, com maturação de julho a agosto e início de produção tardio no Rio Grande do Sul, assim como a 'Cleópatra' (SCHÄFER, BASTIANEL; DORNELLS, 2001a).

2.5.5 Citrangeiro 'C-13'

O citrangeiro 'C-13' [*C. sinensis* (L.) Osb. × *P. trifoliata* (L.) Raf.] também têm demonstrado algumas características desejáveis como porta-enxerto, apresentando tolerância à tristeza e xiloporose, com moderada resistência à gomose causada por *Phytophthora* ssp. Ele também induz alta produtividade à cultivar copa, proporcionando frutos de boa qualidade e suas plantas apresentam resistência à geadas. No entanto, é susceptível à exocorte e ao declínio, além de possuir baixa resistência à seca (LEITE JÚNIOR, 1992).

Esta tendência de indução de alta produtividade à cultivar copa foi verificada por Stenzel e Neves (2004), avaliando, durante 12 anos, o comportamento da limeira ácida 'Tahiti' sobre diferentes porta-enxerto na região Norte do Paraná.

Estes autores obtiveram maiores produções acumuladas nas plantas enxertadas sobre o citrangeiro 'C-13' e sobre o limoeiro 'Cravo', diferindo do 'Trifoliata' e das tangerineiras 'Sunki' e 'Cleópatra'.

Guerra et al. (2012) notificam ainda que o citrangeiro 'C-13' possui grande potencial como planta fornecedora de sementes para porta-enxertos, devido à boa produção de sementes por fruto, em média de 19 sementes com período de maturação entre abril e junho nas condições do Rio Grande do Sul. Possui também grande número de embriões por semente e alta taxa de poliembrião, sendo, portanto, recomendado para a diversificação dos pomares de citros.

2.6 INTERAÇÃO COPA/PORTA-ENXERTO

Na produção comercial de citros, as plantas são compostas por duas espécies, sendo elas o porta-enxerto e a copa, as quais interagem entre si influenciando-se mutuamente no desenvolvimento e desempenho da planta. O porta-enxerto é responsável basicamente pelo desenvolvimento radicular, sustentação da planta, e absorção de água e nutrientes, já a copa tem o papel de assimilar todos estes produtos através dos mecanismos químicos para a manutenção e o desenvolvimento da planta. A partir desta técnica agrônômica, os porta-enxertos possibilitaram o cultivo de diversas variedades cítricas em diferentes áreas e circunstâncias, antes não recomendadas (CASTLE, 2010).

Historicamente, duas importantes doenças foram responsáveis por estimular o interesse no uso e no estudo de porta-enxertos, modificando assim o setor citrícola. A primeira delas foi a *Phytophthora* spp. que infestou diversos pomares cítricos, principalmente àqueles formados com laranjeira doce pé-franco, no início do século XX. A segunda, foi o vírus da tristeza dos citros (Citrus Tristeza Virus - CTV) que na década de 1940 devastou os pomares de laranjeira doce, devido à alta susceptibilidade da laranjeira azeda ao vírus, o porta-enxerto mais utilizado na época nas principais áreas produtoras de citros (CASTLE, 2010).

Esta associação, porta-enxerto e copa, pode afetar diversas características hortícolas da planta, possibilitando também a resistência ou tolerância aos estresses bióticos e abióticos. Nesse sentido, o porta-enxerto promove uma redução na juvenilidade e vigor de planta quando comparado com as de pé-franco, influenciando em diversas características que contribuem para seu

melhor desempenho. Dentre estas características, destacam-se o rendimento da produção, a precocidade, a qualidade e tamanho do fruto, o rendimento e qualidade de suco, o vigor da planta, a compatibilidade copa/porta-enxerto, a facilidade na propagação, assim como, a tolerância a pragas, doenças, salinidade do solo, pH do solo e seca (DONADIO et al, 1993; STENZEL et al., 2005b; POMPEU JÚNIOR, 2005; CASTLE, 2010).

Neste sentido, é importante que o porta-enxerto utilizado seja adaptado às condições da região, possibilitando assim o desenvolvimento adequado da combinação copa/porta-enxerto. Com relação às influências da copa sobre o porta-enxerto, elas ocorrem no desenvolvimento do sistema radicular, na resistência ao frio, à seca e à doenças e pragas sendo, portanto, menos visíveis, mas igualmente importantes (POMPEU JÚNIOR, 2005).

De acordo com Castle (2010), o melhoramento genético atualmente enfatiza diversas características agrônômicas dos citros, enfocando principalmente nas características que estão associadas à redução do porte dos porta-enxertos. Esta redução do porte das plantas pode garantir aumento na densidade dos pomares, fator importante pela limitação de sua vida útil condicionada por problemas fitossanitários, como o *huanglongbing* (HLB ou ex. *greening*), permitindo assim que o pomar cítrico produza o máximo em um curto período de tempo (STUCHI; GIRARDI, 2011; STUCHI et al., 2012).

Em algumas regiões do Nordeste do Brasil, a salinidade do solo apresenta-se como uma barreira para o desenvolvimento de diversas culturas, podendo limitar seu crescimento. Neste sentido, nessas regiões são necessários estudos para selecionar porta-enxertos com certo grau de tolerância à salinidade. Brito et al. (2014), avaliando a sensibilidade de diferentes porta-enxertos cítricos à salinidade da água de irrigação, observaram que o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e o híbrido 'Trifoliata-069' tiveram melhor desempenho com o aumento da salinidade da água, fato que permitiu inferir que estes genótipos apresentam potencial de crescimento sob estresse salino, assim como o limoeiro 'Volkameriano' (FERNANDES et al., 2011). Brito et al. (2014) relatam, ainda, que o híbrido 'Trifoliata-069', além de apresentar tolerância ao estresse salino, apresenta menor crescimento, qualificando-o como porta-enxerto potencial para o emprego de maiores densidades de plantio.

Outro problema presente na agricultura é o déficit hídrico, que pode

causar impactos significativos no crescimento e desenvolvimento de diversas culturas. Desta forma, estudos referentes às relações hídricas e às interações causadas pelo déficit hídrico nos processos fisiológicos da planta são importantes. Brito et al. (2012) analisando o comportamento fisiológico e a produção de fitomassa seca de combinações de copa e porta-enxertos de citros sob estresse hídrico, observaram que o pomeleiro 'Star Ruby' sobre o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' apresentou-se como uma alternativa para a região do semiárido brasileiro pelo seu melhor comportamento fisiológico associado à maior eficiência no uso da água. Suassuna et al. (2012) observaram maior capacidade de adaptação ao déficit hídrico do porta-enxerto híbrido 'TSKFL x CTTR-017', promissor para uso em áreas sujeitas às condições de seca.

Além destes fatores, o porta-enxerto pode também interferir de diversas formas na planta. Zekri (2000), estudando diferentes porta-enxertos para a laranjeira 'Valência', observou maior eficiência do citrumeleiro 'Swingle', o qual apresentou superioridade em relação à precocidade de produção, eficiência produtiva e qualidade de fruto quando comparado à tangerineira 'Cleópatra' e aos limoeiros 'Milam' e 'Volkameriano'.

2.7 QUALIDADE DOS FRUTOS

O porta-enxerto pode influenciar de diversas formas a qualidade dos frutos. De acordo com Castle (1995), os efeitos podem ser observados nos diferentes parâmetros de qualidade tais como rendimento de suco, coloração da polpa, concentrações de sólidos solúveis e acidez do suco, assim como seu *ratio*, parâmetros estes que definem a qualidade interna dos frutos e que são facilmente mensurados durante a maturação. O autor relata, ainda, que os frutos destinados ao consumo *in natura* devem atender aos padrões de qualidade exigidos pelo mercado. Salaria também, que os atributos físicos dos frutos tais como formato, tamanho, firmeza, coloração e aparência, que estão diretamente relacionados com os porta-enxerto, tornam-se elementos decisivos no momento da compra.

Castle et al. (1993) relatam que as variedades copa sobre a laranjeira 'Azeda' produzem frutos de qualidade superior quando comparados a outros porta-enxertos, com alta concentração de sólidos solúveis, adequado tamanho de fruto e casca de fina espessura, além de aroma agradável. No entanto,

Yeşiloğlu et al. (2014) avaliando diferentes porta-enxertos para o pomeleiro 'Henderson' observaram maiores valores de sólidos solúveis nas plantas enxertadas sobre o citrangeiro 'Troyer' em relação a outros porta-enxertos, estando entre eles a laranjeira 'Azeda', o citrangeiro 'Carrizo', o citrumeleiro 'Swingle' e o limoeiro 'Volkameriano'.

O citrumeleiro 'Swingle' mostrou-se promissor para a laranjeira 'Valência', apresentando superioridade em relação à qualidade físico-química dos frutos comparado à tangerineira 'Cleópatra' e aos limoeiros 'Milam' e 'Volkameriano' (ZEKRI, 2000). Já frutos provenientes de variedades copa sobre o limoeiro 'Rugoso' geralmente apresentam tamanho maior, baixa concentração de sólidos solúveis e ácidos, e após a maturação não apresentam retenção adequada na planta, quando comparados aos frutos provenientes de plantas sobre outros porta-enxertos (CASTLE et al., 1993).

O híbrido entre a tangerineira 'Changsha' e a seleção 'Trifoliata 50-7' também foi avaliado como porta-enxerto para laranjeira 'Valência' em plantios adensados da Flórida. Este híbrido apresentou melhor produção, tamanho de copa e qualidade de frutos quando comparado a outros porta-enxertos, sendo uma boa alternativa ao trifoliata 'Flying Dragon' em cultivos adensados (GROSSER et al., 2011).

3 ARTIGO A

DESEMPENHO DE LARANJEIRA ‘SALUSTIANA’ SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS EM CONDIÇÕES SUBTROPICAIS

3.1 RESUMO

Investimentos em pesquisas e tecnologias no segmento da citricultura tem proporcionado aumento significativo na produção de laranja no estado do Paraná, Brasil. Entretanto, a diversificação dos pomares, com variedades de copa e porta-enxerto, é necessária para evitar problemas fitossanitários e ampliar o período de oferta de frutos durante o ano. Dessa maneira, o presente estudo teve por objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo, a qualidade físico-química dos frutos e o comportamento produtivo da laranjeira doce ‘Salustiana’ [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] enxertada sobre cinco porta-enxertos durante dez safras, na região Norte do Paraná. O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, PR, no período de 2005 a 2017. Os porta-enxertos utilizados foram: limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osb.); tangerineiras ‘Cleópatra’ (*C. reshni* Hort. ex Tanaka) e ‘Sunki’ (*C. sunki* Hort. ex Tanaka); citrumeleiro ‘Swingle’ [*C. paradisi* Macf. cv. Duncan × *P. trifoliata* (L.) Raf.] e citrangeiro ‘C-13’ [*C. sinensis* (L.) Osb. × *P. trifoliata* (L.) Raf.]. Foram analisadas variáveis biométricas das plantas, qualidade físico-química dos frutos, produção, eficiência produtiva e estimada a produtividade com base no número teórico de plantas por hectare segundo o desenvolvimento vegetativo das plantas de laranjeira ‘Salustiana’. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com cinco tratamentos e seis repetições. O menor desenvolvimento vegetativo da laranjeira ‘Salustiana’ foi induzido pelo limoeiro ‘Cravo’. Os frutos de todos os tratamentos analisados apresentaram boas qualidades físico-químicas, atendendo as recomendações do mercado de frutas frescas e indústria de suco. O citrangeiro ‘C-13’ e o citrumeleiro ‘Swingle’ conferiram à laranjeira ‘Salustiana’ produções superiores aos demais porta-enxertos, assim como maiores índices teóricos de produtividade.

Palavras-chave: *Citrus* ssp.; desenvolvimento vegetativo; qualidade físico-química; produção de frutos.

PERFORMANCE OF ‘SALUSTIANA’ ORANGE TREE ON DIFFERENT ROOTSTOCKS UNDER SUBTROPICAL CONDITIONS

3.2 ABSTRACT

Investments in research and technology in the citrus industry, have provided a significant increase on orange production in the Paraná state, Brazil. However, the orchards diversification, canopy and rootstock variation is necessary to prevent phytosanitary problems and to increase the period of fruit supplying along the year.

Thus, the present study aimed to evaluate the vegetative growth, the physico-chemical quality of the fruits, and the productive performance of 'Salustiana' orange tree [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] grafted on five rootstocks during ten crop seasons, in the Northern region of Paraná. The experiment was conducted at the Experimental Station of the Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, PR, from 2005 to 2017. The rootstocks included in the study were: 'Rangpur' lime (*C. limonia* Osb.); 'Cleópatra' (*C. reshni* Hort. ex Tanaka) and 'Sunki' (*C. sunki* Hort. ex Tanaka) mandarins; 'Swingle' citrumelo [*C. paradisi* Macf. cv. Duncan × *P. trifoliata* (L.) Raf.] and 'C-13' citrange [*C. sinensis* (L.) Osb. × *P. trifoliata* (L.) Raf.]. The biometric variables were evaluated, as well as physical-chemical quality of the fruits, production and productive efficiency. Estimated productivity was determined, based on the theoretical number of plants per hectare according to the vegetative growth of the 'Salustiana' orange trees. The experimental design was randomized blocks, with five treatments and six replicates. The smaller vegetative growth of the 'Salustiana' orange tree was induced by 'Rangpur' lime. The fruits of all treatments analyzed presented adequate physico-chemical qualities, meeting the requirements of the fresh fruit market and juice industry. The 'C-13' citrange and 'Swingle' citrumelo provided to 'Salustiana' orange tree higher yields than the other rootstocks, as well as, higher theoretical productivity indexes.

Key-words: *Citrus* ssp.; vegetative growth; physical-chemical quality; fruit production.

3.3 INTRODUÇÃO

O Brasil lidera a produção mundial de laranja e suco concentrado congelado, principal produto resultante do complexo agroindustrial da citricultura. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2018), o país teve participação de 25% na produção mundial de laranja no período de 2006 a 2016, com produção média anual de 18 milhões de toneladas. No entanto, o volume destinado à produção de suco é substancialmente superior ao volume destinado para o mercado interno de laranja de mesa, especialmente em relação às cultivares sem sementes.

Na produção nacional, o estado do Paraná é o quarto maior produtor de laranja, com produção concentrada nas regiões Norte e Noroeste. Na última década, a adesão por tecnologias e investimentos proporcionaram aumento significativo na produção, que foi de aproximadamente 285% na safra de 2015 em relação à de 2004 (IBGE, 2017).

Apesar de atualmente consolidada, a produção de laranjas esteve proibida no estado até a década de 1980 devido à ocorrência da doença cancro

cítrico, causada pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (IAPAR, 1992). Para contornar o problema, foram conduzidos trabalhos de pesquisa que resultaram no Programa de Manejo Integrado da doença (LEITE JÚNIOR; MOHAN, 1990), que incluem, entre outras medidas, o plantio apenas de cultivares menos suscetíveis ao patógeno.

Dessa forma, o Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR tem introduzido diversos materiais no seu Banco Ativo de Germoplasma de Citros (BAG Citros) para dar suporte ao estabelecimento e crescimento da atividade citrícola. Atualmente para o cultivo no estado, o IAPAR tem indicado as cultivares de laranjeira doce [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] 'Pêra', 'IAPAR 73', 'Folha Murcha', 'Valência', 'Navelina', 'Shamouti', 'Salustiana', 'Cadenera', 'Jaffa', entre outras (LEITE JÚNIOR, 1992; TAZIMA; LEITE JÚNIOR, 2000; TAZIMA; LEITE JÚNIOR, 2002). No entanto, os pomares de laranja do estado são constituídos basicamente pela 'Pêra', 'Folha Murcha', 'Valência' e 'IAPAR 73', enxertadas principalmente sobre limoeiro 'Cravo' (AULER et al., 2014).

Diante deste contexto, é importante realizar a diversificação de cultivares de copa e porta-enxertos, pois este procedimento possibilita estratificar melhor a colheita de laranja ao longo do ano, evitando a concentração de oferta em alguns meses e permitindo ao citricultor comercializar sua produção em épocas de preços mais elevados (NEVES et al., 2010). Dessa maneira, a laranjeira 'Salustiana' [*C. sinensis* (L.) Osb.] apresenta-se como uma alternativa, pois é uma cultivar produtiva de meia-estação que apresenta frutos sem sementes de excelentes qualidades, com reconhecido valor comercial tanto para produção de suco como para o consumo *in natura* (OLIVEIRA; NAKASU; SCIVITTARO, 2008; CASTLE; BALDWIN, 2011).

No entanto, os experimentos que levaram à recomendação do plantio da 'Salustiana' no Paraná se basearam apenas no limoeiro 'Cravo', o que leva à necessidade de estudos para determinar o desempenho dessa copa sobre também outros porta-enxertos. Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar o desenvolvimento vegetativo em 2010 e 2017, a qualidade físico-química dos frutos e o comportamento produtivo durante dez safras da laranjeira doce 'Salustiana' enxertada sobre cinco porta-enxertos, na região Norte do estado do Paraná.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Caracterização do Pomar

O experimento foi implantado em dezembro de 2005 na Estação Experimental de Londrina do Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR (23°21'34" S; 51°09'53" W; 585 m de altitude), em Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa (USDA, 1999). O clima é do tipo Cfa - subtropical úmido, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média máxima e mínima anual de 27,3 °C e 16,1 °C, respectivamente. A precipitação média anual é de 1.626 mm e a umidade relativa média é de 70,5% (IAPAR, 2018).

3.4.2 Material Vegetal e Manejos

As mudas dos porta-enxertos foram obtidas a partir de sementes provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de Citros (BAG Citros) do IAPAR, Londrina, Paraná, bem como as borbulhas para a enxertia da copa de laranjeira doce ‘Salustiana’. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos (cinco porta-enxertos), seis repetições e duas plantas úteis por parcela. O espaçamento utilizado foi de 7,0 m x 4,0 m, totalizando 357 plantas por hectare. Os cinco porta-enxertos utilizados foram: o limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osb.); as tangerineiras ‘Cleópatra’ (*C. reshni* Hort. ex Tanaka) e ‘Sunki’ (*C. sunki* Hort. ex Tanaka); o citrumeleiro ‘Swingle’ [*C. paradisi* Macf. cv. Duncan x *P. trifoliata* (L.) Raf.] e o citrangeiro ‘C-13’ [*C. sinensis* (L.) Osb. x *P. trifoliata* (L.) Raf.].

Os tratos culturais utilizados foram baseados nas recomendações técnicas para a região Norte do Paraná (IAPAR, 1992), com pulverizações preventivas à base de produtos cúpricos para controle de cancro cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*) e, conforme a necessidade, aplicações de inseticidas e fungicidas para controle de pragas e outras doenças. As adubações de formação e produção das laranjeiras foram realizadas conforme a análise de solo. Para controle de plantas daninhas, empregou-se pulverização de herbicidas químicos registrados para a cultura nas linhas de plantio e roçadeira nas entrelinhas do pomar. Não foram utilizados sistemas de irrigação e práticas de poda ou raleio de frutos.

3.4.3 Desenvolvimento Vegetativo

As avaliações biométricas foram realizadas em 2010 e 2017, logo após a colheita dos frutos, sendo avaliados os parâmetros relativos ao crescimento vegetativo das plantas como altura (m) e diâmetro da copa (m), utilizados para o cálculo do volume de copa (m^3) de acordo com a equação proposta por Mendel (1956): $V = 2/3 \cdot \pi R^2 H$; em que V, é o volume da copa; R, o raio da copa; H, a altura da planta.

A altura das plantas foi determinada com o auxílio de régua graduada, tomando como base a distância entre o solo e a parte superior da planta. Para determinação do diâmetro da copa da planta, foram mensuradas as distâncias nos sentidos paralelo e perpendicular à linha de plantio na porção mediana das plantas, com o uso de escala graduada, calculando-se ao final a média entre as duas distâncias.

A circunferência do tronco foi determinada a 10 cm acima e a 10 cm abaixo da linha de enxertia, utilizando fita métrica. Com base nestes valores, foi calculado o diâmetro do tronco e a relação entre os diâmetros acima e abaixo da linha de enxertia.

3.4.4 Qualidade dos Frutos

As análises físico-químicas dos frutos foram realizadas em Laboratório no IAPAR, Londrina, PR. Para tanto, foram utilizadas amostras compostas de 10 frutos por parcela, coletados ao acaso na altura de 1,0 a 2,0 m da planta nos meses de maio a julho para o período de 2008 a 2017. Os resultados de todas as variáveis de qualidade de fruto foram compostos por suas médias neste período, exceto para a coloração da casca dos frutos, realizada apenas para a safra de 2017. As variáveis analisadas foram:

3.4.4.1 Variáveis físicas

O tamanho do fruto foi caracterizado de acordo com o diâmetro longitudinal (distância entre o pedúnculo e o ápice do fruto) e o diâmetro equatorial dos frutos (distância transversal ao diâmetro longitudinal), com auxílio de paquímetro

digital Mitutoyo Absolute-Coolant Proof[®], modelo ABS. Com base nos dados do tamanho dos frutos, calculou-se a relação entre o diâmetro longitudinal e o diâmetro equatorial. Os dados foram expressos em milímetros (mm) e classificados conforme as normas estabelecidas para citros, no Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura do Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (CEAGESP, 2011).

Para a massa dos frutos foram realizadas pesagens das amostras em balança digital Filizola[®], com capacidade de 15 kg e sensibilidade de 5 g. Na sequência, procedeu-se a extração do suco utilizando extratora Croydon[®], modelo ES4EA-B60000. O rendimento de suco (RS) foi determinado pela relação entre a MS = massa de suco (g) e a MF = massa do fruto (g): $RS = (MS/MF) \times 100$, sendo o resultado expresso em porcentagem.

A tonalidade do flavedo dos frutos foi obtida por meio do ângulo Hue (h°) de cada amostra, utilizando valores médios para vermelho-verde (a^*) e amarelo-azul (b^*) aferido em colorímetro digital Minolta[®], modelo CR-400, tomando como base três pontos de leitura na porção equatorial de cada fruto. O ângulo Hue foi determinado utilizando a fórmula: $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$, onde 0° indica coloração vermelha, 90° amarelo, 180° verde e 270° azul (McGUIRE, 1992).

3.4.4.2 Variáveis químicas

O teor de sólidos solúveis totais (SS) foi determinado pela leitura direta em refratômetro digital Atago[®], modelo PAL-3 (0-93) com o resultado expresso em $^\circ$ Brix. A acidez titulável (AT) foi determinada por titulação de 25 mL de suco com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N para solução indicadora de fenolftaleína em titulador digital Tritoline Easy[®], com resultado expresso em porcentagem de ácido cítrico (AOAC, 1990). Para avaliação da maturação dos frutos, calculou-se a relação (*ratio*) entre o teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT).

Também foi calculado o índice tecnológico (IT), ou quantidade de sólidos solúveis (SS) do suco obtido em uma caixa-padrão industrial de citros (40,8 Kg), a partir da equação proposta por Di Giorgi et al. (1990): $IT = [\text{rendimento de suco (\%)} \times \text{sólidos solúveis (}^\circ\text{Brix)} \times 40,8 \text{ Kg (caixa-padrão industrial de citros)}] / 10.000$; com resultado expresso em quilogramas de sólidos solúveis totais

por caixa.

3.4.5 Produção de Frutos

A produção de frutos por planta foi determinada a cada safra para o período de 2008 a 2017, realizando-se a colheita e pesagem dos frutos com auxílio da balança digital Líder[®], modelo PR 30 e capacidade de 50 kg. A produção acumulada de frutos por planta foi determinada pela somatória das produções anuais. Para determinar a produção acumulada relativa da laranjeira 'Salustiana' utilizou-se como base a produção das plantas sobre o limoeiro 'Cravo' por ser o mais empregado na citricultura Brasileira, sendo a produção dessas plantas consideradas como 100%. A eficiência produtiva (EP) das plantas foi calculada para os anos de 2010 e 2017, a partir da relação entre a produção de frutos e o volume de copa: $EP = \text{produção de frutos (kg/planta)} / \text{volume de copa (m}^3\text{/planta)}$, sendo o resultado expresso em quilograma por metro cúbico de copa (Kg/m^3).

O número teórico de plantas por hectare foi calculado conforme as equações propostas por De Negri e Blasco (1991): $E_1 = (D \times 0,75)$ e $E_2 = (D + 2,5)$; em que E_1 = espaçamento teórico adequado entre plantas, E_2 = espaçamento teórico adequado entre linhas e D = diâmetro médio da copa para cada combinação copa/porta-enxerto. Os cálculos consideram uma sobreposição de 25% dos ramos das plantas na linha de plantio e distância livre de 2,5 m entre linhas, sendo suficiente para realizar as práticas culturais necessárias. Foi também estimada a produtividade com base no número teórico de plantas por hectare e na produção média obtida no período de 2012 a 2017, quando as plantas se encontravam com 7 anos de idade, e calculado o Índice tecnológico (IT) para novos plantios de acordo com a produtividade esperada, adaptada de Di Giorgi et al. (1990): $IT = [\text{rendimento de suco (\%)} \times \text{sólidos solúveis (}^\circ\text{Brix)} \times \text{Produtividade}] / 10.000$; com resultado expresso em quilogramas de sólidos solúveis por hectare (kg SS ha^{-1}).

3.4.6 Análise Estatística

Os dados relativos às variáveis estudadas foram testados quanto à adequação dos resíduos a distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade pelo teste de Bartlett, ambas com probabilidade a 0,05. Os cinco

tratamentos avaliados foram comparados entre si pela análise de variância (ANAVA) seguida do teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para os dados de desenvolvimento vegetativo, qualidade de frutos, produção e produtividade estimada da laranjeira ‘Salustiana’, todas processadas pelo software R versão 3.4.1 (<http://www.r-project.org>).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Desenvolvimento Vegetativo

Para ambos os anos avaliados, 2010 e 2017, os porta-enxertos influenciaram significativamente o crescimento vegetativo da laranjeira ‘Salustiana’. Em 2010 as plantas, que contavam com 5 anos de idade, apresentaram diferenças para altura, diâmetro e volume de copa, sendo que o citrangeiro ‘C-13’ proporcionou médias superiores, diferindo estatisticamente do limoeiro ‘Cravo’ (Tabela 1). Os demais porta-enxertos promoveram médias intermediárias para esses parâmetros biométricos (Tabela 1).

Tabela 1. Altura de planta, diâmetro e volume de copa da laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR, em 2010 e 2017.

Porta-enxerto	Altura de Planta (m)		Diâmetro de Copa (m)		Volume de Copa (m ³)	
	2010	2017	2010	2017	2010	2017
Limoeiro ‘Cravo’	2,7 b*	3,0 c	2,6 b	3,9 b	9,8 b	24,2 b
Tangerineira ‘Cleópatra’	2,9 ab	3,7 ab	2,8 ab	4,9 a	11,9 ab	46,7 a
Tangerineira ‘Sunki’	2,9 ab	3,8 ab	2,9 ab	5,2 a	13,4 ab	54,1 a
Citrameleiro ‘Swingle’	2,8 ab	3,6 b	2,9 ab	4,8 a	12,0 ab	43,9 a
Citrangero ‘C-13’	3,0 a	3,9 a	3,0 a	5,1 a	13,9 a	53,6 a
CV (%)	4,57	3,72	6,77	6,07	16,84	15,35

*Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Assim como 2010, em 2017, o citrangeiro ‘C-13’ induziu maior altura de planta, diferindo significativamente do citrameleiro ‘Swingle’ e do limoeiro ‘Cravo’ e apresentando médias similares às tangerineiras ‘Cleópatra’ e ‘Sunki’ (Tabela 1). Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Auler, Fiori-Tutida e Tazima (2008) e Castle, Baldwin e Muraro (2010), que observaram menor altura de plantas para a laranjeira ‘Valência’ enxertada sobre o limoeiro ‘Cravo’ e citrameleiro

‘Swingle’ cultivadas no Noroeste do Paraná e no Sudeste da Flórida, respectivamente.

Entretanto, Tazima et al. (2013, 2014) avaliando nove porta-enxertos para a tangerineira satsuma ‘Okitsu’ nas regiões Norte e Noroeste do Paraná, relataram menor porte para as plantas enxertadas sobre o citrangeiro ‘C-13’, diferenciando dos resultados aqui obtidos, o que evidencia a influência da copa na expressão das características do porta-enxerto. Isso demonstra que as diferentes combinações copa/porta-enxerto podem expressar resultados variáveis, evidenciando a necessidade de estudos nas diferentes regiões de interesse sobre as possíveis interações.

Em relação ao diâmetro e volume de copa, em 2017, todos os porta-enxertos avaliados alternativos ao limoeiro ‘Cravo’ proporcionaram médias significativamente superiores a ele para essas características (Tabela 1). Esses resultados corroboram os resultados de Tazima et al. (2013) que observaram maiores médias de diâmetro e volume de copa para as tangerineiras ‘Cleópatra’, ‘Sunki’, citrangeiro ‘C-13’ e citrumeleiro ‘Swingle’ diferindo estatisticamente do limoeiro ‘Cravo’. Isto também foi relatado por Stenzel et al. (2005a) e Auler, Fiori-Tutida e Tazima (2008), analisando o comportamento das laranjeiras ‘Folha Murcha’ e ‘Valência’ sobre seis porta-enxertos no Norte e Noroeste do Paraná, respectivamente, dentre eles o limoeiro ‘Cravo’ e as tangerineiras ‘Cleópatra’ e ‘Sunki’. Esses autores observaram que as tangerineiras conferiram também maiores diâmetros e volume de copa às plantas.

Para ambos os anos analisados, a combinação da laranjeira ‘Salustiana’ com o citrumeleiro ‘Swingle’ induziu maior valor para diâmetro do tronco abaixo da linha de enxertia, diferindo significativamente do limoeiro ‘Cravo’ que apresentou o menor valor (Tabela 2 e Figura 2). Em contrapartida, esses porta-enxertos promoveram menores diâmetros do tronco acima do ponto de enxertia e se diferenciaram do citrangeiro e das tangerineiras em estudo.

Tabela 2. Diâmetro do tronco abaixo e acima do ponto de enxertia, e relação do diâmetro do tronco abaixo/acima da linha de enxertia da laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR, em 2010 e 2017.

Porta-enxerto	Diâmetro do tronco (10 cm) ¹				Relação do diâmetro do tronco ²	
	Abaixo		Acima		2010	2017
	2010	2017	2010	2017		
Limoeiro ‘Cravo’	10,6 c*	16,0 b	9,1 cd	13,5 c	1,2 c	1,2 c
Tangerineira ‘Cleópatra’	12,4 b	23,2 a	10,3 a	18,0 a	1,2 c	1,3 c
Tangerineira ‘Sunki’	12,4 b	23,7 a	10,6 a	19,1 a	1,2 c	1,2 c
Citrameleiro ‘Swingle’	13,6 a	26,2 a	8,9 d	13,9 c	1,5 a	1,9 a
Citrangeiro ‘C-13’	13,2 ab	23,7 a	9,7 bc	15,8 b	1,4 b	1,6 b
CV (%)	6,10	8,64	6,07	5,34	3,52	4,91

*Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. ¹Diâmetro determinado com base na circunferência do tronco, 10 cm acima e abaixo da linha de enxertia. ²Relação estabelecida pelo diâmetro abaixo/acima da linha de enxertia.

Esta diferença pode ser observada também na relação entre os diâmetros, na qual o citrameleiro ‘Swingle’ apresentou uma relação significativamente superior aos demais porta-enxertos, ou seja, o diâmetro do tronco acima da linha de enxertia foi aproximadamente 50% inferior ao diâmetro do tronco abaixo da linha de enxertia para o ano de 2010, e em 2017 esta diferença foi mais evidente, de aproximadamente 90% (Tabela 2). O mesmo foi observado por Tazima et al. (2013) e Tazima et al. (2014), na qual o citrameleiro ‘Swingle’ conferiu maior relação entre os diâmetros do tronco às plantas da tangerineira, 1,5 e 1,6, respectivamente.

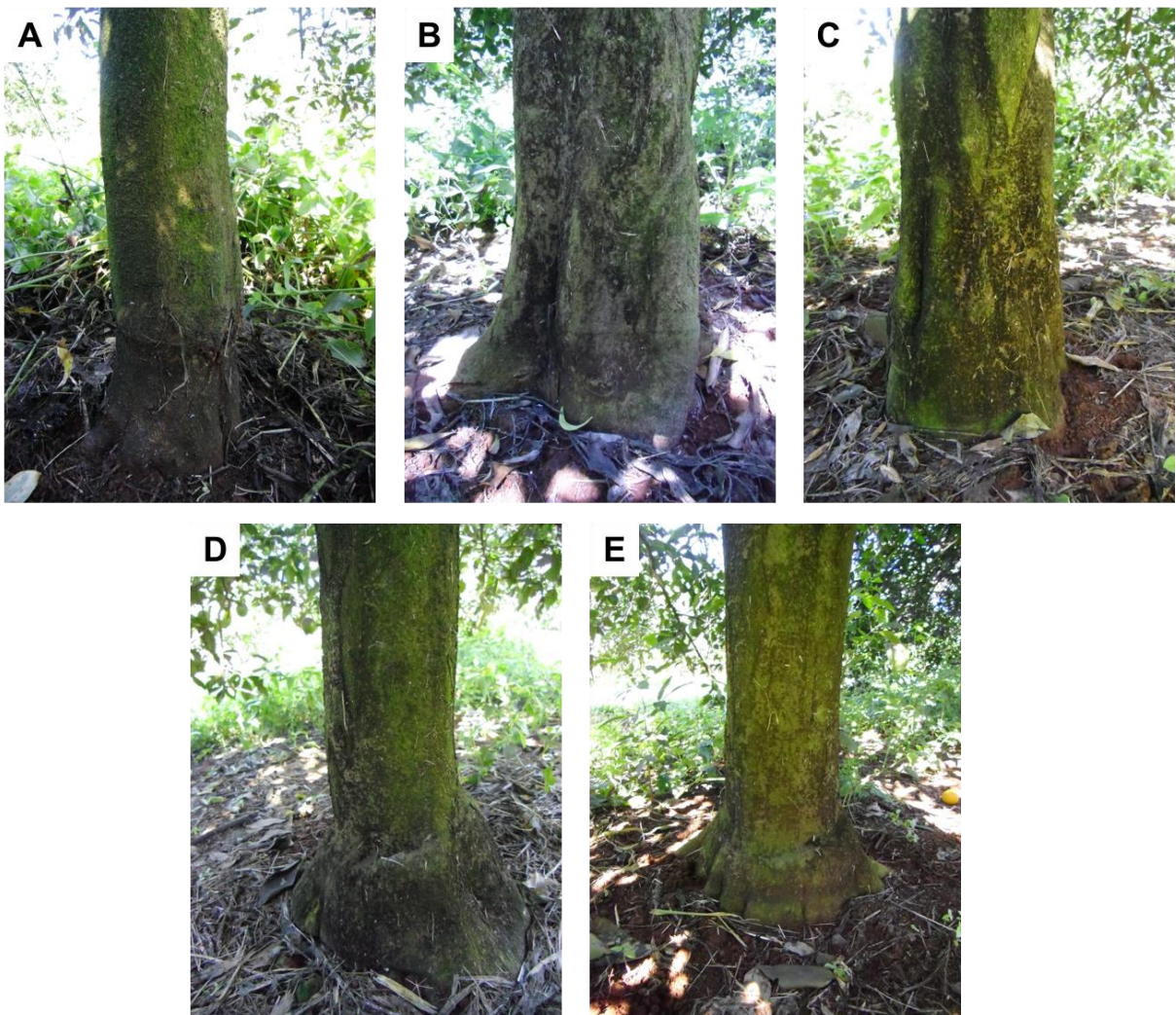
O citrangeiro ‘C-13’ também induziu elevada razão entre os diâmetros do tronco, 1,4 e 1,6 em 2010 e 2017, respectivamente, diferindo do limoeiro ‘Cravo’ e das tangerineiras ‘Cleópatra’ e ‘Sunki’ que apresentaram relações inferiores a esse, ocorrendo uma menor diferença entre os diâmetros do tronco. Essa diferença é resultante das interações entre a copa e o porta-enxerto (CASTLE et al., 1993), e pode refletir o grau de compatibilidade da combinação entre os dois genótipos ou apenas indicar uma variação entre o vigor de copa e porta-enxerto (BARBASSO; PIO; CARVALHO, 2005).

De acordo com Castle et al. (1988), o citrameleiro ‘Swingle’ caracteriza-se por apresentar alto vigor quando combinado com diversas variedades de copa, ocasionando um crescimento significativo de sua base próximo à linha de enxertia. Dessa maneira, quando a copa enxertada sobre ele não apresenta o

mesmo vigor e tem crescimento mais lento, o resultado é uma maior diferença entre os diâmetros do tronco.

Esta característica do vigor pode estar relacionada com espécie parental desses híbridos, pois ambos são resultantes do cruzamento com o *P. trifoliata*: o citrumeleiro 'Swingle' [*C. paradisi* Mac. x *P. trifoliata* Raf.] e o citrangeiro 'C-13' [*C. sinensis* (L.) Osb. x *P. trifoliata* Raf.]. Este efeito também foi obtido por Tazima et al. (2014), na qual observaram maiores diferenças entre os diâmetros do tronco para as combinações da copa com o citrumeleiro 'Swingle', o citrangeiro 'C-13' e seu parental, o 'Trifoliata'.

Figura 2. Diferenças no diâmetro do tronco abaixo e acima da linha de enxertia da laranjeira 'Salustiana' enxertadas sobre diferentes porta-enxertos: (A) limoeiro 'Cravo'; (B) tangerineira 'Cleópatra'; (C) tangerineira 'Sunki'; (D) citrumeleiro 'Swingle'; e (E) citrangeiro 'C-13'.



3.5.2 Qualidade dos Frutos

Para as características físicas dos frutos, o citrangeiro 'C-13' induziu maior massa média e maiores dimensões (longitudinal e equatorial), diferindo dos demais porta-enxertos em especial o limoeiro 'Cravo' que induziu a formação de frutos de menor calibre (Tabela 3).

Resultados semelhantes foram observados por Tazima et al. (2013), no qual o citrangeiro 'C-13' influenciou na formação de frutos de maior massa média para a tangerineira satsuma 'Okitsu', diferindo do limoeiro 'Cravo' que induziu frutos de menor massa. Stenzel et al. (2005a) também encontraram menor massa média para os frutos produzidos sobre o limoeiro 'Cravo', para a laranjeira 'Folha-Murcha' cultivada na mesma região.

A relação entre os diâmetros longitudinal e equatorial analisada foi próxima a 1, no qual a tangerineira 'Cleópatra' e o citrangeiro 'C-13' induziram a formação de frutos mais esféricos, semelhantes aos de plantas sobre 'Sunki' e 'Swingle' e diferindo do limoeiro 'Cravo' (Tabela 3). Apesar dessa diferença estatística, os frutos produzidos em todas as combinações copa/porta-enxerto podem ser considerados redondos de acordo com os parâmetros do CEASA (CEAGESP, 2011).

Para a tonalidade do flavedo dos frutos, a tangerineira 'Sunki' conferiu tonalidade amarelo mais intenso ($82,1^\circ$) aos frutos da laranjeira 'Salustiana', diferindo da tangerineira 'Cleópatra' que apresentou valor médio de $84,2^\circ$, próximo ao amarelo-claro (Tabela 3). Porém, de acordo com as normas de classificação de citros de mesa (CEAGESP, 2011) todos os frutos produzidos apresentaram tonalidade de cor adequada.

Além disso, todos os tratamentos proporcionaram frutos caracterizados como de tamanho grande (CEAGESP, 2011), pois apresentaram dimensões superiores a 71 mm (Tabela 3). Estes valores também estão de acordo com as normas internacionais para citros (OECD, 2010), que estabelecem como adequado diâmetro equatorial mínimo de 53 mm para laranjas. Desta maneira, todos os porta-enxertos analisados como alternativas ao limoeiro 'Cravo' para a laranjeira 'Salustiana', induziram massa, diâmetro e tonalidade de frutos adequados para comercialização (Figura 3), atendendo as exigências do mercado interno e externo de citros de mesa.

Figura 3. Diferenças no aspecto visual dos frutos da laranjeira ‘Salustiana’ provenientes de diferentes porta-enxertos: (A) limoeiro ‘Cravo’; (B) tangerineira ‘Cleópatra’; (C) tangerineira ‘Sunki’; (D) citrumeleiro ‘Swingle’; e (E) citrangeiro ‘C-13’.

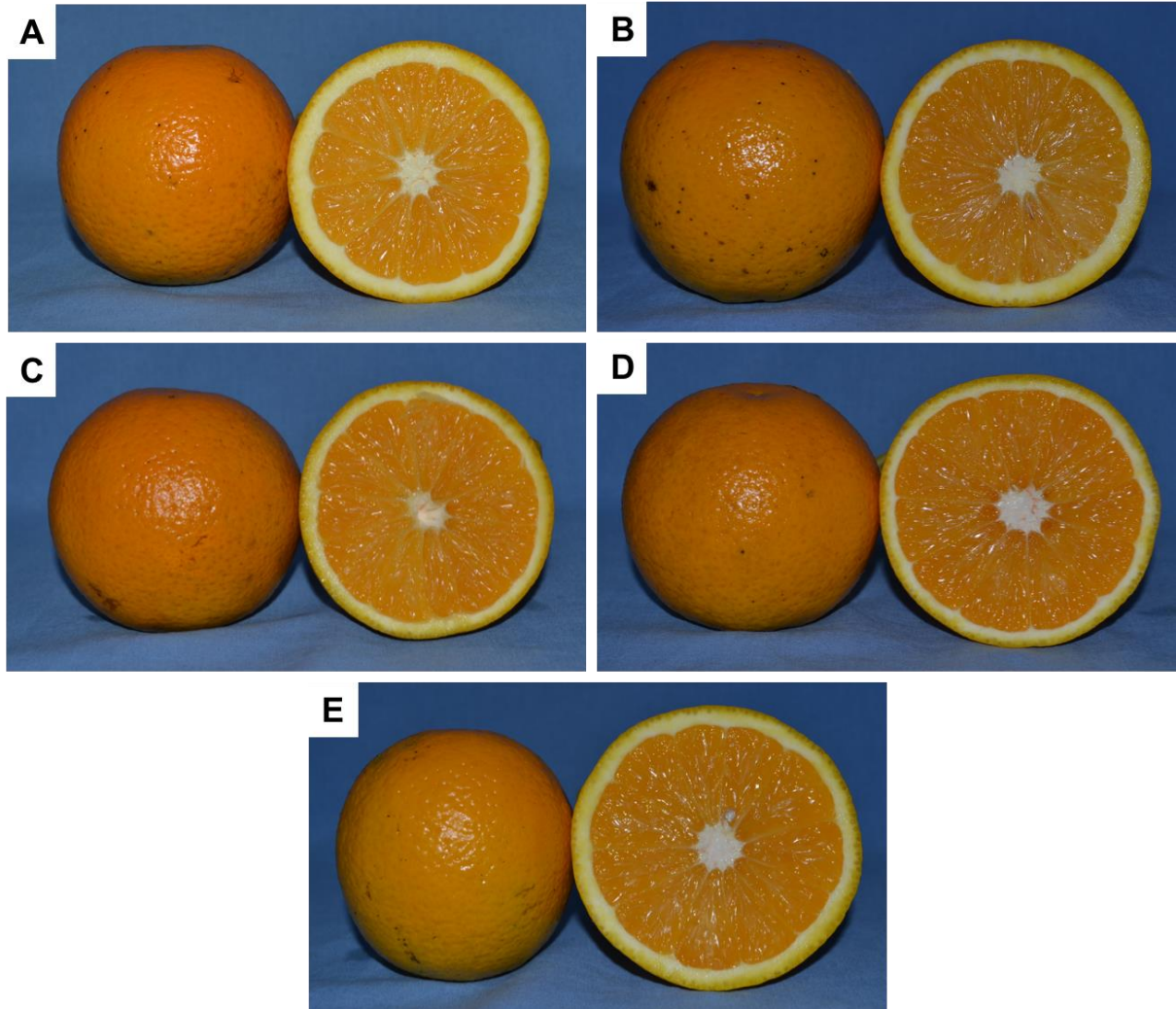


Tabela 3. Valores médios de massa, diâmetro longitudinal (DL), diâmetro equatorial (DE), relação entre os diâmetros (DL/DE) e tonalidade do flavedo dos frutos da laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR, de acordo com os dados das safras de 2008 à 2017.

Porta-enxerto	Massa (g)	Diâmetro (mm)		Relação (DL/DE)	Tonalidade ¹ (h°)
		Longitudinal	Equatorial		
Limoeiro ‘Cravo’	187,1 c*	68,8 d	71,2 c	0,96 c	82,3 ab
Tangerineira ‘Cleópatra’	193,8 c	70,6 bc	71,8 bc	1,00 a	84,8 a
Tangerineira ‘Sunki’	195,4 c	70,1 cd	72,0 bc	0,97 b	82,1 b
Citrumeleiro ‘Swingle’	209,3 b	71,8 b	73,2 b	0,97 b	84,3 ab
Citrangreiro ‘C-13’	220,6 a	73,8 a	75,4 a	0,98 ab	83,4 ab
CV (%)	4,00	1,23	1,65	0,47	1,87

*Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. ¹Exceto tonalidade, realizada apenas para safra de 2017.

Para as características químicas dos frutos verificou-se que o limoeiro 'Cravo' proporcionou maior teor médio de sólidos solúveis (10,1 °Brix) aos frutos da laranjeira 'Salustiana', diferindo das demais combinações copa/porta-enxerto (Tabela 4). Esse resultado pode ter ocorrido devido à maturação mais precoce desses frutos, pois o limoeiro 'Cravo' tem como característica antecipar a maturação dos frutos das copas sobre ele enxertadas. Este resultado também foi obtido por Stenzel et al. (2006), em estudo com a laranjeira 'Folha Murcha' sobre o limoeiro 'Cravo' cultivada na mesma região, na qual o estágio de colheita foi adiantado em 8 e 15 dias em relação às tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', respectivamente. Esses autores também observaram menor exigência em graus-dia para a maturação dos frutos nas plantas enxertadas sobre o limoeiro 'Cravo', comparada àquelas sobre as tangerineiras mencionadas acima.

Por outro lado, a tangerineira 'Cleópatra' induziu a produção de frutos com menor teor de sólidos solúveis (SS) com 9,0 °Brix (Tabela 4), corroborando Stenzel et al. (2005a) que também observaram menor teor de sólidos solúveis nos frutos provenientes de plantas da laranjeira 'Folha Murcha' enxertadas sobre esse porta-enxerto. Os demais porta-enxertos promoveram teores intermediários, variando de 9,2 a 9,5 °Brix. Os valores obtidos para sólidos solúveis estão de acordo com Castle e Baldwin (2011), que obtiveram 9,6 °Brix nos frutos da laranjeira 'Salustiana' enxertada sobre o citrumeleiro 'Swingle'.

Com relação à acidez titulável (AT), a maioria dos porta-enxertos em estudo proporcionaram valores similares, entre 0,72 e 0,74 de ácido cítrico, apresentando diferença apenas a tangerineira 'Cleópatra' com percentual médio de ácido cítrico de 0,70 (Tabela 4). Esses valores foram próximos aos encontrados por Stenzel et al. (2005a), Castle e Baldwin (2011) e Tazima et al. (2013) em frutos das laranjeiras 'Folha Murcha' e 'Salustiana', e da tangerineira satsuma 'Okitsu', respectivamente. Esses resultados indicam uma adequada maturação dos frutos pois em relação à acidez titulável, os frutos de laranjas e tangerinas maduras devem apresentar entre 0,5 a 1,0% de ácido cítrico (Pereira et al., 2006).

Os frutos provenientes de plantas enxertadas sobre citrumeleiro 'Swingle' apresentaram valor 13,0, equivalente ao limoeiro 'Cravo' de 13,7 para a variável *ratio*, diferindo das tangerineiras e do citrangeiro (Tabela 4). Tazima et al. (2014) também observaram relações SS/AT significativamente superiores para os frutos procedentes de tangerineiras enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro

'Swingle' no Noroeste do Paraná. Em contrapartida, Tazima et al. (2013) trabalhando com a mesma tangerineira, a satsuma 'Okitsu', no Norte do Paraná verificaram que o limoeiro 'Cravo', a tangerineira 'Cleópatra' e o citrangeiro 'C-13' induziram relações SS/AT significativamente inferiores aos valores induzidos por citrumeleiro 'Swingle' e tangerineira 'Sunki'. Isto permite afirmar que as combinações copa/porta-enxerto podem ser influenciadas pelo porta-enxerto, pelas características das cultivares de copa, e ainda pela região de estudo, ou seja, são também o resultado das condições edafo-climáticas às quais as plantas são expostas.

O rendimento em suco foi superior nos frutos de plantas sobre a tangerineira 'Cleópatra', com 48,1% (Tabela 4). Entretanto, não evidenciam diferença significativa em comparação com os tratamentos limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle', mas apenas com o citrangeiro 'C-13' e a tangerineira 'Sunki', que apresentaram valores de 46,4 e 47,5, respectivamente (Tabela 4). Esses resultados estão de acordo com os relatados por Tazima et al. (2013) e Bacar et al. (2017), que obtiveram rendimento em suco significativamente superior nos frutos resultantes da combinação da tangerineira 'Cleópatra', com a tangerineira satsuma 'Okitsu' e a laranjeira 'Jaffa', 46,7 e 50,6%, respectivamente, na mesma região de estudo. O rendimento em suco dos frutos pode ser variável de acordo com as condições de solo, clima da região e ano de cultivo, mas para cumprir as exigências de mercado deve apresentar no mínimo 35% (OECD, 2010; CEAGESP, 2011). Com isso, nota-se que os frutos produzidos por plantas sobre todos os porta-enxertos estudados atenderam a estas exigências.

O valor médio do índice tecnológico obtido no suco de laranja resultante da combinação com o limoeiro 'Cravo', 1,96 Kg de sólidos solúveis/caixa, foi superior ao dos frutos produzidos pelas plantas sobre os demais porta-enxertos, os quais apresentaram variação entre 1,74 e 1,84 (Tabela 4). Esses valores estão próximos aos encontrados por Tazima et al. (2014) e Bacar et al. (2017) avaliando os mesmos porta-enxertos.

Tabela 4. Valores médios de teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), *ratio* (SS/AT), rendimento de suco (RS) e índice tecnológico (IT) de frutos da laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR, de acordo com os dados das safras de 2008 a 2017.

Porta-enxerto	SS (°Brix)	AT (%)	<i>ratio</i> (SS/TA)	RS (%)	IT (Kg)
Limoeiro ‘Cravo’	10,1 a*	0,74 a	13,7 a	47,7 ab	1,96 a
Tangerineira ‘Cleópatra’	9,0 c	0,70 b	12,9 b	48,6 a	1,78 bc
Tangerineira ‘Sunki’	9,4 b	0,73 a	12,9 b	47,5 bc	1,83 bc
Citrameleiro ‘Swingle’	9,5 b	0,74 a	13,0 ab	47,6 ab	1,84 b
Citrangreiro ‘C-13’	9,2 bc	0,72 ab	12,9 b	46,4 c	1,74 c
CV (%)	1,95	2,12	2,61	1,39	2,98

*Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Castle e Baldwin (2011) analisando o comportamento de 42 cultivares de laranjeiras de meia-estação sobre o citrameleiro ‘Swingle’, observaram melhor desempenho para a laranjeira ‘Salustiana’ nos parâmetros físico-químicos dos frutos, com uma produção de 2,5 Kg de sólidos solúveis/caixa, significativamente superior às demais variedades copa analisadas. Valores estes similares ou até mesmo superiores aos encontrados por Tazima et al. (2008, 2010) e Tomasetto, Stuchi e Martins (2009) para as laranjeiras ‘Valência’, ‘Pêra’ e ‘Natal’ cultivadas nas regiões Norte dos estados Paraná e São Paulo. Os frutos da laranjeira ‘Salustiana’ enxertadas sobre todos os porta-enxertos analisados apresentaram valores adequados para as características físico-químicas, atendendo as recomendações do mercado de citros de mesa e da indústria de suco (OECD, 2010; CEAGESP, 2011).

3.5.3 Produção de Frutos

Na produção da laranjeira ‘Salustiana’, observou-se que para a primeira safra (2008) a produção foi baixa e irregular (Tabela 5), pois nesta safra as plantas ainda se encontravam jovens, utilizando a maior parte de suas reservas para seu desenvolvimento vegetativo e estabelecimento. Naquele ano, o limoeiro ‘Cravo’ e o citrameleiro ‘Swingle’ proporcionaram médias significativamente superiores aos demais porta-enxertos, iniciando suas produções mais precocemente, diferindo da tangerineira ‘Cleópatra’ que induziu o início de produção mais tardiamente. Isto confirma o relatado por Pompeu Júnior (2005), a respeito da precocidade de produção nas plantas enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’ e citrameleiro ‘Swingle’.

Assim como a tangerineira 'Cleópatra', o citrangeiro 'C-13' conferiu menor produção para esta primeira safra, diferenciando significativamente do limoeiro 'Cravo' e do citrumeleiro 'Swingle' (Tabela 5). Esse baixo desempenho inicial do citrangeiro também foi relatado por Blumer e Pompeu (2005) e Pompeu Junior e Blumer (2009) para os citrangeiros 'Troyer' e 'Carrizo'. Os resultados aqui obtidos podem também estar relacionados com os dados biométricos analisados anteriormente (Tabela 1), em que se observou que o citrangeiro e as tangerineiras analisadas induziram maiores valores médios para altura de planta e volume de copa, indicando um maior gasto de energia no início de sua formação em detrimento da produção de frutos.

Na segunda safra (2009), os porta-enxertos avaliados conferiram produções equivalentes ao limoeiro 'Cravo', variando de 34,5 a 47,2 Kg por planta (Tabela 5). No entanto, a partir da terceira safra em 2010, pode-se observar diferenças significativas para os diferentes porta-enxertos analisados, os quais induziram produções variáveis à laranjeira 'Salustiana'.

Dessa maneira, para o período de 2010 a 2017 o citrangeiro 'C-13' proporcionou à laranjeira em estudo produções superiores aos demais porta-enxertos, diferindo significativamente do limoeiro 'Cravo' (Tabela 5). Esta diferença foi observada durante todo o período, especialmente para a última safra em 2017, na qual esse citrangeiro conferiu produção 2,86 vezes superior ao do limoeiro 'Cravo', com produção de 232 Kg/planta, o equivalente a 5,7 caixas de 40,8 Kg de frutos.

Tabela 5. Produção anual da laranjeira ‘Salustiana’ enxertadas sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR, para o período de 2008 a 2017.

Porta-enxerto	Produção anual (Kg/planta)									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Limoeiro ‘Cravo’	16,4 a*	39,5 ^{ns}	46,4 c	42,1 c	75,6 c	65,1 c	59,8 c	66,9 b	49,1 c	81,2 b
Tangerineira ‘Cleópatra’	2,9 d	34,5	48,6 c	38,8 c	93,1 bc	109,1 b	111,5 b	125,2 a	105,4 b	183,4 a
Tangerineira ‘Sunki’	9,0 bc	39,7	53,4 bc	47,0 c	102,7 bc	115,7 b	120,3 b	138,8 a	114,8 b	197,6 a
Citrumeleiro ‘Swingle’	13,3 ab	47,2	66,7 ab	65,2 b	113,5 ab	118,1 b	127,4 b	138,1 a	107,0 b	204,1 a
Citrangeiro ‘C-13’	4,2 cd	41,4	73,9 a	85,2 a	133,1 a	140,6 a	159,8 a	153,0 a	135,8 a	232,0 a
CV (%)	33,59	20,69	15,15	11,74	16,44	9,40	12,10	14,09	11,40	17,92

*Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. ^{ns} – não significativo.

Isto evidencia o alto desempenho produtivo promovido pelo citrangeiro 'C-13' para a laranjeira 'Salustiana', nas condições edafo-climáticas em que o experimento foi conduzido. Pompeu Junior e Blumer (2014) observaram também um melhor desempenho produtivo para o citrangeiro 'C-13', o qual induziu maiores produções de frutos para a laranjeira 'Pêra' cultivada na região de Mogi Guaçu, SP, diferenciando significativamente do limoeiro 'Cravo'. Esse citrangeiro também se destacou na produção de frutos em outros experimentos conduzidos no Noroeste e Norte paranaense (STENZEL; NEVES, 2004; BACAR et al., 2017).

Apesar dos frutos produzidos pela combinação com o citrangeiro 'C-13' apresentarem maior massa média, 1,18 vezes superior aos frutos de plantas sobre o limoeiro 'Cravo' (Tabela 3), este parâmetro isolado não justifica seu alto desempenho para com a cultivar em estudo. Outros fatores também influenciaram o seu bom desempenho, como a compatibilidade copa/porta-enxerto e as condições edafo-climáticas da região do estudo.

Este alto desempenho produtivo do citrangeiro para a laranjeira 'Salustiana' resultou em uma maior produção total considerando o período avaliado (Tabela 6), com produção acumulada de 1,141 Kg de laranjas por plantas durante as dez safras agrícolas analisadas, sem diferir do citrumeleiro 'Swingle', com 1.003,3 Kg/planta. Esta eficiência do citrangeiro 'C-13' em conferir maior produção acumulada à variedade copa também foi observada por Stenzel e Neves (2004) e Bacar et al. (2017), avaliando porta-enxertos para a limeira ácida 'Tahiti' e para a laranjeira 'Jaffa' cultivadas no estado do Paraná.

Stenzel e Neves (2004) observaram uma produção acumulada significativamente superior nas plantas sobre o citrangeiro 'C-13' em relação às tangerineiras 'Sunki' e 'Cleópatra', porém similar às plantas enxertadas sobre o limoeiro 'Cravo', o que o diferencia dos resultados aqui obtidos. Pompeu Júnior e Blumer (2011) também verificaram bom desempenho para a laranjeira 'Valência' enxertada sobre o citrangeiro 'C-13' e citrumeleiro 'Swingle' no estado de São Paulo, o qual obtiveram uma produção acumulada durante sete safras significativamente superior ao do limoeiro 'Cravo EEL' e outros porta-enxertos compatíveis, classificados como regular a ruim para a referida variedade copa.

Em relação à produção acumulada em comparação ao limoeiro 'Cravo' (Tabela 6), o citrangeiro apresentou produção 210% superior a ele, comprovando seu alto desempenho produtivo com a copa de laranjeira 'Salustiana'.

Os demais porta-enxertos também promoveram percentuais superiores ao limoeiro ‘Cravo’ (Tabela 6).

Para a eficiência produtiva, ou seja, a produção por volume de copa, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos em 2010. As plantas sobre os diferentes porta-enxertos apresentaram produção média de frutos por metro cúbico equivalentes, com valores entre 4,1 a 5,5 Kg/m³ (Tabela 6). Em 2017 pode-se observar diferenças entre os porta-enxertos analisados, pois o citrumeleiro ‘Swingle’ apresentou eficiência produtiva significativamente superior ao limoeiro ‘Cravo’ e similar aos demais porta-enxertos. Esta maior eficiência produtiva do citrumeleiro ‘Swingle’ para com a laranjeira ‘Salustiana’ é resultado de sua elevada produção por planta, pois foi equivalente ao citrangeiro ‘C-13’ em 2017, aliada ao fato deste porta-enxerto conferir menor porte e volume de copa às plantas em relação ao citrangeiro e às tangerineiras avaliadas (Tabela 1).

Tabela 6. Produção acumulada, acumulada relativa e eficiência produtiva em 2010 e 2017 da laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR.

Porta-enxerto	Produção		Eficiência Produtiva (Kg m ³)	
	Acumulada (Kg)	Acumulada Relativa (%)		
	2008 - 2017	(%)	2010	2017
Limoeiro ‘Cravo’	542,1 d*	100,0	4,8 a	3,3 b
Tangerineira ‘Cleópatra’	858,1 c	158,3	4,1 a	4,0 ab
Tangerineira ‘Sunki’	940,3 bc	173,5	4,1 a	3,7 ab
Citrumeleiro ‘Swingle’	1.003,3 ab	185,1	5,5 a	4,7 a
Citrangreiro ‘C-13’	1.141,4 a	210,6	5,5 a	4,3 ab
CV (%)	8,94	---	19,53	15,17

*Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

De acordo com Pompeu Junior e Blumer (2009) e Castle (2010), na seleção de novos porta-enxertos atualmente, além de visar a tolerância aos principais fatores bióticos e abióticos limitantes à citricultura, procura-se também os genótipos que induzam a formação de plantas de menor porte, que garantam maior eficiência produtiva, como observado para o citrumeleiro no presente estudo, permitindo elevadas densidades por plantio e possibilitando maiores produtividades. Esses autores salientam ainda, que as inspeções e o controle de pragas e doenças são realizados com maior eficiência nas plantas de menor porte, resultando na redução do uso de defensivos agrícolas e economia na aplicação.

Para o cálculo de planejamento de implantação e produção futura, os resultados demonstraram que todos os porta-enxertos analisados alternativos ao limoeiro 'Cravo' demandam maiores espaçamentos, destacando-se a tangerineira 'Sunki' (Tabela 7). Isso pode ser justificado pelo maior volume de copa que esses porta-enxertos conferiram à laranjeira 'Salustiana' nos anos avaliados (Tabela 1). Corroborando esses resultados, Tazima et al. (2013) também observaram que as tangerineiras 'Sunki' e 'Cleópatra' e o citrumeleiro 'Swingle' exigiram maiores espaçamentos, diferindo significativamente do limoeiro 'Cravo' para a copa de tangerineira satsuma 'Okitsu'.

Tabela 7. Espaçamento entre linhas e plantas, número de plantas por hectare, produtividade e índice tecnológico (IT) esperado para laranjeira 'Salustiana' sobre cinco porta-enxertos em Londrina, PR.

Porta-enxerto	Espaçamento entre		Número de plantas ha ⁻¹	Produtividade (t ha ⁻¹)	IT (Kg SS ha ⁻¹)
	Linhas (m)	Plantas (m)			
Limoeiro 'Cravo'	6,4 b*	2,9 b	538,8 a	35,4 c	1.700,5 c
Tangerineira 'Cleópatra'	7,4 a	3,6 a	380,2 b	46,1 b	1.995,4 b
Tangerineira 'Sunki'	7,7 a	3,9 a	339,1 b	44,6 b	1.994,7 b
Citrumeleiro 'Swingle'	7,3 a	3,6 a	377,5 b	50,3 ab	2.266,4 ab
Citrangeiro 'C-13'	7,6 a	3,8 a	348,2 b	54,4 a	2.314,3 a
CV (%)	4,10	6,02	10,89	9,34	9,98

*Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Com relação à projeção da densidade populacional, todos os porta-enxertos analisados resultaram em menor número de plantas por hectare e maior volume de copa em comparação ao limoeiro 'Cravo', o que permite a este porta-enxerto uma ampliação na densidade de plantio (Tabela 1 e 7). No entanto, mesmo com essa maior densidade populacional, o limoeiro 'Cravo' confere uma produtividade teórica significativamente inferior aos demais porta-enxertos avaliados. Dessa forma, as combinações que resultam em plantas de maior eficiência produtiva, como é o caso do citrumeleiro 'Swingle' e do citrangerio 'C13', garantem um melhor desempenho produtivo à laranjeira 'Salustiana' (Tabelas 6 e 7).

Assim como para produtividade, esses porta-enxertos proporcionaram maiores índices tecnológicos estimados para a laranjeira 'Salustiana', significativamente superior ao limoeiro 'Cravo', indicando melhor qualidade dos frutos, pois o cálculo considera o rendimento de colheita (kg ha⁻¹), o

teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) e o rendimento em suco (% suco) (Grizotto et al., 2012). Esses índices, 2.266,4 e 2.314,3 Kg de sólidos solúveis por hectare para os tratamentos citrumeleiro 'Swingle' e citrangeiro 'C-13', respectivamente, foram inferiores aos encontrados por Castle e Baldwin (2011) para a combinação 'Salustiana'/'Swingle' (5.150 Kg SS ha⁻¹) e superiores aos obtidos por Grizotto et al. (2012) para a combinação 'Valência'/'Cravo' (238 Kg SS ha⁻¹), o que comprova o bom desempenho desses porta-enxertos para com a cultivar em estudo.

3.6 CONCLUSÕES

- O limoeiro 'Cravo' induz menor vigor às plantas da laranjeira 'Salustiana'.
- Os frutos de plantas da laranjeira 'Salustiana' enxertada sobre todos os porta-enxertos avaliados apresentam boas qualidades físico-químicas, atendendo às recomendações para o mercado de citros de mesa e da indústria de suco.
- O citrangeiro 'C-13' e o citrumeleiro 'Swingle' conferem às plantas da laranjeira 'Salustiana' produções superiores aos demais porta-enxertos analisados, resultando em maior produção acumulada em dez safras.
- Os melhores índices teóricos de produtividade e tecnológico, assim como a eficiência produtiva da laranjeira 'Salustiana', são obtidos para plantas sobre o citrumeleiro 'Swingle' e citrangeiro 'C-13'.

4 REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC, 1990.
- AULER, P. A. M.; FIORI-TUTIDA, A. C. G.; TAZIMA, Z. H. Comportamento da laranja 'Valência' sobre seis porta-enxertos no Noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 229-234, 2008.
- AULER, P. A. M. et al. Citricultura no Paraná. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, n.99, p. 17-20, 2014.
- BACAR, E. L. C. et al. 'Jaffa' sweet orange plants grafted onto five rootstocks. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 5, p. 1-9, 2017.
- BARBASSO, D. V.; PIO, R. M.; CARVALHO, S. A. Compatibilidade de variedades e híbridos de tangerinas enxertadas em citrumelo 'Swingle'. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 26, n. 1, p. 59-67, 2005.
- BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J. Avaliação de citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para citros em São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 264-267, 2005.
- BRITO, M. E. B. et al. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, suplemento, p.857-865, 2012.
- BRITO, M. E. B. et al. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 17-27, 2014.
- CAPUTO, M. M. et al. Selection of early-maturing sweet orange cultivars by performance indexes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 11, p. 1669-1672, 2012.
- CARVALHO, L. M. et al. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 2, p. 132-141, 2016.
- CASTLE, W. S. et al. Citrumelos as rootstocks for Florida citrus. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 101, p. 28-33, 1988.
- CASTLE, W. S. et al. **Rootstocks for Florida Citrus**. 2. ed. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Science/University of Florida, 1993.
- CASTLE, W. S. Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduous tree crops. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 23, p. 383-394, 1995.

CASTLE, W. S. A career perspective on Citrus rootstocks, their development, and commercialization. **HortScience**, Alexandria, v. 45, n. 1, p. 11-15, 2010.

CASTLE, W. S.; BALDWIN, J. C.; MURARO, R. P. Performance of Valencia sweet orange trees on 12 rootstocks at two locations and an economic interpretation as a basis for rootstock selection. **HortScience**, Alexandria, v. 45, n. 4, p. 523-533, 2010.

CASTLE, W. S.; J.C. BALDWIN. Young-tree performance of juvenile sweet orange scions on Swingle citrumelo rootstock. **HortScience**, Alexandria, v. 46, n. 4, p. 541-552, 2011.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZENS GERAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO – CEAGESP. **Normas de classificação de citros de mesa**: Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura. São Paulo: CEAGESP, 2011.

DE NEGRI, J. D.; BLASCO, E. E. A. Planejamento e implantação de um pomar cítrico. In: RODRIGUEZ, O. et al. **Citricultura Brasileira**. 2^a ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 318-332.

DI GIORGI, F. et al. Contribuição ao estudo do comportamento de algumas variedades de citros e suas implicações agroindustriais. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 11, n. 2, p. 567-612, 1990.

DONADIO, L. C. et al. Tangerineira Cleópatra: vantagens e desvantagens como porta-enxerto na citricultura. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 14, n. 2, p. 565-579, 1993.

DONADIO, L. C. et al. **Novas cultivares e clones de laranja para indústria**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1999.

DUARTE, F. E. V. D. O. et al. Polyembryony and morphological seed traits in citrus rootstocks. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 246-254, 2013.

FERNANDES, P. D. et al. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 259-267, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Faostat**. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/>>. Acesso em: 24 Jan. 2018.

GRIZOTTO, R. K. et al. Qualidade de frutos de laranjeira Valência cultivado sob sistema tecnificado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 784-789, 2012.

GROSSER, J. W. et al. New somatic hybrid rootstock candidates for tree-size control and high juice quality. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 124, p.131-135, 2011.

GUERRA, D. et al. Caracterização morfológica, determinação do número de embriões e taxa de poliembrião em três porta-enxertos híbridos de citros. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p. 196-201, 2012.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **A Citricultura no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1992. 288 p. (IAPAR. Circular, 72)

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **IAPAR 73**. 1996. Disponível em: <<http://www.IAPAR.br/arquivos/File/folhetos/laranja73/laranja73.html>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Estações meteorológicas**. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Londrina.htm>. Acesso em: 5 jan. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2017**. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201706.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201706.pdf)>. Acesso em: 02 jul. 2017.

LEITE JÚNIOR, R. P; MOHAN, S. K. Integrated management of the citrus bacterial canker disease caused by *Xanthomonas citri* subsp. *citri* in the State of Paraná, Brazil. **Crop Protection**, Guildford, v. 9, p. 3-7, 1990.

LEITE JÚNIOR, R. P. Cultivares de copa e porta-enxertos. In: CARVALHO, S. L. C. **A citricultura no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1992. p. 91-116. (IAPAR. Circular, 72)

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MENDEL, K. Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. **Ktavim**, Rehovot, v. 6, p. 35-60, 1956.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. M. Caracterização de frutos e poliembrião em sementes de 'Flying Dragon' e de híbridos de porta-enxerto de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 486-492, 2010.

NAKANO, M. et al. Characterization of genes associated with polyembryony and *in vitro* somatic embryogenesis in Citrus. **Tree Genetics & Genomes**, Heidelberg, v. 9, n. 3, p. 795-803, 2013.

NEVES, M. F. et al. **O Retrato da Citricultura Brasileira**. 1. ed. Ribeirão Preto: CitrusBR, 2010.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. 2010. **International standards for fruit and vegetables: Citrus**. Disponível em: <<http://www.oecd.org/tad/fv.>> Acesso em: 01 dez. 2017.

OLIVEIRA, R. P. et al. **Fisiologia da formação de sementes em citros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 27p. (Documentos, 119)

OLIVEIRA, R. P.; NAKASU, B. H.; SCIVITTARO, W. B. **Cultivares apirênicas de citros recomendadas para o Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 39p. (Documentos, 195)

PEREIRA, M. E. C. et al. **Procedimentos Pós-Colheita na Produção Integrada de Citros**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 40p. (Documentos, 156)

POMPEU JÚNIOR, J.; LARANJEIRA, F. F.; BLUMER, S. Laranjeiras 'Valência' enxertadas em híbridos de trifoliata. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 93-97, 2002.

POMPEU JÚNIOR, J.; SALVA, R.; BLUMER, S. Copas e porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 25, n. 2, p. 413-422, 2004.

POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D; DE NEGRI, J. D; PIO, R. M; POMPEU JÚNIOR, J. (Org.). **Citros**. Campinas: IAC/FUNDAG, 2005. p. 63-104.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para a laranja Valência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 7, p. 701-705, 2009.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranja Valência. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 32, n. 3, p. 133-138, 2011.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranja Pêra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p.9-14, 2014.

PORTELLA, C. R. et al. Desempenho de cultivares de citros enxertadas sobre o trifoliata 'Flying Dragon' e limoeiro 'Cravo' em fase de formação do pomar. **Bragantia**, Campinas, v. 75, p. 70-75, 2016.

PIO, R. M. et al. Variedades copas. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Org.). **Citros**. Campinas: IAC/FUNDAG, 2005. p. 37- 60.

RADMANN, E. B.; OLIVEIRA, R. P. Caracterização de cultivares apirênicas de citros de mesa por meio de descritores morfológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1123-1129, 2003.

SANTOS, D. et al. Caracterização físico-química de frutos cítricos apirênicos produzidos em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, p.393-400, 2010.

SANTOS, C. Q. et al. Tamanho ótimo de amostras de frutos e de sementes para determinação da poliembrião em citros. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 172-178, 2015.

SCHÄFER, G.; BASTIANEL, M.; DORNELLS, A. L. C. Porta-enxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 723-733, 2001a.

SCHÄFER, G. et al. Produção e desenvolvimento da tangerineira 'Montenegrina' propagada por enxertia e estaquia, no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 668-672, 2001b.

SCHINOR, R. H. et al. Caracterização agrônômica e molecular de acessos de citrus sunki do banco germoplasma de citros do centro APTA Sylvio Moreira. **Citrus Reaserch & Technology**, Cordeirópolis, v. 32, p. 27-37, 2011.

STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J. Rootstocks for 'Tahiti' lime. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n. 2, p. 151-155, 2004.

STENZEL, N. M. C. et al. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos frutos da laranjeira 'Folha Murcha' sobre seis porta-enxertos no Norte do Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1281-1286, 2005a.

STENZEL, N. M. C. et al. Comportamento da laranjeira 'Folha-Murcha' em sete portas-enxerto no noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 408- 411, 2005b.

STENZEL, N. M. C. et al. Maturation curves and degree-days accumulation for fruits of 'Folha Murcha' orange trees. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 63, n. 3, p. 219-225, 2006.

STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A. Adensamento de plantio deve ser o quarto elemento no manejo do HLB. **Citricultura Atual**, Campinas, v. 16, n. 81, p. 12-16, 2011.

STUCHI, E. S. et al. Trifoliata 'Flying Dragon': Porta-enxerto para plantios adensados e irrigados de laranjeiras doces de alta produtividade e sustentabilidade. **Comunicado técnico**, Cruz das Almas, v. 152, 2012.

SUASSUNA, J. F. et al. Produção de fitomassa em genótipos de citros submetidos a estresse hídrico na formação do porta-enxerto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 12, p. 1305-1313, 2012.

TAZIMA, Z. H.; LEITE JÚNIOR, R. P. IAPAR-73: Nova cultivar precoce de laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) para o Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000. CD-ROM.

TAZIMA, Z. H.; LEITE JÚNIOR., R. P. **Novos Cultivares de Citros Recomendados para o Paraná**. Londrina: IAPAR, 2002. 2p.

- TAZIMA, Z. H. **Caracterização de 11 cultivares copa de laranja no Norte do Paraná. 2008.** 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000129719>.> Acesso em: 08 jun. 2016.
- TAZIMA, Z. H. et al. Comportamento de clones de laranja ‘Valência’ na região Norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 970-974, 2008.
- TAZIMA, Z. H. et al. Produção e qualidade dos frutos de clones de laranjeira ‘Pera’ no Norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 189-195, 2010.
- TAZIMA, Z. H. et al. Performance of ‘Oktisu’ Satsuma Mandarin on nine rootstocks. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 70, n. 6, p. 422-427, 2013.
- TAZIMA, Z. H. et al. Performance of ‘Oktisu’ Satsuma Mandarin trees on different rootstocks in Northwestern Paraná state. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2297-2308, 2014.
- TOMASETTO, F.; STUCHI, E. S.; MARTINS, A. B. G. Avaliação de cinco seleções de laranja ‘Valência’ sobre dois portas enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 480-486, 2009.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys.** Washington: USDA, 1999.
- YEŞİLOĞLU, T. et al. Influences of rootstocks on fruit quality of ‘Henderson’ grapefruit. **Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences**, Istanbul, v. 1, p.1 322-1325, 2014.
- ZEKRI, M. Evaluation of orange trees budded on several rootstocks. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 113, p. 119-123, 2000.