



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ALLAN RICARDO DOMINGUES

**PORTA-ENXERTOS HÍBRIDOS DE 'TRIFOLIATA' PARA
LARANJA 'VALÊNCIA' NAS REGIÕES NORTE E
NOROESTE DO PARANÁ**

Londrina
2020

ALLAN RICARDO DOMINGUES

**PORTA-ENXERTOS HÍBRIDOS DE 'TRIFOLIATA' PARA
LARANJA 'VALÊNCIA' NAS REGIÕES NORTE E
NOROESTE DO PARANÁ**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Ruffo Roberto
Co-orientador: Dr. Eduardo Fermino Carlos

Londrina
2020

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

D671 Domingues, Allan Ricardo.
PORTA-ENXERTOS HÍBRIDOS DE 'TRIFOLIATA' PARA LARANJA 'VALÊNCIA' NAS REGIÕES NORTE E NOROESTE DO PARANÁ / Allan Ricardo Domingues. - Londrina, 2020.
113 f. : il.

Orientador: Sergio Ruffo Roberto.
Coorientador: Eduardo Fermino Carlos.
Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Citrus spp. Poncirus trifoliata. Citrumelos. Citrandarins. - Tese. I. Roberto, Sergio Ruffo . II. Carlos, Eduardo Fermino . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 63

ALLAN RICARDO DOMINGUES

**PORTA-ENXERTOS HÍBRIDOS DE 'TRIFOLIATA' PARA LARANJA
'VALÊNCIA' NAS REGIÕES NORTE E NOROESTE DO PARANÁ**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

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

Dra. Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dr. Dirceu Mattos Junior
Centro de Citricultura Sylvio Moreira - IAC

Dr. Eduardo Augusto Girardi
Embrapa Mandioca e Fruticultura

Dr. Marcel Bellato Spósito
Escola de Agricultura Luiz de Queiroz - USP

Londrina, 16 de junho de 2020.

AGRADECIMENTOS

Aos meus Pais, Meire Padun Domingues e Nivado Domingues, pelo incentivo constante, conselhos e lições de vida. Tenho muito orgulho de ser filho de vocês.

À Universidade Estadual de Londrina e ao programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar o doutorado.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal em Ensino Superior (CAPES) pelo apoio à pesquisa e concessão da bolsa de Doutorado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sergio Ruffo Roberto pela constante supervisão deste trabalho, pelos ensinamentos transmitidos e apoio no meu desenvolvimento profissional.

Ao meu co-orientador Dr. Eduardo Fermino Carlos pela idealização do projeto de pesquisa e ensinamentos transmitidos.

Ao Dr. Jorgino Pompeu Junior e à Dra. Marinês Bastianel do CCSM/IAC pela disponibilização dos genótipos de porta-enxertos, pelas informações sobre a origem dos mesmos e pela curadoria do BAG. Ao Dr. Kim D. Bowman do USDA/ARS/HRL, Flórida, Estados Unidos, pelas informações sobre os porta-enxertos de origem americana. Ao Sr. José Gilberto Pratinha, Sr. Ismael Lopes e toda a equipe do Viveiro Pratinha pela formação das mudas certificadas.

Aos produtores Fernando Ortiz, Alexandre Ogassawara e Egon Bertolaccini pela condução dos pomares. À Cooperativa Integrada, representada pelo gerente industrial Paulo Rizzo, pelas análises físico-químicas dos frutos.

Aos meus colegas de trabalho Ciro Marcolino e Carlos Eduardo (Carlão) pela dedicação na coleta de dados e pelas contribuições no decorrer do trabalho.

A todos colaboradores da citricultura, em especial aos colhedores, que mesmo diante de um trabalho árduo, o fazem com alegria e descontração. Vocês foram essenciais para que este projeto acontecesse. Obrigado pela dedicação e por me mostrarem o valor da simplicidade.

Aos meus colegas do Laboratório de Fruticultura: Osmar Chaves, Renata Koyama, Débora Muhlbelser, Maira Higuchi, Luana Ribeiro, Ibrar Hussain,

Saeed Ahmed e Youssef Khamis pelas contribuições no decorrer do doutorado e pelos momentos de descontração.

Aos meus amigos Patrícia e Murilo Pavan, Liza Costa, Elciane Prates, Cleo Pasquarelli, Karla Pizi e Carlos Eduardo Ferrucio, por sempre estarem presentes e me apoiarem nesta jornada. Vocês foram essenciais nos melhores e piores momentos deste percurso, me incentivaram e mostraram o quanto sou capaz. Obrigado por fazerem parte da minha vida.

Aos membros da Comissão Examinadora, pela disponibilidade e contribuição ao trabalho.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, pelos ensinamentos.

A todos que contribuíram de forma direta e indireta para minha formação profissional e conclusão deste trabalho.

Recebam meus sinceros agradecimentos!!!

DOMINGUES, Allan Ricardo. **Porta-enxertos híbridos de ‘Trifoliata’ para laranja ‘Valência’ nas regiões Norte e Noroeste do Paraná**. 2020. 110 f. Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

O estado do Paraná, Brasil, apresenta diversas condições edafoclimáticas para o cultivo de plantas cítricas, o que permite a utilização diferenciada de copas e porta-enxertos. No entanto, o que se verifica é a utilização de poucos genótipos de porta-enxertos, entre eles o limão ‘Cravo’ e o citrumelo ‘Swingle’. Neste trabalho, foi avaliado o crescimento vegetativo, a produção e a qualidade dos frutos da laranja ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osb.) sobre diferentes genótipos de porta-enxertos nas regiões Norte e Noroeste do Paraná. Foram avaliados 20 porta-enxertos, entre eles, híbridos de ‘Trifoliata’ (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) com tangerina (citrandarins), e com pomelo (citrumelos). Os pomares foram implantados em abril de 2013 em duas regiões com características edafoclimáticas distintas, Rancho alegre no Norte do Paraná com solo predominantemente argiloso, e em Guaíraça no Noroeste, solo arenoso, e ambas localidades sob condições de sequeiro. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e quatro plantas por parcela. As laranjeiras foram avaliadas quanto ao crescimento vegetativo das copas, à produção e à qualidade dos frutos, em três safras consecutivas. Os dados foram submetidos à análise de variância complementada pelo teste de Scott-Knott. Além disso, foi realizado a Análise de Componentes Principais e o agrupamento dos porta-enxertos por meio da Classificação Hierárquica de Clusters. Por fim, foi proposto um Guia de Referência Rápida levando-se em consideração a influência que cada genótipo de porta-enxerto avaliado exerce sobre as principais características da laranja ‘Valência’. Em Guairaça, o citrumelo F.80–5 conferiu à laranja ‘Valência’ menor volume de copa e alta eficiência produtiva, além de induzir frutos com boa qualidade, com alto índice tecnológico e melhor rendimento industrial, destacando-se como potencial alternativa para uso em plantio adensado. Os citrandarins IPEACS 256, IPEACS 264 e ‘US 801’ apresentam bom desempenho produtivo, com produções acumuladas equivalentes ao limão ‘Cravo’ e superiores ao citrumelo ‘Swingle’, além de proporcionarem boa qualidade de frutos. Apesar de conferir à laranja ‘Valência’ altas produções, o limão ‘Cravo’ induziu plantas mais vigorosas, com frutos de qualidade inferiores quando comparado aos híbridos de ‘Trifoliata’. Em Rancho Alegre, os citrandarins IPEACS 256 e IPEACS 239, e o ‘US 802’ conferiram à laranja ‘Valência’ menor volume de copa e alta eficiência produtiva, além de induzirem frutos com boa qualidade, com alto índice tecnológico e melhor rendimento industrial, sendo boas alternativas para uso em plantio adensado. O citrumelos F.80–3, F.80–5 apresentam bom potencial ananicante aliado à alta eficiência produtiva da copa, porém, conferiram qualidade de frutos inferior quando comparado a outros híbridos de ‘Trifoliata’. O citrandarin ‘US 812’ proporcionou bom desempenho produtivo, com produção acumulada e eficiência produtiva equivalentes às do limão ‘Cravo’, além de promover plantas menos vigorosas e frutos com alta qualidade. O limão ‘Cravo’ e o limão ‘Rugoso da Flórida’ conferiram altas produções à laranja ‘Valência’, no entanto, proporcionam plantas muito vigorosas com menor desempenho quanto à qualidade dos frutos.

Palavras-chave: *Citrus spp.* *Poncirus trifoliata*. Citrumelos. Citrandarins. Qualidade de frutos.

DOMINGUES, Allan Ricardo. **Trifoliata hybrids rootstocks for 'Valência' sweet orange grown in Northern and Northwest of Parana state.** 2020. 110 p. Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

The Parana state, Brazil, has different climate conditions for citrus growing, what allows the use of different scions and rootstocks. However, few rootstock genotypes are used, such as the 'Rangpur' lime and the 'Swingle' citrumelo. The aim of this study was to evaluate the vegetative growth, the productive behavior, and the fruit quality of 'Valencia' sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osb.) grafted onto different genotypes of rootstocks grown in Northern and Northwest of Parana state. For this purpose, 20 rootstocks were evaluated, including 'Trifoliata' hybrids (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) with mandarin (citrandarins), and with grapefruit (citrumelos). The experimental orchards were planted in two different edaphoclimatic conditions, Rancho Alegre in Northern, and Guairaça in Northwest, PR, Brazil, under rainfed conditions, in 2013. The randomized block design with four replicates was used as a statistical model, with four trees per plot. The canopy size, fruit yield and fruit quality were analyzed during three consecutive seasons. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Scott-Knott test. The Principal Component Analysis and the Agglomerative Hierarchical Clustering were also used to assess the data. Finally, a Quick Reference Chart was proposed taking into account the influence that each rootstock genotype evaluated has on the main characteristics of the 'Valencia' sweet orange grown in both locations. In Guairaça, the F.80–5 citrumelo induced trees with lower canopy volume, high yield efficiency, and good industrial quality of fruits, standing out as potential alternative to high density orchards. Trees grafted onto IPEACS 256, IPEACS 264 and 'US 801' citrandarins showed high productive behavior, and the cumulative yield was similar to 'Rangpur' lime and higher than the 'Swingle' citrumelo, in addition to inducing good fruit quality. Despite the 'Rangpur' lime has induced higher yield, this rootstock promoted larger canopy volume and lower fruit quality than all 'Trifoliata' hybrid rootstocks. In Rancho Alegre, the IPEACS 256, IPEACS 239 citrandarins and the 'US 802' induced trees with lower canopy volume, high yield efficiency, and good industrial quality of fruits, standing out as alternatives for high density planting. The F.80–3 and F.80–5 showed a great dwarfing potential and high yield efficiency, but promoted lower fruit quality than the others 'Trifoliata' hybrid. The 'US 812' citrandarin showed high productive behavior, and the cumulative yield was similar to 'Rangpur' lime with a lower vegetative growth, in addition to providing good fruit quality. The 'Rangpur' lime and the 'Florida' rough lemon induced higher yield, however these rootstocks resulted in very vigorous trees, but with lower fruit quality.

Key-words: *Citrus spp.* *Poncirus trifoliata*. Citrumelos. Citrandarins. Fruit quality.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.4.1** Porte da laranja ‘Valência’ enxertada no citrumelo F.80–18 (A) e no híbrido de limão ‘Cravo’ × laranja ‘Azeda’ (B). Pomar com cinco anos de idade. Guairaça-PR. 2018.....26
- Figura 3.5.1.1** Porte da laranja ‘Valência’ enxertada no citrumelo ‘Swingle’ (A) e no citrumelo F.80–5 (B). Pomar com cinco anos de idade. Guairaça-PR. 2018.....51
- Figura 3.5.4.1** Análise de componentes principais (CP) das características de produção (PROD), volume de copa (VC), eficiência produtiva (EP), índice tecnológico (IT), concentração de sólidos solúveis (SS), *ratio* (SS/AT), rendimento industrial (RIND) e rendimento de suco (RSU) da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2018. Guairaça-PR. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais.....63
- Figura 3.5.4.2** Análise de componentes principais (CP) das características de produção (PROD), volume de copa (VC), eficiência produtiva (EP), índice tecnológico (IT), concentração de sólidos solúveis (SS), *ratio* (SS/AT), rendimento industrial (RIND) e rendimento de suco (RSU) da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2019. Guairaça-PR. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais.....64
- Figura 4.5.4.1** Análise de componentes principais (CP) das características de produção (PROD), volume de copa (VC), eficiência produtiva (EP), índice tecnológico (IT), concentração de sólidos solúveis (SS), *ratio* (SS/AT), rendimento industrial (RIND) e rendimento de suco (RSU) da laranja ‘Valência’

enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2018. Rancho Alegre-PR. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais.....100

Figura 4.5.4.2 Análise de componentes principais (CP) das características de produção (PROD), volume de copa (VC), eficiência produtiva (EP), índice tecnológico (IT), concentração de sólidos solúveis (SS), *ratio* (SS/AT), rendimento industrial (RIND) e rendimento de suco (RSU) da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2019. Rancho Alegre-PR. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais.....101

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.4.1.1	Genótipos de porta-enxertos sob laranja ‘Valência’ utilizados na área experimental de Guairaça-PR.....	40
Tabela 3.5.1.1	Altura de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2016, 2017 e 2018. Guairaça-PR	46
Tabela 3.5.1.2	Diâmetro de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2016, 2017 e 2018. Guairaça-PR.....	47
Tabela 3.5.1.3	Volume de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2016, 2017 e 2018. Guairaça-PR.....	48
Tabela 3.5.2.1	Produção por planta e produção acumulada por planta da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2016, 2017, 2018 e 2019. Guairaça-PR.....	52
Tabela 3.5.2.2	Eficiência produtiva da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2016, 2017 e 2018. Guairaça-PR.....	54
Tabela 3.5.2.3	Espaçamento teórico adequado entre linhas entre plantas e densidade estimada de plantas por hectare da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2018. Guairaça-PR	55
Tabela 3.5.3.1	Acidez titulável, concentração de sólidos solúveis, <i>ratio</i> , rendimento de suco, rendimento industrial e índice tecnológico da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2017. Guairaça – PR.....	58
Tabela 3.5.3.2	Acidez titulável, concentração de sólidos solúveis, <i>ratio</i> , rendimento de suco, rendimento industrial e índice tecnológico da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2018. Guairaça – PR.....	59
Tabela 3.5.3.3	Acidez titulável, concentração de sólidos solúveis, <i>ratio</i> , rendimento de suco, rendimento industrial e índice	

	tecnológico da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2019. Guairaça - PR.....	60
Tabela 3.5.5.1	Guia de Referência Rápida quanto à influência de 20 genótipos de porta-enxerto sobre o volume da copa, produção, eficiência produtiva, índice tecnológico e rendimento industrial** da laranja ‘Valência’. Guairaça-PR.	66
Tabela 4.4.1.1	Genótipos de porta-enxertos sob laranja ‘Valência’ utilizados na área experimental de Rancho Alegre-PR.....	78
Tabela 4.5.1.1	Altura de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2017, 2018 e 2019. Rancho Alegre-PR	84
Tabela 4.5.1.2	Diâmetro de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2017, 2018 e 2019. Rancho Alegre -PR	85
Tabela 4.5.1.3	Volume de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2017, 2018 e 2019. Rancho Alegre -PR	86
Tabela 4.5.2.1	Produção por planta e produção acumulada por planta da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2017, 2018 e 2019. Rancho Alegre -PR.....	89
Tabela 4.5.2.2	Eficiência produtiva da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2017, 2018 e 2019. Rancho Alegre -PR	92
Tabela 4.5.2.3	Espaçamento teórico adequado entre linhas entre plantas e densidade estimada de plantas por hectare de laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2019. Rancho Alegre-PR.	93
Tabela 4.5.3.1	Acidez titulável, concentração de sólidos solúveis, <i>ratio</i> , rendimento de suco, rendimento industrial e índice tecnológico da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2017. Rancho Alegre-PR.....	95
Tabela 4.5.3.2	Acidez titulável, concentração de sólidos solúveis, <i>ratio</i> , rendimento de suco, rendimento industrial e índice	

	tecnológico da laranja 'Valência' enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2018. Rancho Alegre - PR.....	96
Tabela 4.5.3.3	Acidez titulável, concentração de sólidos solúveis, <i>ratio</i> , rendimento de suco, rendimento industrial e índice tecnológico da laranja 'Valência' enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2019. Rancho Alegre – PR.....	97
Tabela 4.5.5.1	Guia de Referência Rápida quanto à influência de 20 genótipos de porta-enxerto sobre o volume da copa, produção, eficiência produtiva, índice tecnológico e rendimento industrial da laranja 'Valência'. Rancho Alegre-P.....	104

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	A CITRICULTURA NO BRASIL	16
2.2	PORTA-ENXERTOS	16
2.3	CULTIVARES COPAS	24
2.4	ADENSAMENTO DE PLANTIO	25
2.5	QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS CÍTRICOS	27
	REFERÊNCIAS	29
3	ARTIGO A - HÍBRIDOS DE ‘TRIFOLIATA’ COMO POTENCIAIS PORTA-ENXERTOS PARA LARANJA ‘VALÊNCIA’ NO NOROESTE DO PARANA.	35
3.1	RESUMO	35
3.2	ABSTRACT.....	36
3.3	INTRODUÇÃO	37
3.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
3.6	CONCLUSÕES.....	67
	REFERÊNCIAS	68
4	ARTIGO B - HÍBRIDOS DE ‘TRIFOLIATA’ COMO ALTERNATIVAS DE PORTA-ENXERTOS PARA LARANJA ‘VALÊNCIA’ NA REGIÃO NORTE DO PARANA.	73
4.1	RESUMO	73
4.2	ABSTRACT.....	74
4.3	INTRODUÇÃO	75
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	76
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
4.6	CONCLUSÕES.....	105
	REFERÊNCIAS	106

1 INTRODUÇÃO

A citricultura é uma das atividades agrícolas de maior importância econômica e social para o Brasil. Com produção de mais de 17 milhões de toneladas de laranja na safra de 2019, o país segue como líder mundial na produção e na exportação de suco concentrado de laranja (USDA, 2019, FAO, 2020; IBGE, 2020). No estado do Paraná, o setor citrícola se tornou alternativa importante para diversificação do agronegócio. Com produção de mais de 800 mil toneladas na safra 2019/2020, se encontra na terceira posição do ranking nacional, atrás apenas dos estados de São Paulo e Minas Gerais (IBGE, 2020). Os principais pólos produtores de laranja do Paraná estão localizados nas Regiões Norte e Noroeste (NEVES; TROMBINI, 2017).

Os pomares de laranja são restritos à utilização de poucas variedades, sobretudo de porta-enxertos, constituindo um dos pontos vulneráveis da atividade citrícola. Além de apresentar riscos para sanidade dos pomares, a limitação no uso de variedades de porta-enxertos pode proporcionar plantas de laranja com desempenho não desejado ou abaixo do esperado, referente ao comportamento produtivo, vegetativo e de qualidade dos frutos. No Brasil, e no Paraná, o limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) é, ainda o porta-enxerto mais utilizado para todas as cultivares copa, inclusive para a laranja 'Valência' (*Citrus sinensis* L. Osb.), seguido pelo citrumelo 'Swingle' [*Citrus paradisi* Macfad. cv. Ducan × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2016; CARVALHO et al., 2019).

Os efeitos do porta-enxerto sobre a copa podem ser observados em relação ao vigor da planta, na produção e no tamanho dos frutos, na qualidade do suco, na tolerância a pragas e doenças e entre outras características como resistência à estresses abióticos, à seca e ao frio por exemplo (POMPEU JUNIOR, 2005; CASTLE, 2010). Portanto, a escolha de determinados genótipos pode representar uma grande diferença entre o sucesso, ou não, de um pomar. No cenário atual, há preferência por porta-enxertos que induzam menor porte de planta, proporcionem boa qualidade do suco, principalmente para a indústria de suco concentrado, visando frutos com maior índice tecnológico e melhor rendimento industrial, e que apresentem resistência ou tolerância às principais doenças que atingem o pomar cítrico.

Algumas limitações do limão 'Cravo' como sua suscetibilidade à morte súbita e ao declínio dos citros estimularam o uso de porta-enxertos tolerantes à

essas doenças, como as tangerinas 'Cleópatra' (*Citrus reshni* hort. ex. Tanaka) e 'Sunki' (*Citrus sunki* hort. ex. Tanaka) e o citrumelo 'Swingle'. Com isso, o citrumelo 'Swingle' tornou-se o segundo porta-enxerto mais utilizado da citricultura paulista, por proporcionar qualidade dos frutos superiores e produções similares ao limão 'Cravo' (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2016; CARVALHO et al., 2019). O bom comportamento deste porta-enxerto motivou a introdução pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), em 1990, de diversos citrumelos da série F.80, provenientes de cruzamentos realizados no USDA, Flórida, EUA, entre o pomelo 'Duncan' e trifoliatas (WUTSCHER, 1990).

Os citrandarins e outros híbridos de trifoliatas (*P. trifoliata* L. Raf.) também vêm se destacando como potenciais porta-enxertos por, normalmente, induzirem boa qualidade de frutos e menor porte de plantas às variedades copas neles enxertadas, sendo boas alternativas para diversificação. Na Espanha e Estados Unidos já estão em uso alguns citrandarins como é caso dos híbridos 'Cleópatra' × 'Trifoliata' (*C. reshni* 'Cleópatra' × *P. trifoliata*) 'Sunki' × 'Benecke' (*C. reticulata* 'Sunki' × *P. trifoliata* 'Benecke'), 'Changsha' × 'English Large' (*C. reticulata* 'Changsha' × *P. trifoliata* 'English Large') (FORNER et al., 2003; BOWMAN et al., 2016). Os citrandarins são híbridos de tangerinas com trifoliatas que buscam reunir as qualidades das tangerinas às dos trifoliatas, como resistência/tolerância ao declínio, à morte súbita dos citros, à Tristeza e à gomose de *Phytophthora*, além da formação de plantas de pequeno porte, com elevada eficiência produtiva e frutos de boa qualidade (CANTÚRIAS-AVILES et al., 2011; POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2014).

Para o Estado do Paraná, o uso de porta-enxertos capazes de induzir altas produtividades, frutos com alta qualidade industrial, menor crescimento vegetativo, para permitir o adensamento de plantio e minimizar os custos com as práticas de manejo e colheita, e apresentar resistência/tolerância aos fatores bióticos e abióticos são fundamentais para aumento do rendimento dos pomares e para manutenção da atividade citrícola do Estado. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo, a produção e a qualidade de frutos da laranja 'Valência' enxertada sobre diferentes genótipos de porta-enxertos, entre eles diversos híbridos de 'Trifoliata', e selecionar os que apresentem potencial de uso para as regiões Norte e Noroeste do Estado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CITRICULTURA NO BRASIL

A introdução dos citros no Brasil ocorreu no início da colonização, em meados de 1530. As condições climáticas do país favoreceram rapidamente a adaptação das plantas que logo se expandiram para todo território brasileiro, principalmente em pomares domésticos. No início do século XX houve a implantação dos primeiros pomares comerciais, e a partir da década de 1960, com o desenvolvimento da indústria de suco concentrado, o aumento da demanda pela matéria-prima levou à expansão da área plantada e da produção até o fim dos anos 1990, tornando-se uma importante atividade agrícola brasileira (NEVES, 2010).

Atualmente, o Brasil é líder mundial na produção de laranjas, sendo que na safra de 2019/2020 a produção foi de 17.6 milhões toneladas da fruta, em uma área de 650 mil hectares (FAO, 2020; IBGE, 2020). O país é o responsável por 34% da produção de laranja e mais da metade do suco produzido em todo o mundo e atende regularmente 64 países, com participações nas exportações mundiais de 77,5%, sendo o mais importante fornecedor de suco concentrado congelado (NEVES; TROMBIN, 2017; AGROSTAT, 2018; USDA, 2019). Deste modo, a citricultura se configura como importante atividade para o cenário econômico e social brasileiro, por atuar na criação de empregos, na captação de divisas, na geração de renda e no desenvolvimento regional (NEVES; TROMBIN, 2017).

Entre os principais polos citrícolas no Brasil se destacam os estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Bahia, com 419, 37, 23 e 58 mil hectares de laranja cultivada em 2019, respectivamente (FUNDECITRUS, 2020; IBGE, 2020). São Paulo é o atualmente o maior produtor, sendo que em 2019 produziu 13.7 milhões de toneladas de laranja, correspondendo a mais de 75% de participação na produção nacional. No Estado do Paraná, foram produzidas na safra 2019 cerca de 812 mil toneladas de laranjas, constituindo à terceira posição do *ranking* nacional, e destaca-se pelo melhor índice de produtividade do país (IBGE, 2020).

2.2 PORTA-ENXERTOS

Até a metade do século XIX a propagação das plantas cítricas era efetuada por sementes. Com a manifestação da doença gomose de *Phytophthora* spp. o uso de porta-enxertos tolerantes tornou-se determinante para o futuro da atividade citrícola. No Brasil, a laranja 'Caipira' (*Citrus sinensis* L. Osb.) era utilizada como principal porta-enxerto, contudo, por ter suscetibilidade à seca e à gomose de *Phytophthora* spp., foi logo substituída pela laranja 'Azeda' (*Citrus aurantium* L. Osb.). Porém, a intolerância deste porta-enxerto ao vírus da tristeza praticamente dizimou a citricultura brasileira na década de 1940 (MOREIRA et al., 1991).

Com isso, a partir da década de 1960, o limão 'Cravo' (*Citrus limonia*) passou a liderar a preferência dos citricultores e, em alguns anos, atingiu 99% das mudas produzidas. Apesar deste porta-enxerto apresentar boas características e ter impulsionado a citricultura, a partir da década de 1970, com o surgimento do declínio dos citros, optou-se pela diversificação de porta-enxertos. Entre 1984 e 1988, a tangerina 'Cleópatra' (*Citrus reshni* hort. ex. Tanaka) teve seu uso aumentado (24% das mudas produzidas) e em escala menor, outros porta-enxertos, como a tangerina 'Sunki' (*Citrus sunki* hort. ex. Tanaka), o limão 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* V. Tenn. et Pasq.), *Poncirus trifoliata* e seus híbridos (MOREIRA et al., 1991; CARLOS et al., 1997).

O porta-enxerto atua diretamente sobre o desempenho das copas, induz alterações no seu desenvolvimento, vigor, precocidade de produção, quantidade e qualidade de produção, maturação e massa dos frutos, cor da casca e do suco, teor de açúcares, de ácidos e de outros componentes do suco, permanência dos frutos na planta e sua conservação após a colheita, absorção, síntese e utilização de nutrientes, tolerância a salinidade, à seca, ao frio e resistência a pragas e doenças (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2005; CASTLE, 2010; MARTÍNEZ-CUENCA et al., 2016).

Tanto a produção quanto a qualidade dos frutos são fortemente influenciadas pelas condições de clima, adubação, solo, espaçamento e por diversos outros fatores relacionados ao manejo e ambiente de cultivo. Entretanto, alguns porta-enxertos, sob mesma condição, podem potencializar e determinar características importantes das plantas (DI GIORGI et al., 1993; CARLOS et al., 1997; CASTLE, 2010). Para que a planta alcance o seu potencial produtivo é necessário que ela esteja instalada em um ecossistema que ofereça todas as exigências ambientais da cultivar, receba os tratamentos culturais necessários e que haja uma interação positiva entre a copa e o porta-enxerto (POMPEU JUNIOR, 2005). Deste modo, os porta-enxertos podem

determinar ao pomar o destino de produção, processamento industrial e consumo in natura, em função da qualidade dos frutos.

A produção brasileira de laranja é baseada na utilização de poucas variedades copas e porta-enxertos, com baixa diversificação de materiais genéticos. Estima-se que o limão 'Cravo' e o citrumelo 'Swingle' representa a maior porcentagem dos porta-enxertos utilizados pelos citricultores no país (ALMEIDA; PASSOS, 2011; CARVALHO et al., 2019). No maior polo citrícola do Brasil, o Estado de São Paulo, a estimativa é de que os pomares estejam constituídos com aproximadamente 50% de limão 'Cravo' e 20% com citrumelo 'Swingle' (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2016), fato que demonstra a limitação de porta-enxertos, sendo os pomares restritos basicamente ao uso destas duas variedades. Neste contexto, a utilização de um único ou de poucos porta-enxertos pode não atender características peculiares de cada variedade copa ou região e, oferece riscos para a sanidade e rendimento dos pomares (POMPEU JUNIOR et al., 2002; CASTLE, 2010).

O Brasil possui alguns dos principais bancos ativos de germoplasma de citros do mundo. Nesses bancos são mantidos os novos materiais genéticos ou plantas cítricas, provenientes de outros países e introduzidos no Brasil, e são a base dos programas de melhoramento genético de citros conduzidos no País. Esses bancos ativos de germoplasma possuem grande diversidade genética de laranjeiras, tangerineiras, limoeiros, limeiras, cidreiras, pomeleiros e híbridos, porém, grande parte desse material genético ainda é desconhecida dos citricultores (BASTOS et al., 2014).

Tendo em vista a diversificação da citricultura brasileira, novas cultivares de porta-enxertos vêm sendo introduzidas e estudadas em diversas regiões do país, com intuito de identificar as que se destacam em produtividade, maior porcentagem de suco, alto teor de sólidos solúveis, baixa acidez, dentre outras características agrônômicas (BASTOS et al., 2014). Este é o caso de alguns porta-enxertos híbridos de 'Trifoliatas' (citrumelos e citrandarins), que podem proporcionar às variedades copas boa qualidade dos frutos, alta produção e menor porte de plantas, características imprescindíveis para consolidação dos pomares cítricos (SCHINOR et al., 2013; ANDERSEN; BRODBECK, 2015; BOWMAN et al., 2016; DONADIO et al., 2019).

2.2.1 Limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck)

Entre as principais características atribuídas ao limão 'Cravo' como porta-enxerto estão: bom vigor, tolerância ao estresse hídrico, fácil obtenção de sementes, grande vigor no viveiro, bom pegamento de mudas no plantio, rápido crescimento, produção alta e precoce e com frutos de qualidade regular. É compatível com todas as cultivares comerciais de copa, e apresenta média tolerância ao frio, além de bom comportamento em solos arenosos. Ainda, é tolerante ao vírus da tristeza (CTV), mas é suscetível ao exocorte e à xiloporose, e oferece média resistência à gomose de *Phytophthora* spp. (POMPEU JUNIOR, 2005).

Geralmente, laranjas enxertadas em limão 'Cravo' apresentam qualidade de suco inferior em relação aos obtidos em outros porta-enxertos, como os trifoliatas e seus híbridos. No Paraná, o limão 'Cravo' foi inferior ao citrange 'Troyer' na indução de concentração de sólidos solúveis totais e rendimento industrial para a copa de laranja 'Valência' (AULER et al., 2008) e inferior em índice tecnológico ao 'Trifoliata' e tangerina 'Sunki', para a copa de laranja 'Folha Murcha' (STENZEL et al., 2005). Além disso, para laranja 'Cadenera', induziu produção de frutos inferior à obtida sobre o citrumelo 'Swingle', tangerinas 'Sunki' e 'Cleópatra' e ao citrange 'C-13' (DOMINGUES et al., 2018).

2.2.2 Tangerina 'Sunki' (*Citrus sunki* hort. ex. Tanaka)

A tangerina 'Sunki' é originária da China e faz parte do grupo das microtangerinas juntamente com 'Cleópatra', 'Amblicarpa', 'Nasnaran', 'Pectinífera' e outras. Possuem frutos pequenos, achatados, com diâmetro de 3 a 6 cm, com a casca solta e de coloração alaranjada quando maduros (CARLOS et al., 1997). Tem sido indicada como opção de diversificação de porta-enxertos cítricos, por ser recomendada para laranjeiras, tangerineiras e pomeleiros, possuir tolerância ao declínio, tristeza e morte súbita dos citros, xiloporose e a gomose de *Phytophthora* além de induzir boa qualidade aos frutos (POMPEU JUNIOR, 2005).

As laranjas enxertadas em tangerina 'Sunki' tendem ser mais vigorosas, apresentando maior altura e volume de copa que nos obtidos em limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle', no entanto, os parâmetros de qualidade dos frutos e a produção das plantas induzidas pela tangerina 'Sunki' foram similares as

proporcionadas por estes porta-enxertos (STENZEL et al., 2005; AULER et al., 2008; DOMINGUES et al., 2018). Também, porta-enxertos híbridos de tangerina ‘Sunki’ × *P. trifoliata* apresentaram alto potencial ananicante, além de proporcionarem boa qualidade de frutos e produção para laranja ‘Pera’ (SCHINOR et al., 2013).

2.2.3 Tangerina ‘Cleópatra’ (*Citrus reshni* hort. ex. Tanaka)

A tangerina ‘Cleópatra’ é tolerante à tristeza, exocorte, xiloporose, declínio e à morte súbita dos citros, e apresenta média resistência à gomose de *Phytophthora* spp. (CASTLE et al., 1993; POMPEU JUNIOR, 2005). Tem como inconveniente induzir a maturação e produção tardia dos frutos quando comparado a outros porta-enxertos como o citrumelo ‘Swingle’, limão ‘Cravo’ e laranja ‘Azeda’ (CASTLE et al., 1993; POMPEU JUNIOR, 2005; DOMINGUES et al., 2018). No entanto, induz produções próximas ou superiores às obtidas sobre limão ‘Cravo’, além de boa qualidade de suco (POMPEU JUNIOR, 2005).

Como porta-enxerto para a laranja ‘Valência’, a tangerina Cleópatra induziu maior altura de plantas em relação ao citrumelo ‘Swingle’, com qualidade de frutos e produções similares (CASTLE et al., 2010). No Noroeste do Paraná, plantas de laranja ‘Folha Murcha’ enxertadas em tangerina ‘Cleópatra’ apresentaram maior vigor de copa e produção acumulada do que sobre tangerina ‘Sunki’ e citrange ‘C-13’ (STENZEL et al., 2005). Ainda, plantas de laranja ‘Lane Late’ apresentaram maior volume de copa, mas com baixa eficiência produtiva quando enxertada na tangerina ‘Cleópatra’ em relação aos híbridos ‘F&A-13’, ‘F&A-418’ (*C. reshni* Cleópatra × *P. trifoliata*) e ao citrange ‘Carrizo’ [*C. sinensis* L. Osb. × *P. trifoliata*] (LEGUA et al., 2011).

2.2.4 ‘Trifoliata’ (*Poncirus trifoliata* L. Raf.)

O ‘Trifoliata’ é originário de regiões frias da China e é reconhecido por ser um porta-enxerto capaz de induzir excelente qualidade de frutos, menor vigor de copa, tolerância a doenças como morte súbita dos citros, tristeza e gomose de *Phytophthora* spp. (POMPEU JUNIOR, 2005; PASSOS et al., 2006), sendo seu uso muito frequente no Japão, na Austrália, na Nova Zelândia, na Argentina, no Uruguai e nos Estados Unidos. No Brasil, o uso desse porta-enxerto é mais restrito ao Rio Grande do Sul, devido à sua boa adaptação a climas frios (PASSOS et al., 2006).

Suas principais restrições são a sensibilidade à seca, incompatibilidade com algumas cultivares copa, como a laranjeira 'Pera' e o tangor 'Murcott', e baixa tolerância ao declínio de citros e à exocorte (CARLOS et al., 1997; POMPEU JUNIOR, 2005).

De modo geral, o 'Trifoliata' e seus híbridos induzem às copas a produção de frutos com melhores características comerciais que as obtidas sobre outros porta-enxertos. A maturação dos frutos é mais tardia que a proporcionada pelo limão 'Cravo', sendo considerado um porta-enxerto com potencial ananicante (ESPINOZA-NUÑEZ et al., 2011; DONADIO et al., 2019). Devido a essas qualidades foi muito utilizado em programas de cruzamento, dando origem a vários porta-enxertos, como os híbridos de citrandarins e citrumelos, que, atualmente, são utilizados para diversificação nos pomares cítricos em diversos países, como Flórida, EUA, e Espanha (WUTSCHER; BOWMAN, 1999; CASTLE; BALDWIN, 2005; LEGUA et al., 2011; BOWMAN et al., 2016).

Dentre as principais seleções destaca-se o mutante natural 'Flying Dragon' [*P. trifoliata* (L.) var. *monstrosa* Raf.] que se distingue do 'Trifoliata' comum principalmente por induzir copas de pequeno porte. Essa característica é muito apreciada para plantios adensados e tem ganhado importância no Brasil principalmente em plantios da lima ácida 'Tahiti' (*C. latifolia* Tanaka) em função da maior eficiência do sistema produtivo (STUCHI et al., 2003). O trifoliata 'Flying Dragon' é considerado uma mutação do trifoliata originada no Japão, introduzido nos Estados Unidos por Walter T. Swingle em 1915 e, em São Paulo, por Jorgino Pompeu Junior, em 1982, a partir de sementes obtidas no Citrus Research and Education Center, Universidade da Flórida, EUA (POMPEU JUNIOR, 2005).

2.2.5 Citrandarins [*Citrus* spp. × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]

Citrandarins são híbridos de tangerinas com 'Trifoliata', como as tangerinas 'Sunki' ou 'Cleópatra', que buscam reunir as qualidades das tangerinas, como tolerância ao declínio e à morte súbita dos citros, às qualidades dos trifoliatas, entre elas a resistência à gomose de *Phytophthora* além da formação de plantas de pequeno tamanho, com elevada eficiência produtiva de frutos de alta qualidade (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2014). Genótipos criados pelo USDA, Flórida, EUA, foram importados via sementes também por J. Pompeu Junior em 1982 (POMPEU JUNIOR et al., 2002).

Dentre os citrandarins que já estão em uso se destacam: citrandarin X-639 ('Cleópatra' × 'Trifoliata') utilizado na África do Sul, citrandarins 'Changsha' × 'English Large' (US 852), 'Sunki' × 'Benecke' (US 812) e 'Cleópatra' × 'Flying Dragon' (US 897) nos Estados Unidos, e, na Espanha, são utilizados 'Cleópatra' × 'Trifoliata' (Forner & Alcaide-5) e 'F&A-13' (BROADBENT; GOLLNOW, 1994; FORNER et al., 2003; BOWMAN et al., 2016).

Os citrandarins mais promissores em avaliações realizadas no estado de São Paulo foram 'US 801' (*C. reticulata* 'Changsha' × *P. trifoliata* 'English Small') e o 'US 812' (*C. reticulata* 'Sunki' × *P. trifoliata* 'Benecke'), que induziram maior produção e qualidade de frutos para laranja 'Valência', se mostraram tolerantes à tristeza e com boa resistência à gomose de *Phytophthora* e ao nematoide dos citros (POMPEU JUNIOR, 2005). Quando comparados 11 citrandarins com os citrangeiros 'Troyer' e 'Carrizo' (*C. sinensis* × *P. trifoliata*), foi verificado que pelo menos cinco deles foram superiores aos citranges, considerando as cinco primeiras safras avaliadas para a copa de laranja 'Valência', incluindo o híbrido 'Cleópatra' × 'English' (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2005).

Os citrandarins 'Sunki' × 'English', 'Changsha' × 'English Small' e os irmãos germanos de 'Cleópatra' × 'Rubidoux' induziram maiores produções de frutos à laranjeira 'Pera', no total de três colheitas na região de Mogi Guaçu, SP. Além disso, as plantas da laranja 'Pera' enxertadas nos citrandarins 'Sunki' × 'Benecke' e 'Cleópatra' × 'Rubidoux' demonstraram precocidade de produção; os portas-enxertos citromonia 'Cravo' × 'Swingle' e o citrange 'C-13' induziram produções mais tardias (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2014).

Na Flórida, a laranja 'Valência' enxertada nos citrandarins 'Changsha' × 'English Large', 'Changsha' × 'English Small' e 'Sunki' × 'Benecke' apresentaram produções superiores e frutos com maiores teores de sólidos solúveis que às obtidas com o trifoliata 'Davis A' (BOWMAN et al., 2003). Em outro estudo, os citrandarins 'Cleópatra' × 'Gotha Road' (US 1282) e 'Changsha' × 'Gotha Road' (US 1279) proporcionaram às plantas de laranja 'Hamlin' maior volume de copa em relação ao trifoliata 'Flying Dragon' e ao citrumelo 'Swingle' (BOWMAN; MCCOLLUM, 2015).

2.2.6 Citrumelos [*Citrus paradisi* Macfad. × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]

Os citrumelos são híbridos provenientes do cruzamento entre o pomelo 'Duncan' (*C. paradisi*) com o trifoliata (*P. trifoliata*) e foram inicialmente produzidos pelo pesquisador Walter T. Swingle em 1907, na Flórida, EUA (HUTCHISON, 1974). O citrumelo 'Swingle' foi primeiramente testado sob a sigla CPB 4475 e posteriormente nominado em homenagem ao seu criador (CASTLE; STOVER, 2001). É o principal porta-enxerto em uso na Flórida (FDA, 2018), em função da produção de frutos com boa qualidade (altos teores de sólidos solúveis), e por sustentar pomares que normalmente apresentam poucas perdas de plantas no campo causadas por declínio e outros fatores (CASTLE et al., 2010).

No Brasil o citrumelo 'Swingle' passou a ser o mais utilizado como nova opção de porta-enxerto devido ao surgimento da morte súbita (PASSOS et al., 2005). No entanto, em virtude de sua incompatibilidade com a laranja 'Pera' (*C. sinensis*), principal cultivar de copa empregada na citricultura brasileira e, por ter maior sensibilidade à seca, seu uso ainda não superou o limão 'Cravo', sendo atualmente o segundo mais utilizado pelos citricultores no Brasil (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2005; POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2016). Esse porta-enxerto possui alta resistência à gomose, ao declínio e à morte súbita dos citros. Apresenta bom vigor no viveiro, porém com início de produção mais tardia quando comparado ao limão 'Cravo'. Também induz boa qualidade aos frutos produzidos (POMPEU JUNIOR, 2005). O sucesso do citrumelo 'Swingle' na Flórida, Estados Unidos, estimulou Mortimer Cohen, pesquisador do então Indian River Field Laboratory, Fort Pierce, Flórida, a repetir em 1955 o cruzamento do pomelo 'Duncan' com 'Trifoliata', dando origem aos citrumelos genericamente designados como série F.80 (CASTLE et al., 1993; CASTLE; STOVER, 2001).

Em Cordeirópolis, SP, plantas de laranja 'Valência' enxertadas sobre os citrumelos F.80-7, F.80-6, F.80-5, F.80-3 e F.80-18, apresentaram porte menor, enquanto os citrumelos 'Swingle' e 'W-2' e o limão 'Cravo' induziram copas maiores. No entanto, todos porta-enxertos utilizados no estudo foram considerados ananicantes, por terem proporcionado laranjeiras com altura inferior ou igual à 2,5 m, em pomar com seis anos de idade (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2011). Ainda, os citrumelos F.80-5, F.80-3, F.80-7, F.80-6 e 'W-2' mostraram-se tolerantes à tristeza e ao declínio, sendo que os dois primeiros induziram produções semelhantes às proporcionadas pelo citrumelo 'Swingle' (POMPEU JUNIOR et al., 2002). Como porta-

enxertos de laranja 'Hamlin' os citrumelos F.81-18 e F.80-2 proporcionaram maior concentração de sólidos solúveis que os obtidos em laranja 'Azeda', e o citrumelo F.80-3 induziu maiores concentrações de sólidos solúveis em relação ao citrumelo 'Swingle' (YOUTSEY; LEE, 1995).

2.3 CULTIVARES COPAS

Em plantios comerciais, as cultivares copas estão, basicamente, distribuídas em seis grupos: laranjas, tangerinas, limões, limas ácidas, pomelos e outros de menor importância. As laranjas doces (*C. sinensis* L. Osb.) predominam na maioria dos países citrícolas com, aproximadamente, dois terços dos plantios, ficando o restante para as demais espécies (MOURÃO FILHO et al., 2008; BASTOS et al., 2014).

Existem quatro subgrupos de laranjas doces divididas conforme suas características de frutos: comum ('Pera', 'Valência', 'Natal' e 'Folha Murcha'), de umbigo ('Baia', 'Baianinha'), sanguíneas e de baixa acidez ('Lima', 'Piralima' e 'Serra D'água') (MOURÃO FILHO et al., 2008). As laranjas também são classificadas de acordo com sua época de maturação: precoces, meia estação e tardias. Essa classificação está relacionada com o tempo necessário, a partir da antese, para atingir o ponto ideal de colheita (POZZAN; TRIBONI, 2005). Quanto à sua utilização, as comuns atendem tanto o mercado de fruta fresca quanto à indústria, e as mais cultivadas no Brasil são as laranjas 'Pera' (meia estação), 'Valência', 'Natal', 'Folha Murcha' (tardias), 'Hamlin', 'Valência Americana' 'Westin' e 'Rubi' (precoces) (MOURÃO FILHO et al., 2008; PASSOS et al., 2019).

2.3.1 Laranja 'Valência'

A laranja 'Valência' é originária provavelmente de Portugal e foi introduzida no Brasil a partir de material propagativo importado da Flórida, EUA. A maioria dos países citrícolas cultiva a laranja 'Valência' e, em muitos deles, ela representa a principal variedade comercial. No Brasil, ocupa lugar de destaque entre os produtores, devido à alta produtividade e qualidade dos frutos. Seus frutos podem ser destinados para comercialização de fruta fresca e processamento industrial (FIGUEIREDO, 1991; SAUNT, 2000; BASTOS et al., 2014).

A laranja 'Valência' apresenta maturação tardia e a colheita normalmente é realizada de agosto a dezembro no Brasil (FIGUEIREDO, 1991; BASTOS et al., 2014). Para caracterização de frutos dessa cultivar foram atribuídos os seguintes índices de qualidade: teor de sólidos solúveis - SS de 11,8 °Brix, acidez titulável - AT de 1,02% de ácido cítrico, índice de maturação – IM (SS/AT ou *ratio*) de 11,2, rendimento em suco de 50% e massa de fruto de 150g (FIGUEIREDO, 1991). Vale ressaltar que as variáveis de qualidade são diretamente influenciadas pelas condições edafoclimáticas e pelas combinações entre copa e porta-enxerto.

2.4 ADENSAMENTO DE PLANTIO

O adensamento de plantio é uma prática simples capaz de permitir maior produtividade da área e favorecer a longevidade do pomar, devido ao maior estande final de plantas que é obtido. Além disso, esta prática tem sido utilizada em países afetados pelo huanglongbing (HLB), doença que causa sérios prejuízos aos pomares cítricos, visto que diminui a necessidade do replantio em função da erradicação de plantas doentes (STUCHI; GIRARDI, 2011; STUCHI et al., 2012; SULZBACH et al., 2017).

O conhecimento das características de variedades copas e de porta-enxertos, e as interações entre eles, em relação ao vigor das plantas são essenciais para escolha da densidade do plantio e do espaçamento mais adequado a ser utilizado (TEÓFILO SOBRINHO et al., 2012). Controlar o tamanho das plantas com o uso de porta-enxertos é de interesse já que não aumentaria os custos de estabelecimento e manejo dos pomares. Neste contexto, a melhor solução para um controle natural do tamanho seria a seleção de variedades, porta-enxertos ou combinações com características ananizantes ou de pouco vigor (TEÓFILO SOBRINHO et al., 2012; CANTÚRIAS-ÁVILES et al., 2012). Com isso, as técnicas de manejo são facilitadas e pode ocorrer redução no uso de defensivos e nos custos de produção. Plantas com porte menor podem também facilitar a colheita, uma vez que não há necessidade do uso de escadas ou ganchos, o que gera redução dos custos (STUCHI et al., 2012).

São considerados porta-enxertos como potencial ananizantes aqueles que induzam altura inferior a 2,5 m em plantas adultas (BITTERS et al., 1981; POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2011). O efeito do porta-enxerto sobre o vigor das plantas pode se expressar de maneira diferente conforme às condições

edafoclimáticas de regiões de cultivo e pelas características das variedades copa neles enxertadas (CASTLE et al., 1993; MADEMBA-SY et al., 2012). Entre os genótipos que induzem às copas menor vigor de plantas, se destacam as seleções naturais dos trifoliatas, como o ‘Flying Dragon’, e alguns de seus híbridos, citrandarins e citrumelos (CASTLE et al., 1991; POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2009; ANDERSEN; BRODBECK, 2015; DONADIO et al., 2019). Além do menor porte de planta, é fundamental também que o porta-enxerto proporcione boa eficiência produtiva, aliada com boa qualidade dos frutos.

Na avaliação do desempenho da laranja ‘Folha Murcha’ sobre 12 porta-enxertos em Bebedouro, SP, concluiu-se que o porta-enxerto ‘Flying Dragon’ induziu menor vigor de copa, maior eficiência de produção e melhor qualidade de frutos, sendo recomendado como opção de diversificação, principalmente, para plantios adensados (CANTÚRIAS-AVILÉS et al., 2011; 2012). Também, genótipos de citrumelos da série F.80, promoveram alta eficiência produtiva e menor porte de plantas para laranja ‘Valência’, sendo superiores ao citrumelo ‘Swingle’ e limão ‘Cravo’ (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2011) (Figura 2.4.1). Em outro estudo com laranja ‘Valência’, foi verificado que os citrandarins ‘Clementina’ × ‘Trifoliata’, ‘Cleópatra’ × ‘Swingle’, ‘Cleópatra’ × ‘Rubidoux’, e ‘Cleópatra’ × ‘Christian’ induziram plantas menores que os demais híbridos avaliados (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2009).



Figura 2.4.1 Porte da laranja ‘Valência’ enxertada no citrumelo F.80–18 (A) e no híbrido de limão ‘Cravo’ × laranja ‘Azeda’ (B). Pomar com cinco anos de idade. Guairaça-PR. 2018. Fonte: o próprio autor.

2.5 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS CÍTRICOS

As análises das características físico-químicas são utilizadas como fatores de seleção na colheita e, normalmente, como indicativo da qualidade parcial da fruta. Estas análises consistem em avaliar o teor de sólidos solúveis – SS, acidez titulável – AT, índice de maturação – IM (*ratio*) e o índice tecnológico – IT dos frutos (POZZAN; TRIBONI, 2005; LADO et al., 2014). Além disso, para as características físicas, destacam-se o tamanho (relação entre largura/comprimento) e a massa dos frutos (DI GIORGI et al., 1993).

A composição química da laranja é bastante complexa e é composta por água (86-92%); açúcares (5-8%); pectina (1-2%); componentes nitrogenados (0,7-0,8%); lipídios (0,2-0,5%); óleo essencial (0,2-0,5%) e minerais (0,5-0,95%). Os outros componentes são enzimas, pigmentos, constituintes voláteis, flavonoides e vitaminas. Essa composição varia de acordo com a cultivar, porta-enxerto, clima, altitude, adubação, tratos culturais e estágio de maturação (BERMEJO; CANO, 2012).

Os sólidos solúveis (SS) são compostos de todos os constituintes da fruta dissolvidos na porção de água do suco. Os principais na laranja são os açúcares glicose, frutose e sacarose, que correspondem a cerca de 70%. A medição do teor de açúcar fornece a indicação do estágio de maturação da fruta e o rendimento industrial. Pesquisas com qualidade de frutos utilizam a determinação de SS do suco (°Brix), que são medidos com auxílio de refratômetro (CHITARRA; CHITARRA, 2005; LADANIYA, 2008).

A acidez titulável (AT) é um dos principais parâmetros que indicam a qualidade e o ponto de colheita dos frutos. À medida que os frutos crescem, o teor de ácidos orgânicos se comporta de maneira diferente, pois aumentam no início do desenvolvimento dos frutos, permanece constante nas fases iniciais e decresce durante a maturação (MEDINA, et al., 2005; LADANIYA, 2008). A AT em laranjas e tangerinas maduras deve estar entre 0,5 e 1,0% (PEREIRA et al., 2006).

O IM (*ratio*), ou a relação entre SS e AT, é amplamente utilizado como índice de maturação do fruto cítrico, pois, determina o balanço de sabor doce/ácido da fruta (EL-OTAMI et al., 2011; LADO et al., 2014). Essa relação é amplamente utilizada por ser considerada como o melhor índice de maturação disponível, de fácil determinação e seus valores estarem mais próximo do grau de maturação real (SOUSA, 2009). A relação adequada depende do cultivar, do destino da produção

(indústria ou consumo *in natura*), da época do ano e da preferência dos consumidores. Teores mais elevados de SS, desde que adequadamente equilibrados com os teores de AT, geralmente resultam em sabor mais agradável do fruto (AGUSTÍ, 2000).

No Brasil, o ideal é que a colheita dos frutos se inicie quando o *ratio* alcança entre 12 e 13 (MARCHI, 1993; STENZEL et al., 2006). Os frutos destinados à indústria de suco concentrado devem apresentar os valores de *ratio* entre 12 e 18 (POZZAN; TRIBONI, 2005). Para comercialização de frutas frescas o *ratio* descrito é de 9,5 para regiões Sul e Sudeste (GUTIERREZ; ALMEIDA, 2005). Na Flórida, EUA, é considerado o *ratio* mínimo igual a 8 para colheita de frutos para consumo *in natura* (OBELAND et al., 2009).

O índice tecnológico (IT) também pode ser utilizado como indicador de qualidade e é usado principalmente pelas indústrias de suco concentrado, pois indica o valor da fruta para o processamento ou rendimento em suco, já que a água será extraída. É calculado pela expressão: $IT = [\text{rendimento em suco (\%)} \times \text{SS (}^\circ\text{Brix)} \times \text{massa da caixa padrão industrial de citros (40,8 kg)}] \times 10.000^{-1}$, expresso em kg de SS por caixa de 40,8 kg (DI GIORGI et al., 1990).

Para o processamento industrial, embora a boa aparência dos frutos seja desejável, o rendimento do suco, o *ratio* e o IT são as variáveis mais importantes a serem consideradas (AULER et al., 2008) que refletem diretamente na qualidade dos frutos destinados à indústria de suco. No entanto, estes parâmetros são fortemente relacionados às variações ocorridas durante o estágio de maturação, influenciadas sobretudo, pelas condições climatológicas das regiões de cultivo e pelas características das variedades copa e porta-enxertos (MEDINA et al., 2005; STENZEL et al., 2006; SOUSA, 2009).

REFERÊNCIAS

- AGROSTAT - **Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em: mar/2019.
- AGUSTÍ, M. **Citricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 2000. 416p.
- ALMEIDA, C. O. de; PASSOS, O. S. **Citricultura brasileira em busca de novos rumos: Desafios e oportunidades na região nordeste**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 145p.
- ANDERSEN, P. C.; BRODBECK, B. V. Yield, Tree Size, and Fruit Quality of Mature 'Owari' and 'Brown Select' Satsuma on *Poncirus trifoliata* 'Rubidoux' and 'Flying Dragon' Rootstocks in North Florida. **HortScience**, Alexandria, v. 50, n.11, p. 1650-1653, 2015.
- AULER, P. A. M.; FIORI-TUTIDA, A. C. G.; TAZIMA, Z. H. Comportamento da laranjeira 'Valência' sobre seis porta-enxertos no Noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 229-234, 2008.
- BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÀ, J. F. de; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 36-45, 2014.
- BERMEJO, A.; CANO, A. Analysis of Nutritional Constituents in Twenty Citrus Cultivars from the Mediterranean Area at Different Stages of Ripening. **Food and Nutrition Sciences**, Wuhan, v. 3, n. 5, p. 639-650, 2012.
- BITTERS, W.P.; COLE, D.A.; MCCARTY, C.C. Effect of budding height on yield and tree size of 'Valencia' orange on two rootstocks. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Lake Alfred, v.1, p.109-110, 1981.
- BOWMAN, K. D.; GRAHAM, J.H.; ADAIR, R. C. Young tree growth in a flatwood's rootstocks trial with *Diaprepes weevil* and Phytophthora diseases. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, v.116, 249–251, 2003.
- BOWMAN, K. D.; MCCOLLUM, G. Five new citrus rootstocks with improved tolerance to Huanglongbing. **HortScience**, Alexandria, v. 50, p. 1731–1734, 2015.
- BOWMAN, K. D.; MCCOLLUM, G.; ALBRECHT, U. Performance of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) on 17 rootstocks in a trial severely affected by Huanglongbing. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 201, p. 355-361, 2016.
- BROADBENT, P.; GOLLNOW, B.I. Selecting disease-tolerant citrus rootstocks for Australia. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, v.2, 1994, Acireale. **Proceedings....** Acireale: International Society of Citriculture, 1994. p. 758-764.

CANTUARIAS-AVILÉS, T. MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S. SILVA, S. R.; ESPINOZA-NUÑEZ. E. Horticultural performance of Folha Murcha sweet orange onto twelve rootstocks. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 129, n. 2, p. 259-265, 2011.

CANTUARIAS-AVILÉS, T. MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S. SILVA, S. R.; ESPINOZA-NUÑEZ. E.; NETO, H. B. Rootstocks for high fruit yield and quality of 'Tahiti' lime under rain-fed conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 142, p. 105-111, 2012.

CARLOS, E. F.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L.C. Porta-enxertos para a citricultura paulista. **Boletim Citrícola**, Jaboticabal, n.1, p.47, 1997.

CARVALHO, S. A. de. Propagação dos citros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 209, p. 21-25, 2001.

CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H; KREZDORN, A.H.; YOUTSEY, C.O. **Rootstocks for Florida citrus**. 2nd. ed. Gainesville: University of Florida, 1993. 92p.

CASTLE, W.S.; STOVER, E. Update on Use of Swingle Citrumelo Rootstock. **Horticultural Sciences Department series**, Document HS-801, IFAS, Flórida, p. 4, 2001.

CASTLE, W. S.; BALDWIN, J. C. Rootstock effects on 'Hamlin' and 'Valencia' orange trees growing at central ridge and flatwoods locations. **HortScience**, Alexandria, v.118, p.4-14, 2005.

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

CASTLE, W.S.; BALDWIN, J. C.; MURARO, R.P.; LITTELL, R. 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.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

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.

DI GIORGI, F.; IDE, B. Y.; DIB, K.; MARCHI, R. J.; TRIBONI, H. R.; MARCHI, R. J.; WAGNER, R. L. Qualidade da laranja para industrialização. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 14, n.1, p. 97-118, 1993.

DOMINGUES, A. R.; NEVES, C. S. V, J.; YADA, I. F. U.; LEITE-JUNIOR, R. P.; TAZIMA, Z. H. Performance of 'Cadenera' orange trees grafted on five rootstocks. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n.4, e-764, 2018.

DONADIO, L. C.; LEDERMAN, I. E.; ROBERTO, S. R.; STUCHI, E. S. Dwarfing-canopy and rootstock cultivars for fruit trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 41, n.3, e-997, 2019.

EL-OTMANI, M.; AIT-OUBAHOU, A.; ZACARIAS, L. Citrus spp.: Orange, mandarin, tangerine, clementine, grapefruit, pomelo, lemon and lime: In: YAHIA, E. M. **Postharvest Physiology and Technology: Tropical and Subtropical Fruits**. 1. ed. v.2. Cambridge: Woodhead publishing, 2011, p. 437-514.

ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; MOURÃO-FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S.; CANTURIAS-AVILÉS, T.; DIAS, C. T. S. Performance of 'Tahiti' lime on twelve rootstocks under irrigated and non-irrigated conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 129, p. 227-231, 2011.

FIGUEIREDO, J. O. Variedades comerciais. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A. A. **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, p. 1991. p. 228-57.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- FAO. FAOSTAT. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/>>. Acesso em 12 mar. 2020.

FORNER, J. B.; FORNER-GINER, M. A.; ALCAIDE, A. Forner-Alcaide 5 and Forner-Alcaide 13: Two new citrus rootstocks released in Spain. **HortScience**, Alexandria, v.38, p. 629-630, 2003.

FDA – Florida Department of Agriculture. **Citrus budwood: Annual Report 2017/2018. Consumer Services**. Disponível em: <https://www.fdacs.gov/content/download/62638/file/2018-annual_report_combined.pdf>. Acesso em 27 jun. 2020.

FUNDECITRUS. Fundo de Defesa da Citricultura. **Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro 2019/2020: Retrato dos pomares de março de 2019**. Araraquara: Fundecitrus: 2020, 136p.

GUTIERREZ, A. S. D.; ALMEIDA, G. V. B. Beneficiamento e comercialização de frutos in natura. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR. **Citros**. (Ed). Campinas: IAC; Fundag, 2005. p. 823-837.

HUTCHISON, D. J. Swingle citrumelo - a promising rootstock hybrid. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, v.87, p.89-91, 1974.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <sidra.ibge.gov.br/home/lspa/>. Acesso em 27 mar. 2020.

LADANIYA, M. S. **Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation**. 1. ed. Atlanta: Elsevier Inc., 2008. 576p.

LADO, J.; ZACARÍAS, L.; RODRIGO, M. J. Maturity indicators and citrus quality. **Stewart Postharvest Review**. London, v. 10, n.2, p.1-6, 2014.

LEGUA, P.; BELLVER, R.; FORNER, J.; FORNER-GIRNER, M. A. Plant growth, yield and fruit quality of 'Lane Late' navel orange on four citrus rootstocks. **Investigación y Tecnología Agraria y alimentaria** (INIA), Madrid, v.9, n.1, p. 271-279, 2011.

MADEMBA-SY, F.; LEMERRE-DESPREZ, Z.; LEBEGIN, S. Use of Flying Dragon trifoliolate orange as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 47, n. 1, p. 4-10, 2012.

MARCHI, R. J. **Modelagem de curvas de maturação da laranja Pêra na região de Bebedouro- SP**. 1993. 107p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1993.

MARTÍNEZ-CUENCA, M. R, PRIMO-CAPELLA, A.; FORNER-GINER, M. A. Influence of Rootstock on Citrus Tree Growth: Effects on Photosynthesis and Carbohydrate Distribution, Plant Size, Yield, Fruit Quality, and Dwarfing Genotypes. In: RIGOBELLO, E. C. **Plant Growth**. Ch. 8. Rijeka: IntechOpen, 2016.

MEDINA, C.L.; RENA, A.B.; SIGUEIRA, D.L.; MACHADO, E.C. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR. **Citros**. (Ed). Campinas: IAC; Fundag, 2005. p.165-166.

MOREIRA, C. S.; MOREIRA, S. História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUEZ, O., TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JUNIOR; J.; AMARO, A. A. **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 1-21.

MOURÃO FILHO, F.A.A.; PIO, R.; MENDES, B.M.J.; AZEVEDO, F.A.; SCHINOR, E.H.; ENTELMANN, F.A.; ALVES, A.S.R.; CANTUÁRIASAVILES. Evaluation of citrus somatic hybrids for tolerance to *Phytophthora nicotianae* and citrus tristeza virus. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.115, p.301-308, 2008.

NEVES, M.F. O Retrato da Citricultura Brasileira. Ribeirão Preto: **CitrusBr**, p. 137, 2010.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. Anuário da Citricultura 2017. São Paulo: **CitrusBr**, p.57, 2017.

OBENLAND, D.; COLLIN, S.; MACKEY, B.; SIEVERT, J.; FJELD, K.; ARPAIA, M. L. Determinants of flavor acceptability during the maturation of navel oranges. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 52, p. 156-163, 2009.

PASSOS, O.S.; SOUSA, C.A.F.; SOARES FILHO, W.S.; PEIXOTO, L.S. **Alternativas de porta-enxertos de citros no Nordeste do Brasil**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 6p.

PASSOS, O. S.; PEIXOTO, L. S.; SANTOS, L. C.; CALDAS, R. C.; SOARES FILHO, W. S. Caracterização de híbridos de *Poncirus trifoliata* e de outros porta-enxertos de citros no Estado da Bahia. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n.3, p.410-413, 2006.

PASSOS, S. O.; BASTOS, C. D.; GIRARDI, A. E.; GURGEL, F. L.; GARCIA, M. V. B.; OLIVEIRA, R. P.; SOARES FILHO, W. S. Citrus Industry in Brazil with Emphasis on Tropical Areas. In: SAJID, M. (Ed.). **Citrus – Health Benefits and Production Technology**. London: IntechOpen, 2019. p. 1-21.

PEREIRA, M. E. C.; CANTILLANO, F. F.; GUTIEREZ, A. S. D.; ALMEIDA, G. V. B. **Procedimentos pós-colheita na produção integrada de citros**. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 40p.

POMPEU JUNIOR, J.; LARANJEIRA, F. F.; BLUMER, S. Laranjeiras ‘Valência’ enxertadas em híbridos de Trifoliata. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.1, p. 93-97, 2002.

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

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Performance de citrumelos F-80 no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 26, n.1, p. 77-85, 2005.

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

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Citrumelos como porta-enxertos para laranja ‘Valência’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 105-107, 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.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Variedades de porta-enxertos. **23º Curso de Citricultura**. Centro de Citricultura, Cordeirópolis, julho de 2016. Mídia digital.

POZZAN, M.; TRIBONI, H. R. **Colheita e qualidade do fruto**. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. Citros. (Ed). Campinas: IAC; Fundag, 2005. p.799-822.

SAUNT, J. **Citrus varieties of the world**. An illustrated guide. 1. ed. Norwich, England: Sinclair International Limited, 2000. 160p.

SCHINOR, E. H.; CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; MACHADO, M. A. Sunki Mandarin vs *Poncirus trifoliata* hybrids as rootstocks for Pera sweet orange. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v.5, p.190-200, 2013.

SOUSA, P. F. C. **Avaliação de laranjeiras doces quanto à qualidade de frutos, períodos de maturação e resistência a *Guignardia citricarpa***. 2009. 89p.; Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista: Faculdade de ciências Agrárias e Veterinárias, São Paulo, 2009.

STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J.; SCHOLZ, M. B. S.; GOMES, J. C. Comportamento da laranjeira 'Folha Murcha' em sete porta-enxertos no Noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p. 408-411, 2005.

STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J., MARUR, C. J.; SCHOLZ, M.B.S.; GOMES, J.C. Maturation curves and degree-days accumulation for fruits of 'Folha Murcha' Orange trees. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 3, p. 219-225, 2006.

STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R. Performance of Tahiti lime on *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* Flying Dragon in four densities. **Fruits**, Paris, v.58, p.13-17, 2003.

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.; GIRARDI, E. A.; SEMPIONATO, O. R.; REIFF, E. T.; SILVA, S. R.; PAROLIN, L. G. **Trifoliata 'Flying Dragon': Porta-enxerto para plantios adensados e irrigados de laranjeiras doces de alta produtividade e sustentabilidade**. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2012. 6p. (Comunicado Técnico, 152).

SULZBACH, M.; OLIVEIRA, R. P.; GIRARDI, E. A.; SCHWARZ, S. F.; BERTOLINI, E.; SCHNEIDER, L. A.; GONZATTO, M. P. **Huanglongbing (HLB) dos citros e estratégias de manejo visando prevenção e controle**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2017. 26p. (Comunicado Técnico, 450).

TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JUNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O. Adensamento de plantio da laranjeira 'Valência' sobre trifoliata. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 33, n. 1, p. 49-58, 2012.

USDA – United States Department of Agriculture. **Citrus: Markets and Trade. Foreign Agricultural Service**. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf>>. Acesso em 15 nov. 2019.

WUTSCHER, H. K.; BOWMAN, K. D. Performance of 'Valência' orange on 21 rootstocks in Central Flórida. **HortScience**, Alexandria, v.34, p.622-624, 1999.

YOUTSEY, C. O.; LEE, O. A 6-year comparison between 16 rootstocks budded with 'Hamlin' sweet orange. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, v.108, p.69-73, 1995.

3 ARTIGO A – HÍBRIDOS DE ‘TRIFOLIATA’ COMO POTENCIAIS PORTA-ENXERTOS PARA LARANJA ‘VALÊNCIA’ NO NOROESTE DO PARANÁ

3.1 RESUMO

A diversificação dos pomares com uso de novas combinações copa/porta-enxertos que apresentam menor vigor vegetativo, boa eficiência produtiva e frutos com alta qualidade industrial pode incrementar a lucratividade de toda cadeia produtiva de laranja e, conseqüentemente, colaborar para manutenção da atividade citrícola. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo, a produção e a qualidade de frutos da laranja ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osb.) enxertada sobre diferentes genótipos de porta-enxertos híbridos de ‘Trifoliata’ e selecionar os que apresentam potencial de uso para a região Noroeste do Paraná. Foram avaliados 20 porta-enxertos, entre eles, híbridos de ‘Trifoliata’ (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) com tangerina (citrandarins), e com pomelo (citrumelos). O pomar foi implantado em abril de 2013, em Guairaça, PR, Brasil, em solo predominantemente arenoso e sob condições de sequeiro. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 4 repetições e 4 plantas por parcela. O pomar experimental foi avaliado quanto ao crescimento vegetativo das copas, à produção e a qualidade dos frutos, em três safras consecutivas. Os dados foram submetidos à análise de variância complementada pelo teste de Scott-Knott. Além disso, foi realizado a Análise de Componentes Principais e o agrupamento dos porta-enxertos por meio da Classificação Hierárquica de Clusters. Por fim, foi proposto um Guia de Referência Rápida levando-se em consideração a influência que cada genótipo de porta-enxerto avaliado exerce sobre as principais características da laranja ‘Valência’ o citrumelo F.80–5 conferiu à laranja ‘Valência’ menor volume de copa e alta eficiência produtiva, além de induzir frutos com boa qualidade, com alto índice tecnológico e melhor rendimento industrial, destacando-se como potencial alternativa para uso em plantio adensado. Os citrandarins IPEACS 256, IPEACS 264 e ‘US 801’ apresentam bom desempenho produtivo, com produções acumuladas equivalentes ao limão ‘Cravo’ e superiores ao citrumelo ‘Swingle’, além de proporcionarem boa qualidade de frutos. Apesar de conferir à laranja ‘Valência’ altas produções, o limão ‘Cravo’ induziu plantas mais vigorosas, com frutos de qualidade inferiores quando comparado aos híbridos de ‘Trifoliata’.

Palavras-Chave: *Citrus* spp. *Poncirus trifoliata*. Qualidade de frutos. Volume de copa. Eficiência produtiva.

3.2 ABSTRACT

The diversification of citrus orchards through the introduction of new scion/rootstock combinations that show low vegetative vigor, high yield efficiency and industrial quality of fruits, reflects in higher profitability to the citrus industry, as well as contributing to maintain the activity. Therefore, the aim of this study was to evaluate the vegetative growth, the productive behavior, and the fruit quality of 'Valencia' sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osb.) grafted on different rootstocks, and selecting the genotypes that have a great performance in the Northwest of Parana state, Brazil. For this purpose, 20 rootstocks were evaluated, including 'Trifoliata' hybrids (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) with mandarin (citrandarins), and with grapefruit (citrumelos). The experimental orchard was planted in Guairaça, PR, Brazil, under sandy soil and rainfed conditions, in 2013. The randomized block design with four replications and four trees per plot was used as a statistical model. The canopy size, fruit yield and fruit quality were analyzed during three consecutive seasons. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Scott-Knott test. The Principal Component Analysis and Agglomerative Hierarchical Clustering were also used to assess the data. Finally, a Quick Reference Chart was proposed taking into account the influence that each rootstock genotype evaluated has on the main characteristics of the 'Valencia' sweet orange. The F.80-5 citrumelo induced to 'Valência' orange trees lower canopy volume, high yield efficiency, and good industrial quality of fruits, standing out as potential alternative to high density orchards. Trees grafted onto IPEACS 256, IPEACS 264 and 'US 801' citrandarins showed high productive behavior, and the cumulative yield was similar to 'Rangpur' lime and higher than the 'Swingle' citrumelo, in addition to providing good fruit quality. Despite the fact that 'Rangpur' lime has induced higher yield, this rootstock promoted larger canopy volume and lower fruits quality than all 'Trifoliata' hybrid rootstocks.

Key Words: *Citrus* spp. *Poncirus trifoliata*. Fruit quality. Canopy volume. Yield efficiency.

3.3 INTRODUÇÃO

A laranja ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osb.) é uma das principais variedades de laranja doce produzidas no Brasil e no mundo, e tem como características apresentar alta produção e boa qualidade dos frutos, que podem ser destinados à indústria de suco concentrado e ao comércio de frutas frescas (SAUNT, 2000; BASTOS et al., 2014). Apresenta boa compatibilidade com diferentes porta-enxertos, entre os quais o limão ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osb.) e o citrumelo ‘Swingle’ (*Citrus paradisi* × *Poncirus trifoliata*), que são os mais empregados no Brasil, bem como com alguns híbridos de ‘Trifoliata’ que são uma nova geração de porta-enxertos com potencial de uso na citricultura (BORDIGNON et al., 2003; SIMONETTI et al., 2015; BENYAHIA et al., 2017).

Os critérios para seleção de porta-enxertos se baseiam, sobretudo, na capacidade dos mesmos em induzirem estabilidade e qualidade de produção de frutos. O setor produtivo busca aqueles que promovam na variedade de copa menor porte de planta, para permitir o adensamento, facilitar o manejo e a colheita e aumentar a produção por área, e que proporcionem melhor qualidade de frutos, com maior concentração de sólidos solúveis e rendimento de suco, e conseqüentemente, que apresente melhor índice tecnológico, característica altamente desejada à indústria de suco concentrado. Além disso, é importante que os porta-enxertos escolhidos para cada variedade copa confirmem alta produção aliada à melhor eficiência produtiva e apresentem resistência às principais doenças e fatores abióticos que atingem o pomar cítrico (CASTLE, 2010; BOWMAN et al., 2016; DOMINGUES et al., 2018; FADEL et al., 2018; CARVALHO et al., 2019).

Dentre alguns genótipos de porta-enxertos que apresentam potencial para serem utilizados se destacam os híbridos de ‘Trifoliata’, os citrumelos [*C. paradisi* Macfad × *P. trifoliata* L. Raf.] e os citrandarins [*Citrus* spp. × *P. trifoliata* L. Raf.], cujos cruzamentos visaram gerar novos porta-enxertos com características desejadas dos parentais, como a tolerância a algumas doenças, melhor qualidade de frutos, produção e eficiência produtiva e redução no tamanho das plantas (CASTLE et al., 1993; SCHINOR et al., 2013; ANDERSEN; BRODBECK, 2015; BOWMAN et al., 2016; DONADIO et al., 2019).

O citrumelo ‘Swingle’ é o principal porta-enxerto da citricultura americana e o segundo em uso no Brasil, atrás apenas do limão ‘Cravo’ (FDA, 2018;

CARVALHO et al., 2019). Dentre as principais características atribuídas a esse porta-enxerto destacam-se a alta produção, a boa qualidade de frutos, com elevada concentração de sólidos solúveis totais, e a maior tolerância ao declínio, à morte súbita dos citros, ao vírus da tristeza e à gomose (CASTLE, 2010). Tendo em vista o bom desempenho deste porta-enxerto, foram obtidos através do mesmo cruzamento entre o pomelo 'Duncan' × *P. trifoliata*, outros citrumelos designados de série F.80, que podem apresentar as vantagens do citrumelo 'Swingle' e, ainda, serem capazes de proporcionar plantas menos vigorosas e de menor porte (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2011; CASTLE et al., 2011).

Os citrandarins 'US 852' (*C. reticulata* 'Changsha' × *P. trifoliata* 'English Large') e o 'US 812' (*C. reticulata* 'Sunki' × *P. trifoliata* 'Benecke') já estão em uso nos Estados Unidos, e se destacam quanto à produção e qualidade de frutos, e por proporcionarem plantas menos vigorosas em relação à porta-enxertos já conhecidos e utilizados comercialmente, como o citrumelo 'Swingle' (BOWMAN et al., 2016; VASHISTH et al., 2020). No Brasil, os citrandarins 'US 801' (*C. reticulata* 'Changsha' × *P. trifoliata* 'English Small') e 'IPEACS 264' (*C. reticulata* 'Sunki' × *P. trifoliata* 'English') induzem maiores produções para laranja 'Pera' (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2014). Comportamento similar foi verificado para alguns híbridos de tangerina 'Sunki' × *P. trifoliata*, que além de proporcionarem alta produção e boa qualidade de frutos apresentaram alto potencial ananicante (SCHINOR et al., 2013).

Sabe-se que os genótipos podem apresentar comportamentos distintos sob determinadas condições de cultivo. Para o Estado do Paraná, plantas sobre porta-enxertos capazes de induzir altas produtividades, frutos com qualidade superior, resistentes a estresses bióticos e abióticos, porte pequeno para permitir adensamento e facilidades no manejo e colheita, e ainda passíveis de serem cultivados sob as diferentes condições do Estado serão de alta prioridade para a cadeia produtiva. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo, o desempenho produtivo e a qualidade de frutos da laranja 'Valência' enxertada sobre diferentes genótipos de porta-enxertos, entre eles híbridos de 'Trifoliata', e selecionar os que apresentam potencial de uso para a região Noroeste do Paraná.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Localização, tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido no município de Guairaça (22°56'30" S, 52°43'48" W, elevação 470 m) região Noroeste do estado do Paraná, Brasil, em propriedade comercial da Unidade de Difusão de Tecnologias da cooperativa Cocamar, Fazenda Experimental de Guairaça. O clima da região é Cfa, de acordo com a classificação de Köppen, com verões quentes, geadas pouco frequentes e concentração do período mais chuvoso nos meses de verão, contudo sem estação seca bem definida. A média anual de pluviosidade é de 1.400 a 1.600 mm, com temperatura média entre 22,1 e 23 °C e umidade relativa entre 65 e 70% (IAPAR, 2019). A região encontra-se predominantemente sob solos arenosos, sendo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutroférico.

O pomar experimental de laranja 'Valência' clone IAC (*Citrus sinensis* L. Osbeck) foi implantado em abril de 2013 em espaçamento 6,0 x 2,5 m, na densidade de 666,7 plantas.ha⁻¹, e conduzido sem irrigação. O delineamento adotado foi em blocos casualizados, com 4 repetições e 4 plantas por parcela, tendo como tratamentos diversos genótipos de porta-enxertos

3.4.2 Genótipos de porta-enxertos utilizados

Foram avaliados 20 genótipos de porta-enxertos, entre eles, híbridos de 'Trifoliata' (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) com tangerina (citrandarins), e com pomelo (citrumelos), todos introduzidos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do Centro de Citricultura Sylvio Moreira (CCSM), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Cordeirópolis, SP, pelo pesquisador Jorgino Pompeu Junior (Tabela 3.4.1.1).

Os citrandarins 'US 852' e 'US 801', e o 'US 812' foram lançados pelo pesquisador Kim D. Bowman do USDA/ARS/HRL, Fort Pierce, Flórida, Estados Unidos, em 1999 e 2011, respectivamente, sendo que o 'US 852' foi originalmente obtido pelo pesquisador Joe Furr em Indio, Califórnia, Estados Unidos, em 1965 (WUTSCHER; HILL, 1995; BOWMAN et al., 1999; BOWMAN; ROUSE, 2006; BOWMAN et al., 2016). No Brasil, foram introduzidos em 1982 no BAG do CCSMIAC.

As seleções de citrandarins IPEACS 256, IPEACS 239 e IPEACS 264 não possuem registro oficial sobre suas origens e sobre o melhorista responsável por sua obtenção. Muito possivelmente também foram criados pelo USDA e posteriormente importados e disponibilizados pelo extinto Instituto de Pesquisas Experimentação Agropecuária do Centro-Sul (IPEACS), Itaguaí, RJ, Brasil,

Tabela 3.4.1.1 Genótipos de porta-enxertos sob laranja ‘Valência’ utilizados na área experimental de Guairaça-PR.

Porta-enxertos	Nome comum/científico	Nº de acesso/Origem BAG-CCSM-IAC¹ e Viveiros de mudas certificadas²
Citrândarin ‘US 852’	<i>Citrus reticulata</i> ‘Changsha’ × <i>Poncirus trifoliata</i> ‘English Large’	1454
Citrândarin ‘US 801’	<i>C. reticulata</i> ‘Changsha’ × <i>P. trifoliata</i> ‘English Small’	1710
Citrândarin IPEACS 256	<i>C. reticulata</i> ‘Cleópatra’ × <i>P. trifoliata</i> ‘English’	1483
Citrândarin IPEACS 239	<i>C. reticulata</i> ‘Cleópatra’ × <i>P. trifoliata</i> ‘Rubidoux’	1600
Citrândarin IPEACS 264	<i>C. reticulata</i> ‘Sunki’ × <i>P. trifoliata</i> ‘English’	1628
Citrândarin ‘US 812’	<i>C. reticulata</i> ‘Sunki’ × <i>P. trifoliata</i> ‘Benecke’	1697
Citrumelo F.80–18	<i>Citrus paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1461
Citrumelo F.80–3	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1460
Citrumelo F.80–5	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1457
Citrumelo F.80–6	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1456
Citrumelo F.80–7	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1458
Citrumelo F.80–8	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1459
Citrumelo ‘W–2’	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1455
Citrumelo ‘Swingle’	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	401
Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’	<i>Citrus limonia</i> × <i>Citrus aurantium</i>	1468
‘US 802’	<i>Citrus grandis</i> ‘Siamese’ × <i>P. trifoliata</i> ‘Gotha Road’	1690
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	(<i>C. reticulata</i> × <i>C. sinensis</i>) × <i>P. trifoliata</i>	1470
‘Trifoliata’	<i>P. trifoliata</i>	Viveiro comercial
‘Flying Dragon’	<i>P. trifoliata</i> cv. Flying Dragon	Viveiro comercial
Limão ‘Cravo’	<i>C. limonia</i> Osb.	Viveiro comercial

¹BAG-CCSM-IAC: Banco Ativo de Germoplasma do Centro de Citricultura Sylvio Moreira, Instituto Agronômico de Campinas.

²Viveiros de mudas certificadas Pratinha (material vegetal oriundo do Instituto Agronômico do Paraná).

introduzidos em 1975 no BAG do CCSM/IAC. No Registro Nacional de Cultivares (RNC) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) os IPEACS 256 e 264 estão registrados como Índio e Riverside, respectivamente (PASSOS et al., 2007).

As seleções de citrumelos da série F.80 são provenientes de cruzamentos realizados em 1955 pelo pesquisador Mortimer Cohen, Indian River Field Laboratory, Fort Pierce, Flórida, Estados Unidos (CASTLE et al., 1988), e foram introduzidos no BAG do CCSM/IAC em 1990. O citrumelo 'W-2' é também um híbrido de origem americana e foi introduzido no BAG do CCSM/IAC em 1990.

O citrumelo 'Swingle' foi obtido em 1907 pelo pesquisador Walter T. Swingle, do USDA, em Eustis, Flórida, Estados Unidos (HUTCHISON, 1974). Recebeu a sigla inicial CPB 4475 e foi lançado oficialmente somente em 1974 com o nome 'Swingle' em homenagem ao seu criador (CASTLE et al., 1988). Foi introduzido no BAG do CCSM/IAC em 1990.

Além desses, foram avaliados outros genótipos híbridos de porta-enxertos oriundos do BAG do CCSM/IAC, como o 'US 802', limão 'Cravo' × laranja 'Azeda', e o Tangor 'Murcott' × 'Trifoliata'-9, bem como outros amplamente conhecidos e utilizados em escala comercial, como o 'Trifoliata', o 'Flying Dragon' e o limão 'Cravo' provenientes do BAG do Instituto Agrônomo do Paraná.

As mudas das diversas combinações copa e porta-enxertos utilizadas foram produzidas pelo viveiro de mudas cítricas certificadas Pratinha, localizado em Paranavaí, PR, Brasil, e o material propagativo foi fornecido pelo CCSM/IAC, Cordeirópolis, SP.

3.4.3 Tratos culturais

No plantio das mudas, foi realizada a calagem, calculada pelo método da saturação por bases para elevar a saturação a 70%; o calcário foi aplicado em área total e incorporado a 20 cm de profundidade nas faixas de plantio com dois metros de largura. As covas foram preparadas por meio de sulco profundo recebendo 500 g de superfosfato simples por muda, 5 L de adubo orgânico aviário e 200 g de calcário por metro linear de sulco. O controle fitossanitário foi realizado através do monitoramento de pragas e doenças, controlando-os ao atingir o nível de dano, e as ervas daninhas foram controladas com herbicidas nas linhas de plantio e roçadeira nas entrelinhas.

Os demais tratos culturais foram realizados seguindo recomendações técnicas na região. Não foi realizado podas de manutenção no pomar durante o período avaliado.

3.4.4 Avaliações

3.4.4.1 Variáveis biométricas

Avaliou-se o crescimento vegetativo das plantas, por meio da sua altura (m) e o diâmetro das copas (m), que foram utilizados para cálculo do volume da copa (V) empregando-se a equação proposta por Mendel (1956):

$$V (m^3) = \frac{2}{3} \times (\pi R^2 H)$$

em que:

R = raio da copa (m); e

H = altura da planta (m).

Para determinação do diâmetro da copa da planta, foram feitas duas medições ortogonais no plano equatorial da planta com o auxílio de escala graduada. A altura das plantas foi determinada pela medição da distância entre a superfície do solo até a parte superior da planta. As avaliações do crescimento das plantas foram realizadas no outono, nos meses de maio e junho, em 2016, 2017 e 2018. Na safra de 2019, devido ao fechamento das copas nas linhas de plantio, não foi possível realizar a medição das plantas.

3.4.4.2 Variáveis de produção

Para determinação da produção de cada combinação copa/porta-enxerto, os frutos de cada parcela foram pesados com auxílio de balança digital no momento da colheita, realizada no mês de outubro. Os resultados foram expressos em massa (kg) de frutos por plantas, obtidos nas safras de 2016, 2017, 2018 e 2019. A produção acumulada de frutos por planta foi calculada somando-se as produções anuais obtidas. Além disso, com os dados de produção de frutos e volume de copa das plantas, foi calculada a eficiência produtiva (EP) das safras avaliadas (2016, 2017 e 2018), utilizando a seguinte equação:

$$EP \text{ (kg. m}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Produção de frutos (kg/planta)}}{\text{Volume de copa (m}^3\text{)}}$$

O número teórico de plantas por hectare foi determinado em função do espaçamento teórico adequado utilizando-se a equação:

$$E = (D \times 0,85) \times (D + 2,5)$$

em que:

E = espaçamento teórico adequado; e

D = diâmetro médio da copa (m) para cada combinação copa/porta-enxerto.

O cálculo assume uma sobreposição de 15% de ramos em linha e 2,5 m de distância livre entre as linhas, que satisfaçam as práticas culturais e a colheita (DE NEGRI; BLASCO, 1991). Para a estimativa do número teórico de plantas foi considerado o tamanho da planta em 2018, último ano avaliado.

3.4.4.3 Variáveis de qualidade dos frutos

As análises físico-químicas dos frutos foram realizadas com amostras de 15 frutos por parcela, retiradas da parte externa das plantas de forma aleatória, na altura entre 1,0 e 2,0 m. As avaliações foram realizadas no mês que antecedeu a colheita nos três anos de avaliação. Os frutos foram pesados em balança digital e direcionados para extração do suco em extratora comum. O rendimento de suco (RS), expresso em porcentagem, foi determinado pela equação:

$$RS (\%) = \frac{\text{Massa de suco (g)}}{\text{Massa de fruto (g)}} \times 100$$

A concentração de sólidos solúveis (SS) foi determinada por meio da leitura direta de cada amostra em refratômetro Atago® (modelo PAL-ALPHA) com compensação automática de temperatura, e o resultado foi expresso em °Brix. A acidez titulável (AT) foi determinada por titulação de 25 mL de suco com uma solução 0,1 N de hidróxido de sódio (NaOH) para pH = 8,2. O resultado foi expresso em

porcentagem de ácido cítrico (AOAC, 1990). Para avaliação de maturação dos frutos foi considerado o índice de maturação – IM ou *ratio*, obtido pela relação entre SS e AT.

O índice tecnológico (IT), ou a quantidade de SS do suco obtido de 40,8 kg de frutos, expresso em kg de SS por caixa de 40,8 kg (DI GIORGI et al., 1990), foi calculado utilizando-se a equação:

$$IT = \frac{[RS (\%) \times SS (^{\circ}\text{Brix}) \times \text{massa da caixa padrão industrial de citros (40,8 kg)}]}{10.000}$$

Também foi calculado o rendimento industrial (RI), ou seja, o número de caixas de laranja necessário para obter-se uma tonelada de suco concentrado, de acordo com a seguinte fórmula:

$$RI = \frac{660}{IT}$$

em que:

660 = 660 kg de SS em 1.000 kg de suco concentrado; e

IT = índice tecnológico (40,8 kg por tonelada de suco concentrado).

Os resultados de todas as variáveis de qualidade da fruta foram apresentados em termos de médias das safras avaliadas (2017, 2018 e 2019).

3.4.5 Análises estatísticas

Os dados de desenvolvimento vegetativo, qualidade dos frutos e produção das safras avaliadas foram submetidos à análise de variância complementada pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Os dados foram analisados utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2011). Além disso, foi realizado a Análise de Componentes Principais (ACP) para explicar as inter-relações entre os porta-enxertos diante das variáveis apresentadas que, posteriormente, foram agrupados por meio da Classificação Hierárquica de Clusters (CHC). Para efetuar as análises multivariadas (ACP e CHC) foi utilizado o programa *R*, empregando-se o pacote *FactorMineR*.

Em função dos resultados obtidos quanto às principais variáveis analisadas, como o volume de copa, produção, eficiência produtiva, rendimento industrial e índice tecnológico, foi por fim proposto um Guia de Referência Rápida baseado em Castle et al. (1993), levando-se em consideração a influência que cada genótipo de porta-enxerto avaliado exerce sobre essas características da laranja 'Valência'. Para tanto, foram considerados os dados médios de produção, eficiência produtiva, índice tecnológico e rendimento industrial das safras de 2016, 2017 e 2018, e no volume de copa da safra de 2018, na qual o pomar já se encontrava na fase adulta.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Crescimento vegetativo

O citrumelo F.80-18 e o trifoliata 'Flying Dragon' conferiram menor altura de copa à laranja 'Valência' nas três safras avaliadas, seguido dos citrumelos F.80-3 e F.80-5, o citrandarin IPEACS 239 e o 'Trifoliata', com médias na última safra (2018) variando entre 2,0 e 2,7 m. Em contrapartida, o híbrido limão 'Cravo' × laranja 'Azeda' promoveu maior altura de copa (3,1, à 4,2 m), não se diferenciando dos citrandarins 'US 852', 'US 801', IPEACS 256 e IPEACS 264 em 2016, e do limão 'Cravo' nas safras de 2016 e 2017 (Tabela 3.5.1.1).

Considerando a última safra (2018), os citrumelos F.80-3, F.80-5 e F.80-18 induziram menor altura de copa em relação aos F.80-6, F.80-8, F.80-7, 'Swingle' e 'W-2'. Os citrandarins 'US 812' e IPEACS 239 conferiram copas mais baixas, enquanto os 'US 852', 'US 801', IPEACS 256 e IPEACS 264 resultaram nas maiores alturas de copa. De maneira geral, o limão 'Cravo' induziu maior altura de copa do que os porta-enxertos híbridos de 'Trifoliata', porém estatisticamente semelhante ao F.80-7 e 'W-2' (Tabela 3.5.1.1).

As plantas de laranja 'Valência' apresentaram menor diâmetro de copa quando enxertadas no trifoliata 'Flying Dragon' e nos citrumelos F.80-18, F.80-3 e F.80-5, nas três safras avaliadas. Os maiores diâmetros de copa foram proporcionados pelos porta-enxertos 'US 852', 'US 801', 'US 812', IPEACS 256, limão 'Cravo' × laranja 'Azeda' e 'Cravo', seguidos pelos citrumelos 'Swingle' e 'W-2' (Tabela 3.5.1.2).

Tabela. 3.5.1.1 Altura de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2016, 2017 e 2018. Guairaça-PR.

Porta-enxertos	Altura de copa (m)		
	2016	2017	2018
Citrandarin ‘US 852’	2,9 a	3,1 b	3,5 c
Citrandarin ‘US 801’	2,9 a	3,2 b	3,6 c
Citrandarin IPEACS 256	2,9 a	2,9 c	3,4 c
Citrandarin IPEACS 239	2,2 d	2,4 d	2,7 e
Citrandarin ‘US 812’	2,7 b	2,9 c	3,0 e
Citrandarin IPEACS 264	2,9 a	3,1 b	3,8 b
Citrumelo F.80–18	1,7 e	1,9 e	2,1 g
Citrumelo F.80–3	2,2 d	2,4 d	2,7 e
Citrumelo F.80–5	2,0 d	2,4 d	2,4 f
Citrumelo F.80–6	2,5 b	2,7 c	3,1 d
Citrumelo F.80–7	2,8 b	3,3 b	3,8 b
Citrumelo F.80–8	2,4 c	2,8 c	3,2 d
Citrumelo ‘W–2’	2,7 b	3,0 c	3,7 b
Citrumelo ‘Swingle’	2,6 b	2,9 c	3,5 c
Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’	3,1 a	3,5 a	4,2 a
‘US 802’	2,6 b	2,7 c	3,0 e
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	2,6 b	2,8 c	3,2 d
‘Trifoliata’	2,4 c	2,5 d	2,7 e
‘Flying Dragon’	1,7 e	1,9 e	2,0 g
Limão ‘Cravo’	3,1 a	3,5 a	3,9 b
F	25,3*	23,8*	24,0*
CV (%)	6,5	6,6	7,9

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%.

Em um trabalho realizado no estado de São Paulo, os citrumelos F.80–18, F.80–3 e F.80–5 promoveram maior redução no tamanho das plantas de laranja ‘Valência’ quando comparados ao citrumelo ‘Swingle’ e ao limão ‘Cravo’, os porta-enxertos mais utilizados, sendo designados como ananicantes, pois induziram altura de copa inferior a 2,5 m, em pomares com seis anos de idade. Além disso, foram considerados semi-ananicantes os genótipos que proporcionaram altura de copa até 4,0 m (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2011). Neste estudo, apenas os citrumelos F.80–18, F.80–5 e o trifoliata ‘Flying Dragon’ conferiram à laranja ‘Valência’ copas com altura inferior ou igual a 2,5 m, considerando todo período avaliado, enquanto que o híbrido limão ‘Cravo’ × laranja ‘Azeda’ induziu altura maior que 4,0 m.

Tabela 3.5.1.2 Diâmetro de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2016, 2017 e 2018. Guairaça-PR.

Porta-enxertos	Diâmetro de copa (m)		
	2016	2017	2018
Citrandarin ‘US 852’	2,1 b	2,4 a	2,5 a
Citrandarin ‘US 801’	2,3 a	2,4 a	2,6 a
Citrandarin IPEACS 256	2,3 a	2,4 a	2,5 a
Citrandarin IPEACS 239	2,1 b	2,3 a	2,3 b
Citrandarin ‘US 812’	2,2 a	2,4 a	2,5 a
Citrandarin IPEACS 264	2,2 a	2,4 a	2,6 a
Citrumelo F.80–18	1,6 d	1,9 c	2,0 d
Citrumelo F.80–3	1,9 c	2,2 b	2,2 c
Citrumelo F.80–5	1,9 c	2,1 b	2,1 c
Citrumelo F.80–6	2,1 b	2,4 a	2,4 b
Citrumelo F.80–7	2,1 b	2,4 a	2,4 b
Citrumelo F.80–8	2,1 b	2,3 a	2,4 b
Citrumelo ‘W–2’	2,1 b	2,4 a	2,5 a
Citrumelo ‘Swingle’	2,1 b	2,4 a	2,5 a
Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’	2,3 a	2,5 a	2,6 a
‘US 802’	2,0 c	2,4 a	2,4 b
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	2,1 b	2,3 a	2,4 b
‘Trifoliata’	2,0 c	2,4 a	2,4 b
‘Flying Dragon’	1,7 d	1,9 c	1,9 d
Limão ‘Cravo’	2,3 a	2,5 a	2,6 a
F	9,7*	12,6*	14,5*
CV (%)	6,0	4,3	4,4

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%.

Os porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e o F.80–18 promoveram copas de menor volume, seguido dos citrumelos F.80–5 e F.80–3 e do citrandarin IPEACS 239, com médias variando entre 3,7 a 8,0 m³ na safra de 2018. Por outro lado, o limão ‘Cravo’ e o híbrido limão ‘Cravo’ × laranja ‘Azeda’ conferiram plantas mais vigorosas, não diferindo apenas do citrandarin IPEACS 264 nas safras 2016 e 2018, e do IPEACS 256 e ‘US 801’ na safra de 2016. Na última safra (2018), constatou-se que nos dois grupos principais, citrandarins e citrumelos, houve variabilidade referente ao crescimento das plantas, sendo que os porta-enxertos IPEACS 239 e ‘US 812’ promoveram menor volume de copa (7,4 e 9,5 m³, respectivamente) em relação aos demais citrandarins (11,1 a 12,7 m³). Da mesma forma, as plantas de laranja ‘Valência’

enxertada nos citrumelos F.80–18, F.80–5 e F.80–3 (4,1, 5,4 e 6,6 m³, respectivamente) foram menos vigorosas do que sobre o ‘W–2’, ‘F.80–7’ e ‘Swingle’ (12,1, 11,8 e 11,2 m³, respectivamente) (Tabela 3.5.1.3).

Tabela 3.5.1.3 Volume de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2016, 2017 e 2018. Guairaça-PR.

Porta-enxertos	Volume de copa (m ³)		
	2016	2017	2018
Citrândarin ‘US 852’	7,2 b	9,3 b	11,6 b
Citrândarin ‘US 801’	8,1 a	9,6 b	11,9 b
Citrândarin IPEACS 256	7,7 a	8,8 c	11,1 b
Citrândarin IPEACS 239	5,2 c	6,2 d	7,4 d
Citrândarin ‘US 812’	6,9 b	8,5 c	9,5 c
Citrândarin IPEACS 264	7,5 a	9,5 b	12,7 a
Citrumelo F.80–18	2,3 e	3,6 e	4,1 e
Citrumelo F.80–3	4,4 c	5,9 d	6,6 d
Citrumelo F.80–5	3,8 d	5,1 d	5,4 e
Citrumelo F.80–6	5,8 b	8,2 c	9,5 c
Citrumelo F.80–7	6,7 b	9,3 b	11,8 b
Citrumelo F.80–8	5,5 c	7,7 c	9,5 c
Citrumelo ‘W–2’	6,7 b	9,1 b	12,1 b
Citrumelo ‘Swingle’	6,2 b	8,7 c	11,2 b
Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’	8,8 a	10,8 a	14,6 a
‘US 802’	5,4 c	7,9 c	8,9 c
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	5,9 b	7,5 c	9,0 c
‘Trifoliata’	4,8 c	6,8 d	8,0 d
‘Flying Dragon’	2,5 e	3,4 e	3,7 e
Limão ‘Cravo’	8,3 a	10,9 a	13,4 a
F	19,2*	22,6*	23,3*
CV (%)	13,9	11,3	13,0

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%.

Os citrândarins IPEACS 239 e ‘US 812’ também promoveram menor volume de copa para a laranja ‘Valência’ quando comparado ao IPEACS 264 em São Paulo (FADEL et al., 2018). Por outro lado, na Flórida, Estados Unidos, plantas de laranja ‘Valência’ enxertada sobre o citrândarin ‘US 812’ apresentaram maior volume de copa em relação aos citrândarins ‘US 852’ e ‘US 801’, e ao citrumelo ‘Swingle’ (BOWMAN et al., 2016). Em outra ocasião, os citrumelos F.80–18, F.80–5, F.80–3 contribuíram para redução no volume de copa das plantas de ‘Valência’ quando

comparado aos citrumelos 'Swingle' e 'W-2', e ao limão 'Cravo' (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2011).

Ressalta-se que as plantas de laranja 'Valência' enxertada sobre os citrumelos F.80-18, F.80-5 e F.80-3, trifoliata 'Flying Dragon' e citrandarin IPEACS 239, apresentaram reduzido vigor ao longo das safras avaliadas, o que refletiu em pequeno volume de copa. Dessa forma, estas combinações tendem a levar mais tempo para que ocorra o fechamento da linha de plantio, ou seja, o momento em que as copas das plantas comecem a se sobrepor formando um renque. Tais aspectos podem ser considerados positivos já que diminuiria a necessidade da aplicação de podas mecanizadas como a lateral ou "hedging" nos primeiros anos de vida dos pomares (STUCHI et al., 2010; 2012). Como exemplo, devido ao baixo vigor das plantas promovido pelos citrumelos F.80-18, F.80-5 e 'Flying Dragon', possivelmente a necessidade de podas laterais ocorra apenas somente a partir do quinto ano de implantação do pomar.

O controle natural no tamanho das plantas promovido pelos porta-enxertos, sobretudo, aqueles com potencial ananicante, é uma característica altamente desejada na seleção de novas combinações copa/porta-enxertos, tendo em vista a necessidade na redução dos custos de produção (MARTINEZ-CUENCA et al., 2016; DONADIO et al., 2019; LADANIYA et al., 2019). Os pomares formados com plantas menores e de baixo vigor podem favorecer as operações da colheita manual, reduzindo a mão-de-obra e, conseqüentemente, os custos. Para a colheita mecanizada, podem facilitar a entrada de máquinas e equipamentos maiores, uma vez que há menor cobertura das plantas nas linhas de plantio, elevando a eficiência dos procedimentos e contribuindo para redução das possíveis injúrias ocasionadas às plantas e aos frutos, como por exemplo o arranque de folhas.

Os porta-enxertos com potencial ananicante permitem o estabelecimento de pomares com alta densidade de plantas, característica desejável e necessária para o setor citrícola frente aos problemas atuais, principalmente relacionados aos aspectos fitossanitários. Em pomares adensados, o controle de pragas e doenças é mais eficiente, pois há maior efetividade nas pulverizações e aproveitamento dos defensivos agrícolas, tal benefício pode diminuir os impactos econômicos e ambientais das operações fitossanitárias. Adicionalmente, o uso de combinações copa/porta-enxertos de baixo vigor vegetativo pode favorecer à redução

do número de podas de manutenção que, normalmente, são mais frequentes em plantios adensados. É importante considerar que a utilização de porta-enxertos ananizantes depende das estratégias de plantio requeridas para cada região, condições de cultivo e dos custos de implantação.



Figura 3.5.1.1 Porte da laranja ‘Valência’ enxertada no citrumelo ‘Swingle’ (A) e no citrumelo F.80–5 (B). Pomar com cinco anos de idade. Guairaça-PR. 2018.

Em situações que se pretende estabelecer pomares de laranja ‘Valência’ com plantas menores e menos vigorosas, os citrumelos F.80–18, F.80–5 e F.80–3, bem como o citrandarin IPEACS 239 podem se enquadrar como alternativas de porta-enxertos. Estes genótipos demonstraram semelhanças com o porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ no comportamento vegetativo, que é considerado um porta-enxerto essencialmente ananizante e já utilizado em escala comercial.

3.5.2 Produção

Quanto à produção de frutos, observa-se que na primeira safra (2016), o limão ‘Cravo’ proporcionou à laranja ‘Valência’ maior produção por planta (83,6 kg/planta) quando comparado às demais combinações copa/porta-enxertos, seguido

pelo citrandarin IPEACS 256 e o híbrido limão 'Cravo' × laranja 'Azeda' (71,6 e 68,2 kg/planta, respectivamente). Nesse período, os porta-enxertos menos produtivos foram os citrumelos F.80-6 (33,3 kg/planta) e F.80-8 (41,2 kg/planta), o 'US 802' (25,9 kg/planta) e o 'Trifoliata' (31,0 kg/planta) (Tabela 3.5.2.1).

Na segunda safra, pelos menos 10 porta-enxertos conferiram produção equivalente à do limão 'Cravo', com destaque para os citrandarins 'US 852', 'US 801', 'US 812', IPEACS 256 e IPEACS 264 e os citrumelos 'W-2', 'Swingle' e F.80-7 (102,6 a 144,1 kg/planta). As menores produções foram observadas no 'Flying Dragon' (35,7 kg/planta) e no F.80-18 (40,1 kg/planta). Os citrandarins 'US 852', 'US 801', IPEACS 256, IPEACS 264 e os citrumelos F.80-18 e F.80-3 também promoveram à laranja 'Valência' maior produção por planta (103,6 a 123,8 kg/planta) na safra de 2018. Além disso, os porta-enxertos F.80-5 e F.80-6 não diferiram do limão 'Cravo', e apresentaram maior produção em relação ao citrumelo 'Swingle'. Em 2019, 10 genótipos avaliados conferiram à laranja 'Valência' produções semelhantes aos porta-enxertos comerciais, o limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle', com médias entre 71,9 a 105,9 kg/planta (Tabela 3.5.2.1).

Dentre os genótipos que mantiveram maior regularidade de produção, destacam-se os citrandarins 'US 852', 'US 801' e IPEACS 264, que mesmo com início de produção mais tardia, apresentaram as melhores médias nas três últimas safras. Para a laranja 'Pera', os citrandarins IPEACS 264 e 'US 801' também proporcionaram melhores produções no total de três safras (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2014). Cabe ressaltar ainda que os citrumelos F.80-7 e 'W-2' foram mais precoces do que os outros citrumelos, e apesar do porta-enxertos F.80-3, F.80-5 e F.80-6 não estarem entre os mais produtivos em algumas safras, apresentaram boa regularidade de produção. Em outro trabalho, tanto o citrumelo 'W-2' quanto o 'Swingle' induziram maior precocidade e produtividade para a laranja 'Valência' que os citrumelos da série F.80 (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2011).

O limão 'Cravo' é caracterizado, normalmente, por induzir altas produções e apresentar precocidade de produção, o que explica seu uso expressivo como principal porta-enxerto (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2005). No entanto, alguns híbridos de 'Trifoliata' tendem conferir às copas produção mais tardia, porém com maior regularidade no decorrer das safras, e assim são capazes de sustentar produções acumuladas semelhantes ou até superiores que o limão 'Cravo' (POMPEU

Tabela 3.5.2.1 Produção por planta e produção acumulada por planta da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2016, 2017, 2018 e 2019. Guairaça-PR.

Porta-enxertos	Produção por planta (kg/planta)				Produção acumulada (kg/planta)
	2016	2017	2018	2019	
Citrandarin ‘US 852’	36,5 d	115,8 a	123,8 a	72,2 a	348,3 a
Citrandarin ‘US 801’	47,9 d	134,9 a	104,0 a	88,5 a	375,3 a
Citrandarin IPEACS 256	71,6 b	122,6 a	111,2 a	58,5 b	363,9 a
Citrandarin IPEACS 239	62,7 c	79,5 b	69,5 c	54,6 b	266,3 c
Citrandarin ‘US 812’	58,6 c	111,0 a	84,3 b	55,5 b	309,3 b
Citrandarin IPEACS 264	61,4 c	123,0 a	104,0 a	70,6 a	359,1 a
Citrumelo F.80–18	23,5 e	40,1 c	107,0 a	42,5 b	213,0 d
Citrumelo F.80–3	47,7 d	77,7 b	103,6 a	72,2 a	296,2 b
Citrumelo F.80–5	42,0 d	60,8 b	89,5 b	50,5 b	242,8 c
Citrumelo F.80–6	33,3 e	80,3 b	82,5 b	77,6 a	273,6 c
Citrumelo F.80–7	53,7 c	113,9 a	53,7 d	77,9 a	299,0 b
Citrumelo F.80–8	41,2 d	78,0 b	40,4 e	68,5 a	227,3 c
Citrumelo ‘W–2’	57,1 c	119,5 a	57,1 d	94,1 a	327,8 b
Citrumelo ‘Swingle’	47,7 d	105,8 a	47,7 d	84,1 a	285,3 b
Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’	68,2 b	134,5 a	68,2 c	86,9 a	357,7 a
‘US 802’	25,9 e	73,4 b	25,9 e	71,9 a	198,0 d
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	51,4 c	102,6 a	51,4 d	58,0 b	263,4 c
‘Trifoliata’	31,0 e	77,0 b	30,9 e	64,2 b	203,0 d
‘Flying Dragon’	36,4 d	35,7 c	36,4 e	25,5 b	134,0 e
Limão ‘Cravo’	83,6 a	144,1 a	83,6 b	105,9 a	417,1 a
F	14,3*	11,8*	23,5*	3,4*	11,5*
CV (%)	17,3	18,8	16,6	29,4	14,7

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%.

JUNIOR; BLUMER, 2011; 2014; CANTÚRIAS-ÀVILES et al., 2011).

Quanto à produção acumulada de frutos, os citrandarins 'US 852', 'US 801', IPEACS 256 e IPEACS 264, o limão 'Cravo' e o híbrido limão 'Cravo' × laranja 'Azeda' foram superiores que aos demais porta-enxertos, com médias entre 348,3 a 417,1 kg/planta. Entre os citrumelos, se destacaram os F.80-3, F.80-7 e 'Swingle', os quais proporcionaram produções acumuladas semelhantes, no entanto, cerca de 30% em média inferiores às induzidas pelo limão 'Cravo', sendo que os menores valores de produção acumulada foram observados nas plantas sobre o citrumelo F.80-18, 'US 802', 'Trifoliata' e o 'Flying Dragon', entre 134,0 e 213,0 kg/planta (Tabela 3.5.2.1).

Verificou-se que boa parte dos citrandarins tendem conferir à laranja 'Valência' produções equivalentes ou superiores aos porta-enxertos tradicionalmente utilizados, como o limão 'Cravo' e o citrumelo 'Swingle', nos quais se destacaram os genótipos 'US 852', 'US 801', IPEACS 256 e IPEACS 264 como boas opções para serem utilizados na diversificação dos pomares de laranja. Aliás, o bom desempenho dos citrandarins em promover produções mais altas ou similares aos porta-enxertos comerciais foi anteriormente descrito para as laranjas 'Pera' (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2014) e 'Valência' (FADEL et al., 2018), sendo alguns superiores ao limão 'Cravo' e suas seleções. Na Flórida, se destacaram como porta-enxertos promissores como alternativa de diversificação ao citrumelo 'Swingle', os citrandarins 'US 852', 'US 812' e 'US 801', que conferiram à laranja 'Valência' maior produção (BOWMAN; ROUSE, 2006; BOWMAN et al., 2016). Neste trabalho, os citrandarins 'US 852' e 'US 801' também demonstraram produções mais altas em relação ao citrumelo 'Swingle', além de serem semelhantes ao limão 'Cravo'.

Na primeira safra (2016), a melhor eficiência produtiva (EP) foi promovida pelo citrandarin IPEACS 239 e o trifoliata 'Flying Dragon' (13,4 e 14,9 kg.m⁻³, respectivamente), seguido pelos citrumelos F.80-18, F.80-3 e F.80-5 e o limão 'Cravo' (9,9 a 11,9 kg.m⁻³). Nas safras de 2016 e 2018, os porta-enxertos F.80-18, F.80-3 e F.80-5 conferiram maior eficiência produtiva quando comparados aos outros citrumelos, e também em relação às demais combinações copa/porta-enxertos na última safra (2018), com médias variando entre 15,9 a 26,6 kg.m⁻³. Não foram constatadas diferenças significativas entre os citrandarins nas duas últimas safras avaliadas, porém, em 2018, estes genótipos promoveram à laranja 'Valência' maiores

médias de eficiência produtiva do que o limão ‘Cravo’ e o citrumelo ‘Swingle’ (Tabela 3.5.2.2).

Tabela 3.5.2.2 Eficiência produtiva da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2016, 2017 e 2018. Guairaça-PR.

Porta-enxertos	Eficiência produtiva (kg.m ⁻³)		
	2016	2017	2018
Citrandarin ‘US 852’	5,1 d	12,6 a	10,6 c
Citrandarin ‘US 801’	6,0 d	14,1 a	9,0 c
Citrandarin IPEACS 256	9,4 c	13,9 a	10,0 c
Citrandarin IPEACS 239	13,4 a	13,0 a	9,6 c
Citrandarin ‘US 812’	8,8 c	13,0 a	8,7 c
Citrandarin IPEACS 264	8,3 c	12,8 a	8,1 c
Citrumelo F.80–18	10,6 b	11,1 b	26,6 a
Citrumelo F.80–3	9,9 b	13,7 a	15,9 b
Citrumelo F.80–5	11,9 b	12,1 a	16,8 b
Citrumelo F.80–6	5,5 d	9,7 b	8,8 c
Citrumelo F.80–7	8,5 c	12,2 a	4,7 d
Citrumelo F.80–8	7,7 c	10,4 b	4,4 d
Citrumelo ‘W–2’	8,7 c	13,1 a	4,7 d
Citrumelo ‘Swingle’	8,1 c	12,3 a	4,4 d
Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’	7,8 c	12,5 a	4,7 d
‘US 802’	5,2 d	9,3 b	2,9 d
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	9,1 c	13,7 a	5,7 d
‘Trifoliata’	6,6 d	11,4 b	3,9 d
‘Flying Dragon’	14,9 a	10,5 b	9,9 c
Limão ‘Cravo’	10,1 b	13,2 a	6,2 d
F	6,0*	1,7**	36,2*
CV (%)	24,1	17,6	21,4

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * e **: significativo a 1% e 5%, respectivamente.

Comportamento semelhante foi observado para os citrumelos F.80–3, F.80–5 e F.80–18 em induzir maior eficiência produtiva para a laranja ‘Valência’ quando comparados ao citrumelo ‘Swingle’ e ao limão ‘Cravo’ (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2011), em que estes genótipos foram indicados como boas alternativas para adensamento de plantio.

De maneira geral, os porta-enxertos que apresentaram melhor eficiência produtiva também conferiram menor volume de copa e, por outro lado, as combinações com copas mais vigorosas tiveram altas produções, sendo porém

inferiores quanto à eficiência produtiva, como observado para a laranja ‘Valência’ enxertada sobre o limão ‘Cravo’ e sobre o híbrido limão ‘Cravo’ × laranja ‘Azeda’ (CANTÚRIAS-ÁVILES et al., 2012; CARVALHO et al., 2016; 2019; DONADIO et al., 2019). Apesar dos genótipos F.80–3 e F.80–5 não apresentarem maiores produções anuais quando comparados aos outros híbridos de ‘Trifoliata’, como os citrandarins e o citrumelo ‘Swingle’, em plantio adensado são capazes de promover maior produtividade devido à alta eficiência produtiva, principalmente em relação ao limão ‘Cravo’.

Tabela 3.5.2.3 Espaçamento teórico adequado entre linhas entre plantas e densidade estimada de plantas por hectare da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2018. Guairaça-PR.

Porta-enxertos	Espaçamento teórico adequado (m)	Densidade estimada de plantas por ha
Citrandarin ‘US 852’	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrandarin ‘US 801’	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrandarin IPEACS 256	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrandarin IPEACS 239	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrandarin ‘US 812’	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrandarin IPEACS 264	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo F.80–18	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo F.80–3	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo F.80–5	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo F.80–6	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo F.80–7	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo F.80–8	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo ‘W–2’	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo ‘Swingle’	5,0 × 2,0	1.000,0
Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’	5,0 × 2,0	1.000,0
‘US 802’	5,0 × 2,0	1.000,0
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	5,0 × 2,0	1.000,0
‘Trifoliata’	5,0 × 2,0	1.000,0
‘Flying Dragon’	4,0 × 2,0	1.250,0
Limão ‘Cravo’	5,0 × 2,0	1.000,0

A seleção de porta-enxertos que proporcionem baixo vigor e alta eficiência produtiva às variedades-copa podem ser mais interessantes do que os genótipos que promovem alto volume de copa e maior produção, pois indicam que a

produção possa ser compensada com aumento da densidade de plantas, pois além de facilitar as técnicas de manejo, possibilitam a redução dos custos de produção (AULER et al., 2008; TEÓFILO SOBRINHO et al., 2012; FADEL et al., 2018).

Com o aumento da incidência do HLB, principal doença que atinge os pomares de laranja na atualidade, o plantio em alta densidade, além de outras práticas está mais recorrente, pois para o controle dessa doença, a rápida erradicação das plantas sintomáticas, além de outras práticas, como o saneamento e o controle de insetos vetores, é necessária de forma sistemática (STUCHI et al., 2012; HUSSAIN et al., 2012; SULZBACH et al., 2017; SINGERMANN; USECHE, 2019; CARVALHO et al., 2019; TANG et al., 2019; VASHISTH et al., 2020). Assim, para a formação de novos pomares de laranja 'Valência', o aumento da densidade de plantio com o uso de porta-enxertos de baixo vigor e de alta eficiência produtiva, como os citrumelos F.80-5 e F.80-3, e o citrandarin IPEACS 239, pode tornar o sistema produtivo mais rentável, e os maiores ganhos de produtividade promovidos por estas combinações podem compensar os maiores custos de implantação dos pomares formados em alta densidade.

Em plantas cítricas de menor vigor, outras práticas que demandam muita mão-de-obra, como a colheita manual, podem ser facilitadas pela menor necessidade do uso de escadas, por exemplo, aumentando o rendimento da operação. Além disso, é notório o uso cada vez mais intensivo da mecanização nos pomares, havendo já no mercado alguns modelos de colheitadeira mecânica de laranjas (SANDERS, 2005; ROKA; HYMAN; 2012; FERREIRA et al., 2018; GARCIA et al., 2019). Assim, plantas de menor porte em alta densidade de plantio demandariam colheitadeiras mais compactas, resultando em maior rendimento dessa operação, tendo em vista que em pouco tempo ocorre a sobreposição das copas das plantas na linha, formando o renque. Por outro lado, deve ser considerado que, como discutido anteriormente, nesse sistema pode haver maior necessidade de podas mecanizadas laterais ("hedging") e de topo ("topping") para a manutenção dos altos níveis de produtividade dos pomares. Frente a estes fatores, é importante a seleção de porta-enxertos que conferem bom potencial ananicante somado a alta eficiência produtiva, como o citrumelo F.80-5, uma vez que permite uma colheita mecanizada mais eficiente, necessidade menor aplicação de podas logo nos primeiros anos e resulta em altas produtividade iniciais.

3.5.3 Qualidade de frutos

Na safra de 2017 não foram constatadas diferenças significativas quanto à acidez titulável, rendimento de suco, rendimento industrial e índice tecnológico do suco da laranja ‘Valência’ entre os porta-enxertos avaliados. A concentração de sólidos solúveis variou entre 9,1 a 11,0 °Brix, sendo os menores conteúdos observados nas plantas enxertadas sobre os citrandarins ‘US 852’ e ‘US 801’, limão ‘Cravo’ × laranja ‘Azeda’, tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’-9 e limão ‘Cravo’. Por outro lado, os citrumelos, F.80-3, F.80-5, F.80-6, F.80-8, ‘W-2’ e ‘Swingle’, o ‘Trifoliata’, o ‘Flying Dragon’ e o tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’-9 proporcionaram à laranja ‘Valência’ maior *ratio* que todos citrandarins, limão ‘Cravo’, ‘US 802’ e limão ‘Cravo’ × laranja ‘Azeda’ (Tabela 3.5.3.1).

Na safra de 2018, não houve diferença entre os tratamentos avaliados para os teores de sólidos solúveis e *ratio*. Os citrandarins IPEACS 239 e ‘US 812’, o tangor ‘Murcott-9’ e o trifoliata ‘Flying Dragon’ conferiram à laranja ‘Valência’ frutos mais ácidos (0,6 % de ácido cítrico). Os menores valores de rendimento de suco foram observados nos porta-enxertos F.80-18 (41,0%), tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’-9 (44,8%), limão ‘Cravo’ × laranja ‘Azeda’ (48,7%) e no ‘Trifoliata’ (47,7%). Ainda, os genótipos ‘US 852’, F.80-18, F.80-7, tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’-9, ‘Cravo’ e ‘Trifoliata’ apresentaram as menores médias de rendimento industrial e de índice tecnológico. A laranja ‘Valência’ enxertada nos citrandarins IPEACS 256 e IPEACS 239 necessitou de aproximadamente 100 caixas de 40,8 kg a menos para produção de uma tonelada de suco concentrado do que quando enxertada no F.80-18, e de aproximadamente 70 caixas a menos do que no limão ‘Cravo’ e no limão ‘Cravo’ × laranja ‘Azeda’ (Tabela 3.5.3.2).

O *ratio* médio do suco variou entre 13,4 e 19,5 na safra de 2019, sendo as maiores médias proporcionadas pelos citrumelos F80-18, F.80-3, F.80-5, F.80-6, F.80-8 e ‘Swingle’, citrandarin IPEACS 256, ‘US 802’ e trifoliata ‘Flying Dragon’. Os porta-enxertos ‘US 852’, ‘US 801’, limão ‘Cravo’ × laranja ‘Azeda’ e ‘Murcott-9’ e o limão ‘Cravo’ apresentaram conferiram médias inferiores quanto à concentração de sólidos solúveis e *ratio* do suco. Quanto ao rendimento industrial e ao índice tecnológico, os citrandarins ‘US 801’, IPEACS 256, IPEACS 239, ‘US 812’ e IPEACS 264 e os citrumelos F.80-5, F.80-8 e ‘Swingle’ foram superiores ao limão

Tabela 3.5.3.1 Acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, rendimento de suco, rendimento industrial e índice tecnológico da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2017. Guairaça-PR.

Porta-enxertos	Sólidos solúveis – SS (°Brix)	Acidez titulável – AT (%)	<i>Ratio</i> (SS/AT)	Rend. suco (%)	Rend. industrial (nº de caixas 40,8 kg por t de suco concentrado)	Índ. tecnológico (kg de SS por caixa de 40,8 kg)
Citrandarin ‘US 852’	9,9 b	0,9	10,9 b	63,2	259,3	2,6
Citrandarin ‘US 801’	9,8 b	0,9	11,2 b	64,5	259,3	2,6
Citrandarin IPEACS 256	10,4 a	0,9	11,7 b	56,6	279,4	2,4
Citrandarin IPEACS 239	10,7 a	1,0	10,8 b	59,9	256,5	2,6
Citrandarin ‘US 812’	10,6 a	0,9	11,6 b	58,0	266,8	2,5
Citrandarin IPEACS 264	10,4 a	0,9	11,2 b	59,5	262,8	2,5
Citrumelo F.80–18	10,5 a	1,0	10,8 b	53,3	295,5	2,3
Citrumelo F.80–3	10,7 a	0,9	12,2 a	53,8	283,2	2,3
Citrumelo F.80–5	10,6 a	0,8	13,0 a	59,1	260,0	2,5
Citrumelo F.80–6	10,8 a	0,8	13,6 a	58,4	256,4	2,6
Citrumelo F.80–7	10,2 a	0,9	11,2 b	55,5	287,9	2,3
Citrumelo F.80–8	10,7 a	0,8	12,9 a	57,5	264,4	2,5
Citrumelo ‘W–2’	10,4 a	0,9	12,2 a	54,5	288,9	2,3
Citrumelo ‘Swingle’	10,9 a	0,8	13,0 a	56,1	265,8	2,5
Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’	9,5 b	0,9	11,1 b	62,6	272,8	2,4
‘US 802’	10,8 a	1,0	11,3 b	55,6	272,7	2,4
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	9,8 b	0,8	12,0 a	60,5	275,4	2,4
‘Trifoliata’	10,7 a	0,9	11,8 a	58,2	263,1	2,5
‘Flying Dragon’	11,1 a	0,9	12,6 a	57,0	257,5	2,6
Limão ‘Cravo’	9,1 b	0,8	11,2 b	60,8	299,0	2,3
F	3,9*	1,4 ^{ns}	2,3*	1,2 ^{ns}	0,8 ^{ns}	0,7 ^{ns}
CV (%)	5,0	10,5	9,5	9,7	11,1	11,0

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%. ns: não significativo.

Tabela 3.5.3.2 Acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, rendimento de suco, rendimento industrial e índice tecnológico da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2018. Guairaça-PR.

Porta-enxertos	Sólidos solúveis – SS (°Brix)	Acidez titulável – AT (%)	<i>Ratio</i> (SS/AT)	Rend. suco (%)	Rend. industrial (nº de caixas 40,8 kg por t de suco concentrado)	Índ. tecnológico (kg de SS por caixa de 40,8 kg)
Citrandarin ‘US 852’	9,1	0,5 b	18,6	50,7 a	353,6 a	1,9 b
Citrandarin ‘US 801’	9,6	0,5 b	19,6	52,9 a	317,0 b	2,1 a
Citrandarin IPEACS 256	9,7	0,5 b	20,0	56,0 a	299,0 b	2,2 a
Citrandarin IPEACS 239	9,9	0,6 a	16,8	55,1 a	295,9 b	2,2 a
Citrandarin ‘US 812’	9,9	0,6 a	18,7	55,1 a	300,3 b	2,2 a
Citrandarin IPEACS 264	9,5	0,5 b	18,1	54,5 a	314,4 b	2,1 a
Citrumelo F.80–18	8,8	0,5 b	16,9	41,0 c	410,5 a	1,5 b
Citrumelo F.80–3	9,4	0,5 b	18,5	51,4 a	337,1 b	2,0 a
Citrumelo F.80–5	9,6	0,5 b	20,7	52,4 a	326,2 b	2,0 a
Citrumelo F.80–6	9,3	0,5 b	19,1	52,0 a	355,6 a	2,0 a
Citrumelo F.80–7	8,8	0,5 b	17,3	52,5 a	361,0 a	1,9 b
Citrumelo F.80–8	9,8	0,5 b	20,5	54,1 a	306,7 b	2,2 a
Citrumelo ‘W–2’	9,3	0,5 b	18,3	53,4 a	321,1 b	2,0 a
Citrumelo ‘Swingle’	9,5	0,5 b	20,2	52,4 a	328,1 b	2,0 a
Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’	8,9	0,5 b	18,4	48,7 b	375,9 a	1,8 b
‘US 802’	9,5	0,5 b	19,0	53,8 a	316,1 b	2,1 a
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	9,1	0,6 a	17,4	44,8 c	371,6 a	1,7 b
‘Trifoliata’	9,3	0,5 b	18,1	47,7 b	366,6 a	1,8 b
‘Flying Dragon’	10,4	0,6 a	18,7	51,0 a	305,6 b	2,2 a
Limão ‘Cravo’	8,8	0,5 b	17,2	49,5 a	373,4 a	1,8 b
F	2,0 ^{ns}	2,0 ^{**}	1,7 ^{ns}	3,6 [*]	3,2 [*]	4,3 [*]
CV (%)	6,4	9,1	9,7	7,5	10,6	10,0

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * e **: significativo a 1% e 5%, respectivamente. ns: não significativo.

Tabela 3.5.3.3 Acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, rendimento de suco, rendimento industrial e índice tecnológico da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2019. Guairaça-PR.

Porta-enxertos	Sólidos solúveis – SS (°Brix)	Acidez titulável – AT (%)	<i>Ratio</i> (SS/AT)	Rend. suco (%)	Rend. industrial (nº de caixas de 40,8 kg por t de suco concentrado)	Índ. tecnológico (kg de SS por caixa de 40,8 kg)
Citrândarin ‘US 852’	12,1 b	0,8 a	15,3 b	55,5	242,0 a	2,7 b
Citrândarin ‘US 801’	11,6 b	0,7 b	16,0 b	61,5	226,1 b	2,9 a
Citrândarin IPEACS 256	12,7 a	0,8 a	16,6 a	60,5	210,9 b	3,1 a
Citrândarin IPEACS 239	12,7 a	0,8 a	15,6 b	59,5	214,5 b	3,1 a
Citrândarin ‘US 812’	12,4 a	0,8 a	15,4 b	57,3	230,2 b	2,9 a
Citrândarin IPEACS 264	12,5 a	0,9 a	14,0 b	58,3	223,0 b	3,0 a
Citrumelo F.80–18	12,1 b	0,7 b	16,2 a	54,5	247,8 a	2,7 b
Citrumelo F.80–3	11,4 b	0,7 b	16,5 a	54,8	259,4 a	2,6 b
Citrumelo F.80–5	11,6 b	0,7 b	17,4 a	61,8	226,3 b	2,9 a
Citrumelo F.80–6	12,6 a	0,7 b	19,5 a	52,9	244,5 a	2,7 b
Citrumelo F.80–7	12,5 a	0,8 a	15,0 b	55,4	235,0 a	2,8 b
Citrumelo F.80–8	12,8 a	0,7 b	17,9 a	56,4	224,4 b	2,9 a
Citrumelo ‘W–2’	12,3 a	0,8 a	15,1 b	56,1	236,5 a	2,8 b
Citrumelo ‘Swingle’	13,3 a	0,8 a	17,1 a	57,8	211,6 b	3,1 a
Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’	11,8 b	0,9 a	13,6 b	57,0	240,0 a	2,8 b
‘US 802’	12,4 a	0,7 b	16,9 a	58,7	222,7 b	3,0 a
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	12,0 b	0,8 a	14,4 b	55,3	243,1 a	2,7 b
‘Trifoliata’	13,2 a	0,8 a	15,9 b	56,8	216,1 b	3,0 a
‘Flying Dragon’	12,7 a	0,7 b	17,6 a	56,4	226,7 b	2,9 a
Limão ‘Cravo’	11,4 b	0,9 a	13,4 b	57,4	249,0 a	2,7 b
F	6,0*	3,0*	4,0*	1,5 ^{ns}	2,4*	2,4*
CV (%)	3,6	10,1	9,7	6,7	7,6	7,4

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%. ns: não significativo.

‘Cravo’, com uma diferença de até 40 caixas para produção de uma tonelada de suco concentrado (Tabela 3.5.3.3).

Houve comportamento similar para algumas variáveis de qualidade de frutos em pelo menos duas safras diferentes. Os citrandarins IPEACS 239 e ‘US 812’, o tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’-9 e o ‘Flying ‘Dragon’ induziram frutos mais ácidos em 2018 e 2019. As menores concentrações de sólidos solúveis foram observadas quando a laranja ‘Valência’ foi enxertada sobre os citrandarins ‘US 852’ e ‘US 801’, tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’-9, limão ‘Cravo’ × laranja ‘Azeda’ e limão ‘Cravo’ (safras 2017 e 2019). Além disso, os citrumelos F.80-5, F.80-8 e ‘Swingle’, e os citrandarins ‘US 801’, ‘US 812’, IPEACS 256, IPEACS 239 e IPEACS 264, e o ‘Flying Dragon’ apresentaram melhor rendimento industrial e índice tecnológico nas duas últimas safras avaliadas, sendo superiores ao limão ‘Cravo’.

De maneira geral, pelo menos nove híbridos de ‘Trifoliata’ apresentaram melhor qualidade de frutos que o limão ‘Cravo’, principalmente em relação ao índice tecnológico e rendimento industrial. Em outro estudo, a laranja ‘Valência’ enxertada no citrandarin IPEACS 239 e em híbridos de tangerina ‘Sunki’ com ‘Trifoliata’ apresentou melhor qualidade de frutos do que sobre seleções de limão ‘Cravo’ (FADEL et al., 2018; RODRIGUES et al., 2019). No estado do Paraná, o citrumelo ‘Swingle’ e o citrange ‘C-13’ [*P. trifoliata* (L.) Raf. × *C. sinensis* (L.) Osb.] promoveram maiores valores de índice tecnológico para laranja ‘Cadenera’ (DOMINGUES et al., 2018), e o citrange ‘Troyer’ melhor rendimento industrial para a laranja ‘Valência’ quando comparados ao limão ‘Cravo’ (AULER et al., 2008).

A escolha do porta-enxerto adequado pode conferir frutos de melhor qualidade e, desta maneira, atender às exigências para comercialização de frutas frescas e de suco concentrado. Ainda, a seleção das combinações copa/porta-enxertos que apresentaram frutos com bom rendimento industrial e índice tecnológico pode colaborar efetivamente para o aumento da lucratividade das indústrias processadoras, que representam a principal atividade do setor citrícola. Portanto, é possível a diversificação dos porta-enxertos utilizados na citricultura, reduzindo gradativamente o uso expressivo do limão ‘Cravo’, uma vez que foi demonstrado que alguns porta-enxertos híbridos de ‘Trifoliata’ destacados neste estudo são capazes de oferecer à laranja ‘Valência’ frutos de alta qualidade industrial.

3.5.4 Análise de Componentes Principais - ACP

Nas safras de 2018 e 2019, mais de 70% da variabilidade foi explicada pelo primeiro e segundo componentes principais - CP (50,01% CP1 e 22,96% CP2 e 44,47% CP1 e 29,31%, CP2, respectivamente). Além disso, por meio da Classificação Hierárquica de Clusters (CHC) foi possível verificar o agrupamento dos genótipos de porta-enxertos referente às características de crescimento vegetativo, produção e qualidade de frutos (Figuras 3.5.4.1 e 3.5.4.2).

Na safra de 2018, as variáveis de qualidade dos frutos, rendimento industrial, índice tecnológico, sólidos solúveis e rendimento de suco demonstraram maior contribuição para a CP1 e permitiram identificar pelo menos dois grupos de porta-enxertos. Desta forma, o grupo composto pelos citrandarins 'US 801', 'US 852', 'US 812', IPEACS 239, IPEACS 256, IPEACS 264, os citrumelos F.80-5, F.80-3, F.80-8, F.80-6, 'Swingle' e 'W-2', 'US 802' e o trifoliata 'Flying Dragon', conferiram à 'Valência' frutos de melhor de qualidade. Por outro lado, os porta-enxertos F.80-7, F.80-18, 'Trifoliata', 'Cravo', tangor 'Murcott' × 'Trifoliata'-9 e limão 'Cravo' × laranja 'Azeda' apresentaram comportamento inferior em relação ao rendimento industrial, índice tecnológico, sólidos solúveis e rendimento de suco (Figura 3.5.4.1).

No segundo componente principal (CP2), destacaram-se, entretanto, as variáveis de volume de copa e eficiência produtiva, que apresentaram correlação negativa, indicando que plantas com menor volume de copa tendem apresentar maior eficiência produtiva, conforme resultados obtidos em outros estudos (FADEL et al., 2018; RODRIGUES et al., 2019). Neste contexto, o citrumelo F.80-18 apareceu isolado em relação às demais seleções de porta-enxertos por proporcionar à laranja 'Valência' melhor eficiência produtiva, e houve maior proximidade entre os citrumelos F.80-3, F.80-5 e o trifoliata 'Flying Dragon' quanto à indução de plantas menos vigorosas. Ainda, o grupo composto com os porta-enxertos tangor 'Murcott' × 'Trifoliata'-9, citrumelo F.80-7, 'Trifoliata', limão 'Cravo' e limão 'Cravo' × laranja 'Azeda' conferiram à laranja 'Valência' menor eficiência produtiva (Figura 3.5.4.1).

Para a safra de 2019 houve correlação negativa entre o rendimento industrial e o índice tecnológico, que apresentaram maior contribuição para CP1, enquanto a acidez titulável e o ratio contribuíram para CP2. Desta maneira, os citrandarins 'US 801', 'US 812', IPEACS 239, IPEACS 256, IPEACS 264, os citrumelos

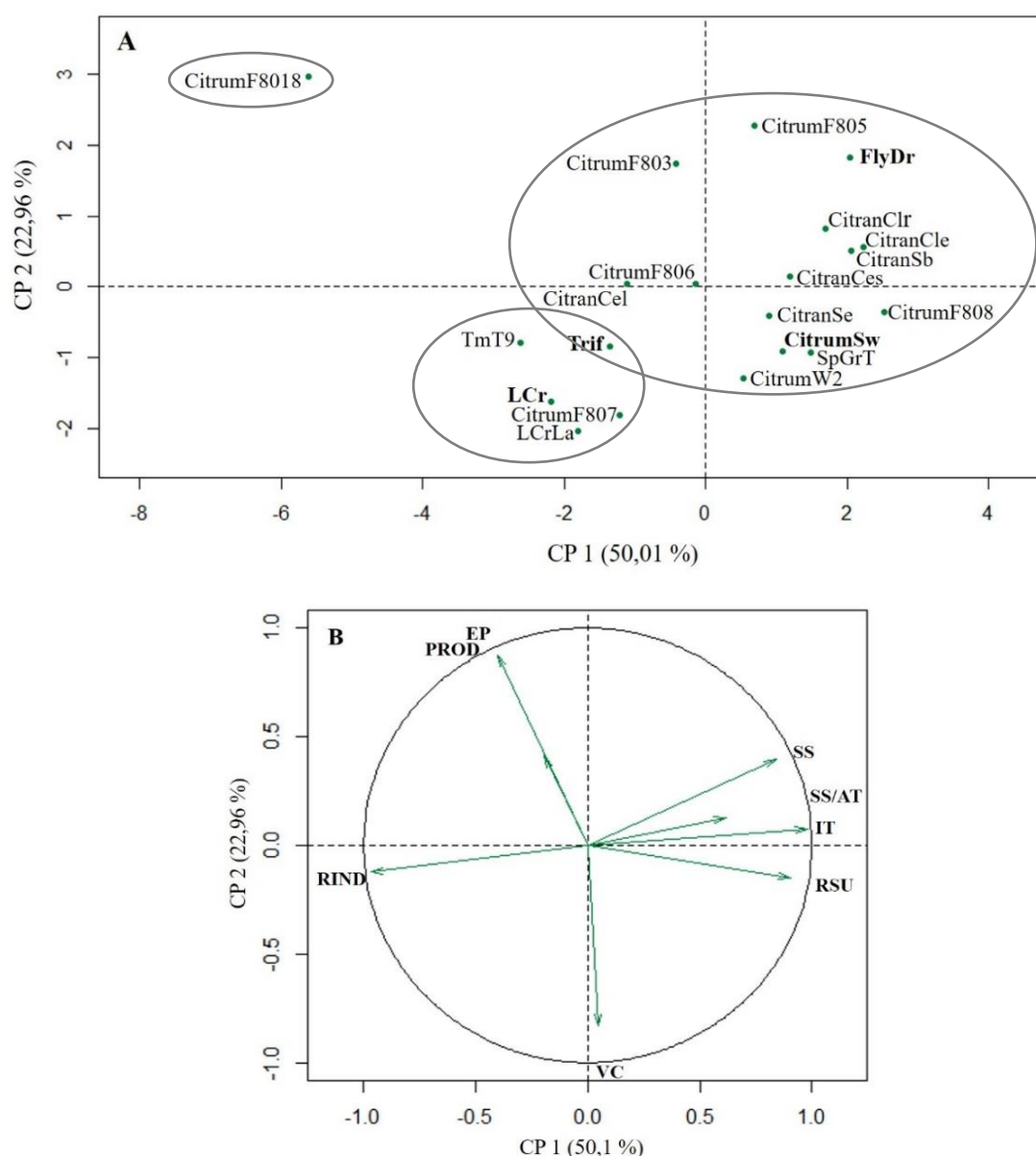


Figura 3.5.4.1 Análise de componentes principais (CP) das características de produção (PROD), volume de copa (VC), eficiência produtiva (EP), índice tecnológico (IT), sólidos solúveis (SS), *ratio* (SS/AT), rendimento industrial (RIND) e rendimento de suco (RSU) da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2018. Guairaça-PR. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais. CitranCel: Citrandarin ‘US 852’; CitranCes: Citrandarin ‘US 801’; CitranCle: Citrandarin IPEACS 256; CitranClr: Citrandarin IPEACS 239; CitranSb: Citrandarin ‘US 812’; CitranSe: Citrandarin IPEACS 264; CitrumF8018: Citrumelo F.80–18; CitrumF803: Citrumelo F.80–3; CitrumF805: Citrumelo F.80–5; CitrumF806: Citrumelo F.80–6; CitrumF807: Citrumelo F.80–7; CitrumF808: Citrumelo F.80–8; CitrumW2: Citrumelo ‘W–2’; CitrumSw: Citrumelo ‘Swingle’; LCrLa: Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’; SpGrT: ‘US 802’; TmT9: Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9; Trif: ‘Trifoliata’; FlyDr: ‘Flying Dragon’; LCr: Limão ‘Cravo’.

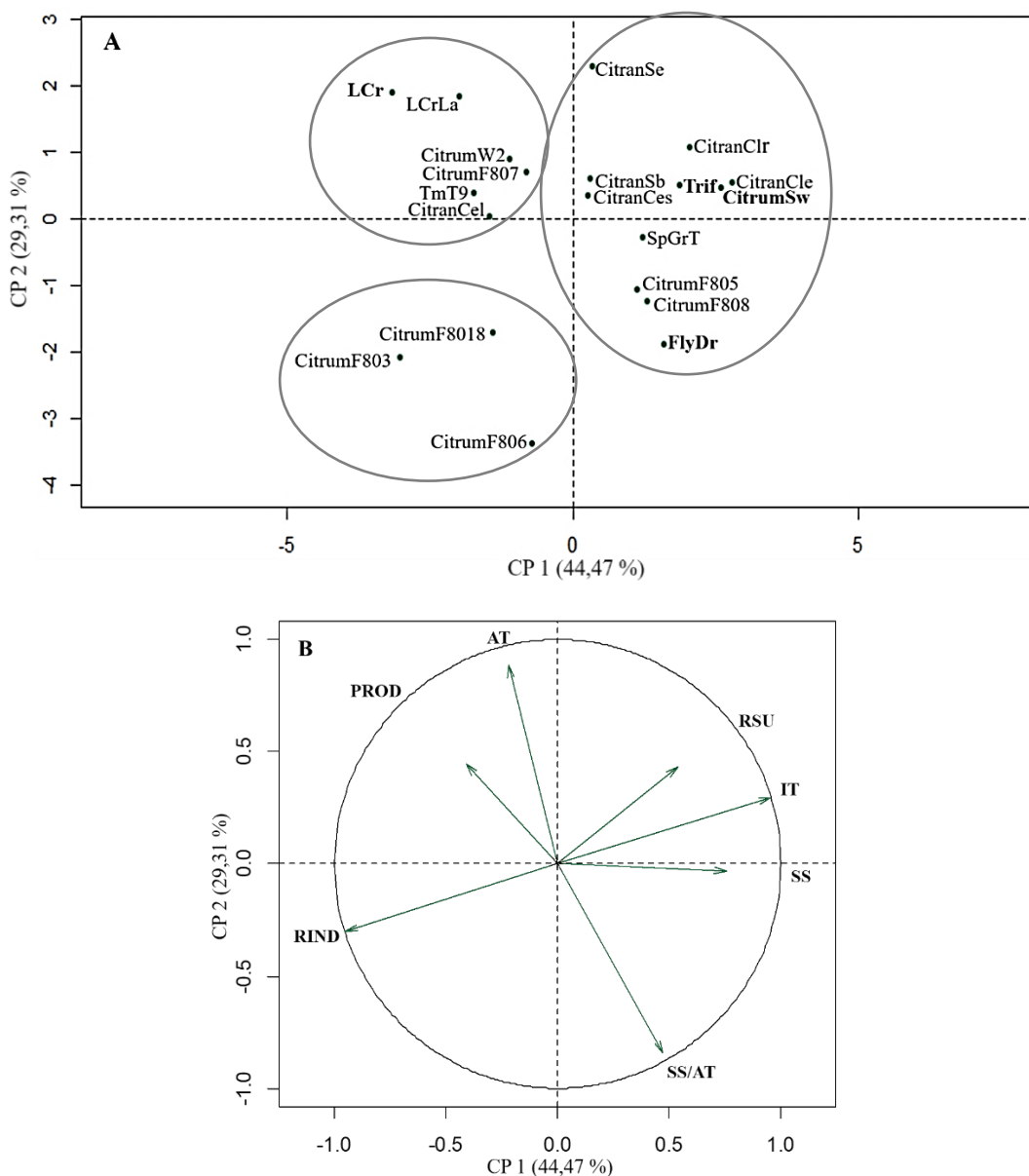


Figura 3.5.4.2 Análise de componentes principais (CP) das características de produção (PROD), volume de copa (VC), eficiência produtiva (EP), índice tecnológico (IT), sólidos solúveis (SS), *ratio* (SS/AT), rendimento industrial (RIND) e rendimento de suco (RSU) da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2019. Guairaça-PR. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais. CitranCel: Citrandarin ‘US 852’; CitranCes: Citrandarin ‘US 801’; CitranCle: Citrandarin IPEACS 256; CitranClr: Citrandarin IPEACS 239; CitranSb: Citrandarin ‘US 812’; CitranSe: Citrandarin IPEACS 264; CitrumF8018: Citrumelo F.80–18; CitrumF803: Citrumelo F.80–3; CitrumF805: Citrumelo F.80–5; CitrumF806: Citrumelo F.80–6; CitrumF807: Citrumelo F.80–7; CitrumF808: Citrumelo F.80–8; CitrumW2: Citrumelo ‘W–2’; CitrumSw: Citrumelo ‘Swingle’; LCrLa: Limão ‘Cravo’ × Laranja ‘Azeda’; SpGrT: ‘US 802’; TmT9: Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9; Trif: ‘Trifoliata’; FlyDr: ‘Flying Dragon’; LCr: Limão ‘Cravo’.

‘Swingle’, F.80–5, F.80–8, o ‘Trifoliata’, o ‘US 802’ e o ‘Flying Dragon’ se agruparam diante das variáveis que atribuem melhor qualidade de frutos, como o índice tecnológico, sólidos solúveis, rendimento industrial e rendimento de suco, enquanto os demais porta-enxertos apresentaram desempenho inferior quanto à essas variáveis, sobretudo, com menor rendimento industrial (Figura 3.5.4.2).

Considerando os resultados obtidos, os porta-enxertos híbridos de ‘Trifoliata’ conferiram à laranja ‘Valência’ respostas distintas quanto ao desempenho vegetativo e produtivo, e em alguns casos, os híbridos provenientes dos mesmos progenitores também demonstraram variabilidade entre si. No entanto, foi possível identificar genótipos promissores, com bom potencial de uso para diversificação, como o citrumelo F.80–5 e os citrandarins IPEACS 239, IPEACS 256, ‘US 801’ e ‘US 812’. Assim, esses porta-enxertos podem ser utilizados para formação de novos pomares de laranja, minimizando as perdas de produtividade. Em função disso, o aumento da densidade de plantio que empregue em plantas menos vigorosas, porém com alta eficiência produtiva, pode tornar a atividade citrícola mais lucrativa, favorecendo tanto o mercado de fruta fresca quanto o de suco concentrado.

3.5.5 Guia de Referência Rápida quanto à influência de 20 genótipos de porta-enxerto sobre as principais características da laranja ‘Valência’

Por meio do Guia de Referência Rápida proposto (Tabela 3.5.5.1), é possível identificar de maneira prática e objetiva as melhores alternativas para diversificação de porta-enxertos para a laranja ‘Valência’, além de auxiliar na tomada de decisão para diferentes perspectivas de seu cultivo. Como exemplo, para altas densidades de plantio, o citrumelo F.80-5 se destaca na maior parte das atribuições desejadas, com baixo vigor vegetativo, boa eficiência produtiva e ótima qualidade industrial de frutos, seguido pelo citrumelo F.80-3 e pelo citrandarin IPEACS 239. Além disso, em cenários em que se priorize o estabelecimento de pomares com menor nível de adensamento, destacam-se em relação aos porta-enxertos comerciais limão ‘Cravo’ e o citrumelo ‘Swingle’, os citrandarins ‘US 801’, ‘US 812’ e IPEACS 256, pois além de conferirem menor vigor de plantas, estes genótipos também apresentam ótima produção e qualidade industrial de frutos.

Tabela 3.5.5.1 Guia de Referência Rápida quanto à influência de 20 genótipos de porta-enxerto sobre o volume da copa, produção, eficiência produtiva, índice tecnológico e rendimento industrial** da laranja 'Valência'. Guairaça-PR.

Porta-enxertos	Volume da copa (m ³) ¹	Produção (kg/planta) ²	Eficiência produtiva (kg.m ⁻³) ³	Índice tecnológico (kg de SS por caixa de 40,8 kg) ⁴	Rendimento industrial (nº de caixas de 40,8 kg para obter-se 1 t de suco concentrado) ⁵
Citrandarin 'US 852'	Alto	Ótimo	Médio	Bom	Bom
Citrandarin 'US 801'	Alto	Ótimo	Médio	Ótimo	Ótimo
Citrandarin IPEACS 256	Alto	Ótimo	Médio	Ótimo	Ótimo
Citrandarin IPEACS 239	Baixo	Médio	Médio	Ótimo	Ótimo
Citrandarin 'US 812'	Médio	Bom	Médio	Ótimo	Ótimo
Citrandarin IPEACS 264	Muito Alto	Ótimo	Ruim	Ótimo	Ótimo
Citrumelo F.80-18	Baixo	Ruim	Ótimo	Bom	Médio
Citrumelo F.80-3	Baixo	Bom	Bom	Bom	Bom
Citrumelo F.80-5	Baixo	Médio	Bom	Ótimo	Ótimo
Citrumelo F.80-6	Médio	Médio	Ruim	Bom	Bom
Citrumelo F.80-7	Alto	Bom	Ruim	Bom	Médio
Citrumelo F.80-8	Médio	Médio	Ruim	Ótimo	Ótimo
Citrumelo 'W-2'	Muito alto	Bom	Ruim	Bom	Bom
Citrumelo 'Swingle'	Médio	Bom	Ruim	Ótimo	Ótimo
Limão 'Cravo' × Laranja 'Azeda'	Muito alto	Ótimo	Ruim	Bom	Bom
'US 802'	Médio	Ruim	Ruim	Ótimo	Ótimo
Tangor 'Murcott' × 'Trifoliata'-9	Médio	Médio	Médio	Bom	Bom
'Trifoliata'	Baixo	Ruim	Ruim	Ótimo	Ótimo
'Flying Dragon'	Baixo	Ruim	Médio	Ótimo	Ótimo
Limão 'Cravo'	Muito Alto	Ótimo	Médio	Bom	Médio

¹Volume da copa (m³): Baixo: >3,5≥8,0; Médio: >8,0<10,0; Alto: >10,0<12,0; Muito alto: >12. ²Produção por planta (kg/planta): Ótimo: >85<105; Bom: >70<85; Médio: >55<70; Ruim: <55. ³Eficiência produtiva (kg.m⁻³): Ótima: >12; Bom: >10<12; Médio: ≥7,5<10; Ruim: <7,5. ⁴Índice tecnológico (kg de SS por caixa de 40,8 kg): Ótimo: ≥2,5; Bom: >2,0<2,5; Médio: >1,8<2,0; Ruim: <1,8. ⁵Rendimento industrial (nº de caixas de 40,8 kg para obter-se 1 t de suco concentrado): Ótimo: <280; Bom: >280<300; Médio: >300<320; Ruim: >320. **Baseado em dados médios de produção, eficiência produtiva, índice tecnológico e rendimento industrial das safras de 2016, 2017 e 2018 e no volume de copa da safra de 2018, considerado o pomar já adulto.

3.6 CONCLUSÕES

O citrumelo F.80–5 confere à laranja ‘Valência’ menor volume de copa e alta eficiência produtiva, além de induzir frutos com boa qualidade, com alto índice tecnológico e melhor rendimento industrial, destacando-se como potencial alternativa para uso em plantio adensado. Os citrandarins IPEACS 256, IPEACS 264 e ‘US 801’ apresentam bom desempenho produtivo, com produções acumuladas equivalentes ao limão ‘Cravo’ e superiores ao citrumelo ‘Swingle’, além de proporcionarem boa qualidade de frutos.

Apesar de conferir à laranja ‘Valência’ altas produções, o limão ‘Cravo’ induz plantas mais vigorosas, com frutos de qualidade inferiores quando comparado aos porta-enxertos híbridos de ‘Trifoliata’.

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, P. C.; BRODBECK, B. V. Yield, Tree Size, and Fruit Quality of Mature 'Owari' and 'Brown Select' Satsuma on *Poncirus trifoliata* 'Rubidoux' and 'Flying Dragon' Rootstocks in North Florida. **HortScience**, v. 50, n. 11, p. 1650-1653, 2015.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington: AOAC, 1990, 298p.
- AULER, P. A. M.; FIORI-TUTIDA, A. C. G.; TAZIMA, Z. H. Comportamento da laranjeira 'Valência' sobre seis porta-enxertos no Noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 229-234, 2008.
- BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÀ, J. F. de; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, v. 35, n. 281, p. 36-45, 2014.
- BENYAHIA, H.; TALHA, A.; FADLI, A.; CHETTO, Q.; OMARI, F. E.; BENIKEN, L. Performance of 'Valencia Late' sweet orange on different rootstocks in the Gharb region (Northwestern Morocco). **Annual Research and Review in Biology**, v. 20, n. 4, p. 1-11, 2017.
- BORDIGNON, R.; MEDINA FILHO, H. P.; SIQUEIRA, W. J.; PIO, R. M. Características da laranjeira 'Valência' sobre clones e híbridos de porta-enxertos tolerantes à tristeza. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p. 381-395, 2003.
- BOWMAN, K.D.; WUTSCHER, H.K.; KAPLAN, D.T.; CHAPARRO, J.X. A new hybrid citrus rootstock for Florida: US 852. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v. 112, p. 54-55, 1999.
- BOWMAN, K. D.; ROUSE, R. E. US-812 Citrus rootstock. **HortScience**, v. 41, p. 832-836, 2006.
- BOWMAN, K. D.; MCCOLLUM, G.; ALBRECHT, U. Performance of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) on 17 rootstocks in a trial severely affected by Huanglongbing. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 355-361, 2016.
- CANTUARIAS-AVILÉS, T. MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S. SILVA, S. R.; ESPINOZA-NUÑEZ, E. Horticultural performance of Folha Murcha sweet orange onto twelve rootstocks. **Scientia Horticulture**, v. 129, n. 2, p. 259-265, 2011.
- CANTUARIAS-AVILÉS, T. MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S. SILVA, S. R.; ESPINOZA-NUÑEZ, E.; NETO, H. B. Rootstocks for high fruit yield and quality of 'Tahiti' lime under rain-fed conditions. **Scientia Horticulture**, v. 142, p. 105-111, 2012.
- CARVALHO, L.M.; CARVALHO, H.W.L.; SOARES FILHO, W.S; MARTINS, C.R.; PASSOS, O.S. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos

Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 2, p. 132-141, 2016.

CARVALHO, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; BARROS, I.; MARTINS, C. R.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARDI, E. A.; PASSOS, O. S. New scion-rootstock combinations for diversification of sweet orange orchards in tropical hardsetting soils. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 169-176, 2019.

CARVALHO, S. A.; GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; FERRAREZZI, R. S.; COLETTA FILHO, H. D. Advances in citrus propagation in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.41, n. 6, e-422, 2019.

CASTLE, W. S.; WUTSCHER, H.; YOUTSEY, C. Citrumelos as rootstocks for Florida citrus. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 101, p. 28-33, 1988.

CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H; KREZDORN, A.H.; YOUTSEY, C.O. **Rootstocks for Florida citrus**. 2nd. ed. Gainesville: University of Florida, 1993. 92p.

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

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

CASTLE, W.S.; BOWMAN, K. D.; BALDWIN, J.C.; GROSSER, J. W.; GMITTER JR, F. G. Rootstocks affect tree growth, yield, and juice quality of 'Marsh' grapefruit. **HortScience**, v. 46, n. 6, p. 841-848, 2011.

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

DOMINGUES, A. R.; NEVES, C. S. V, J.; YADA, I. F. U.; LEITE-JUNIOR, R. P.; TAZIMA, Z. H. Performance of 'Cadenera' orange trees grafted on five rootstocks. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 4, e-764, 2018.

DONADIO, L. C.; LEDERMAN, I. E.; ROBERTO, S. R.; STUCHI, E. S. Dwarfing-canopy and rootstock cultivars for fruit trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 3, e-997, 2019.

FADEL, A. L.; STUCHI, E. S.; COUTO, H. T. Z.; RAMOS, Y. C.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Trifoliolate hybrids as alternative rootstocks for 'Valencia' sweet orange under rainfed conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 235, p. 397-406, 2018.

FDA – Florida Department of Agriculture. **Citrus budwood: Annual Report 2017/2018. Consumer Services**. Disponível em:

<https://www.fdacs.gov/content/download/62638/file/2018-annual_report_combined.pdf>. Acesso em 27 jun. 2020.

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

FERREIRA, M. D.; SANCHEZ, A. C.; BRAUMBECK, O. A.; SANTOS, E. A. Harvesting fruits using a mobile platform: a case study applied to citrus. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 2, p. 293-299, 2018.

GARCIA, S. C; RODRIGUEZ, F. A; GUIRADO, R. R. S.; SERRANO, A. J.; OLIVAS, E. S.; RIBES, J. A. G. Vibration monitoring of the mechanical harvesting of citrus to improve fruit detachment efficiency. **Sensors**, v. 19, 1760, 2019.

HUSSAIN, S.; CURK, F.; DHUIQUE-MAYER, C.; URBAN, L.; OLLITRAULT, P.; LURO, F.; MORILLON, F. Autotetraploid trifoliolate orange (*Poncirus trifoliata*) rootstocks do not impact clementine quality but reduce fruit yields and highly modify rootstock/scion physiology. **Scientia Horticulturae**, v.134, p.100-107, 2012.

HUTCHISON, D.J. Swingle citrumelo - a promising rootstock hybrid. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v. 87, p. 89-91, 1974.

LADANIYA, M. S.; MARATHE, R. A.; DAS, A. K.; RAO, C. N.; HUCHCHE, A. D.; SHIRGURE, P. S.; MURKUTE, A. A. High density planting studies in acid lime (*Citrus aurantifolia* Swingle). **Scientia Horticulturae**, v. 261, 2019.

MARTÍNEZ-CUENCA, M. R, PRIMO-CAPELLA, A.; FORNER-GINER, M. A. Influence of Rootstock on Citrus Tree Growth: Effects on Photosynthesis and Carbohydrate Distribution, Plant Size, Yield, Fruit Quality, and Dwarfing Genotypes. In: RIGOBELLO, E. C. **Plant Growth**. Ch. 8. Rijeka: IntechOpen, 2016.

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

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S. da.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019.

PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; SOUZA, A. S.; SANTOS, L. C.; PEIXOTO, L. S. **Banco Ativo de Germoplasma de citros da Embrapa mandioca e fruticultura tropical: passado, presente e futuro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2007. 61 p. (Documento 163).

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Performance de citrumelos F-80 no Estado de São Paulo. **Laranja**, v. 26, n. 1, p. 77-85, 2005.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Citrumelos como porta-enxertos para laranja 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 105-107, 2011.

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

RODRIGUES, J. S.; ARAÚJO NETO, S. E. A.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARDI, E. A.; LESSA, L. S.; ALMEIDA, U. O. Performance of 'Valência' sweet orange grafted onto rootstocks in the state of Acre, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e01349, 2019.

ROKA, F. M.; HYMAN, B. R. Mechanical harvesting of sweet oranges for juice processing. **Acta Horticulturae**, v. 965, p. 241-244, 2012.

SANDERS, K. F. Orange Harvesting Systems: Review. **Biosystems Engineering**, v. 90, n. 2, p. 115-125, 2005.

SAUNT, J. **Citrus varieties of the world**. An illustrated guide. 1. ed. Norwich, England: Sinclair International Limited, 2000. 160p.

SCHINOR, E. H.; CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; MACHADO, M. A. Sunki mandarin vs. *Poncirus trifoliata* hybrids as rootstocks for Pera sweet orange. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, p. 190-200, 2013.

SIMONETTI, L. M.; CRISTOFANI-YALY, M.; BARROS, V. L. N. P.; SCHINOR, E. H.; FADEL, A. L.; SOUSA, M. C.; LEONEL, S.; TECCHIO, M. Porta-enxertos alternativos para o cultivo de laranja 'Valência' na região sudoeste de São Paulo. **Citrus Research and Technology**, v. 36, n. 2, p. 49-58, 2015.

SINGERMAN, A. The Role of Strategic Uncertainty in Area-Wide Pest Management Decisions of Florida Citrus Growers. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 101, n. 4, p. 1017-1020, 2019.

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

STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; SEMPIONATO, O. R.; REIFF, E. T.; SILVA, S. R.; PAROLIN, L. G. **Trifoliata 'Flying Dragon': Porta-enxerto para plantios adensados e irrigados de laranjeiras doces de alta produtividade e sustentabilidade**. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2012. 6p. (Comunicado Técnico, 152).

SULZBACH, M.; OLIVEIRA, R. P.; GIRARDI, E. A.; SCHWARZ, S. F.; BERTOLINI, E.; SCHNEIDER, L. A.; GONZATTO, M. P. **Huanglongbing (HLB) dos citros e estratégias de manejo visando prevenção e controle**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2017. 26p. (Comunicado Técnico, 450).

TANG, L.; CHHAJED, S.; VASHISTH, T. Preharvest fruit Huanglongbing-affected 'Valência' sweet orange. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 144, n. 2, p. 107-117, 2019.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JUNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O. Adensamento de plantio da laranjeira 'Valência' sobre trifoliata. **Laranja**, v. 33, n. 1, p. 49-58, 2012.

VASHISTH, T.; CHUN, C.; HAMPTON, M. O. Florida citrus nursery trends and strategies to enhance production of field-transplant ready citrus plants. **Horticulturae**, v.6, n. 8, p. 2-16, 2020.

WUTSCHER, H.K.; HILL, L.L. Performance of 'Hamlin' orange on 16 rootstocks in East-Central Florida. **HortScience**, v. 30, n. 1, p. 41-43, 1995.

4 ARTIGO B – HÍBRIDOS DE ‘TRIFOLIATA’ COMO ALTERNATIVAS DE PORTA-ENXERTOS PARA LARANJA ‘VALÊNCIA NA REGIÃO NORTE DO PARANÁ

4.1 RESUMO

A baixa diversificação de variedades de porta-enxertos recorrentes nos pomares limita a expansão do setor citrícola, restringindo o incremento de produtividade e a redução dos custos com tratamentos fitossanitários e outras práticas hortícolas. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento vegetativo, a produção e a qualidade de frutos da laranja doce ‘Valência’ enxertada sobre diferentes porta-enxertos híbridos de ‘Trifoliata’, e selecionar os genótipos que apresentaram bom potencial para serem utilizados na região Norte do Paraná. Foram avaliados 20 porta-enxertos, entre eles, híbridos de ‘Trifoliata’ (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) com tangerina (citrandarins), e com pomelo (citrumelos), para a laranja ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osb.). O pomar foi implantado em abril de 2013, em Rancho Alegre, PR, Brasil, em Latossolo Vermelho Eutroférico, e sob condições de sequeiro. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com 4 repetições e 4 plantas por parcela. O pomar experimental foi avaliado quanto ao crescimento vegetativo das copas, à produção e à qualidade dos frutos, em três safras consecutivas. Os dados foram submetidos à análise de variância complementada pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Além disso, foi realizado a Análise de Componentes Principais e o agrupamento dos porta-enxertos por meio da Classificação Hierárquica de Clusters. Por fim, foi proposto um Guia de Referência Rápida levando-se em consideração a influência que cada genótipo de porta-enxerto avaliado exerce sobre as principais características da laranja ‘Valência’. Os citrandarins IPEACS 256 e IPEACS 239, e o ‘US 802’ conferiram à laranja ‘Valência’ menor volume de copa e alta eficiência produtiva, além de induzirem frutos com boa qualidade, com alto índice tecnológico e melhor rendimento industrial, sendo boas alternativas para uso em plantio adensado. O citrumelos F.80–3, F.80–5 apresentam bom potencial ananicante aliado à alta eficiência produtiva da copa, porém, conferiram qualidade de frutos inferior quando comparado a outros híbridos de ‘Trifoliata’. O citrandarin ‘US 812’ proporcionou bom desempenho produtivo, com produção acumulada e eficiência produtiva equivalentes às do limão ‘Cravo’, além de promover plantas menos vigorosas e frutos com alta qualidade. O limão ‘Cravo’ e o limão ‘Rugoso da Flórida’ conferiram altas produções à laranja ‘Valência’, no entanto, proporcionam plantas muito vigorosas com menor desempenho quanto à qualidade dos frutos.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*. *Poncirus trifoliata*. Qualidade de frutos. Nanismo. Eficiência produtiva.

4.2 ABSTRACT

The low diversification of rootstock genotypes in orchards limits the expansion of the citrus industry, restricting increase in productivity and cost-saving with phytosanitary treatments and other horticultural practices. Therefore, the aim of this study was to evaluate the vegetative growth, productive behavior, and fruit quality of 'Valencia' sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osb.) grafted on different 'Trifoliata' hybrid rootstocks, and to select the genotypes that show a good performance at the North of Parana state, Brazil. For this purpose, 20 rootstocks were evaluated, including 'Trifoliata' hybrids (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) with mandarin (citrandarins), and with grapefruit (citrumelos). The experimental orchard was planted in Rancho Alegre, PR, Brazil, under clay soil and rainfed conditions, in 2013. The randomized block design with four replicates was used for statistical model, with four trees per plot. The canopy size, fruit yield and fruit quality were analyzed during three consecutive seasons. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Scott-Knott test at 5% probability. The Principal Component Analysis and Agglomerative Hierarchical Clustering were also used to assess the data. Finally, a Quick Reference Chart was proposed taking into account the influence that each rootstock genotype evaluated has on the main characteristics of the 'Valencia' sweet orange. The IPEACS 256, IPEACS 239 citrandarins and the 'US 802' induced to 'Valência' orange trees lower canopy volume, high yield efficiency, and good industrial quality of fruits, standing out as alternatives for high density planting. The F.80–3, F.80–5 showed a great dwarfing potential and high yield efficiency, but promoted lower fruit quality than the other 'Trifoliata' hybrids. The 'US 812' citrandarin showed high productive behavior, and the cumulative yield was similar to 'Rangpur' lime with a lower vegetative growth, in addition to providing good fruit quality. The 'Rangpur' lime and the 'Florida' rough lemon induced higher yield, however these rootstocks provided very vigorous trees, but lower fruit quality.

Key words: *Citrus sinensis*. *Poncirus trifoliata*. Fruit quality. Dwarfism. Yield efficiency.

4.3 INTRODUÇÃO

O uso de porta-enxertos é fundamental para a condução dos pomares cítricos por serem capazes de influenciar aspectos importantes à variedade copa, como o crescimento vegetativo, produção, qualidade de frutos, resistência à doenças, além dos aspectos abióticos, como a tolerância ao frio e à seca (CASTLE, 2010; LEGUA et al., 2011; MARTÍNEZ-CUENCA et al., 2016). No entanto, há um uso restrito de poucas variedades de porta-enxertos, na citricultura paranaense e no mundo, o que coloca em risco a sanidade das plantas e, em muitas vezes, não contribui para o melhor desempenho das variedades copa e rendimento dos pomares (FRANÇA et al., 2016; KIRINUS et al., 2019; CARVALHO et al., 2019). No Brasil, os principais porta-enxertos utilizados para laranja ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osb.) são o limão ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osb.) e o citrumelo ‘Swingle’ (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*) (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2016; CARVALHO et al., 2019).

O limão ‘Cravo’ tem como principais características conferir às copas boa produtividade e precocidade de produção, tolerância ao déficit hídrico, e bom vigor no viveiro e no pegamento de mudas, o que explica o seu uso expressivo. Contudo, apresenta suscetibilidade ao exocorte, declínio, xiloporose e à morte súbita dos citros, além de promover qualidade de frutos inferior em relação a outros porta-enxertos, como o citrumelo ‘Swingle’, o ‘Trifoliata’ (*P. trifoliata*) e seus híbridos (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2005; DOMINGUES et al., 2018; FADEL et al., 2018; RODRIGUES et al., 2019). Neste sentido, é de extrema importância a seleção de diferentes genótipos de porta-enxertos que confirmem características agrônômicas equivalentes ou superiores às atribuídas ao limão ‘Cravo’ para serem utilizados no processo de diversificação da cultura.

A diversificação de porta-enxertos deve prezar pelo uso daqueles que proporcionem melhor qualidade dos frutos para atender à demanda da indústria de suco, que exige frutos com maior produção de sólidos solúveis, e desta forma, com melhor rendimento industrial (BARRY et al., 2004; CASTLE, 2010), principalmente para as variedades copas de uso mais expressivo, como é o caso da laranja ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osb.) que se destaca entre as principais variedades comerciais de laranja produzidas no mundo, com frutos destinados tanto para elaboração de suco concentrado quanto ao mercado de frutas frescas (SPREEN, 2010).

Do ponto de vista de produção, os genótipos que apresentam potencial ananicante, ou seja, capazes de induzir plantas menos vigorosas, de menor porte, são interessantes para uso em plantio adensado, pois favorecem o aumento da produtividade por área e colaboram para a redução nos custos de produção (CANTÚRIAS-ÀVILES et al., 2012; FORNER-GINER et al., 2014). Plantios com alta densidade de plantas ainda favorecem o manejo do HLB, principal doença da citricultura atualmente, por compensar a redução decorrente da erradicação mandatória das plantas infectadas e facilitar a inspeção da doença no pomar, entre outras práticas, como aprimorar o controle do inseto vetor da doença (STUCHI et al., 2012; SULZBACH et al., 2017; DONADIO et al., 2019).

Os porta-enxertos híbridos de 'Trifoliata' se destacam como importantes alternativas ao uso do limão 'Cravo', especificamente dois grupos: os citrandarins [*Citrus reticulata* × *P. trifoliata* (L.) Raf.] e os citrumelos [*C. paradisi* Macfad. × *P. trifoliata* (L.) Raf.]. Estes genótipos são capazes de promover altas produtividades, frutos com qualidade superior, induzir porte pequeno para permitir adensamento, além de apresentar resistência a algumas doenças, como o declínio e a morte súbita dos citros (CASTLE et al., 1993; SCHINOR et al., 2013; ANDERSEN; BRODBECK, 2015; FADEL et al., 2018; DONADIO et al., 2019). Dentre alguns porta-enxertos híbridos já conhecidos e introduzidos, como o citrumelo 'Swingle', se destacam como potenciais genótipos outros citrumelos da série F.80 e alguns citrandarins como os 'US 812', 'US 852' e 'US 801' (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2014; BOWMAN et al., 2016).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo, vegetativo e a qualidade de frutos da laranja doce 'Valência' enxertada sobre diferentes genótipos de porta-enxertos, entre eles híbridos de 'Trifoliata', bem como selecionar os que apresentam potencial para serem utilizados no processo de diversificação da cultura nas condições edafoclimáticas do Norte do Paraná.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Localização, tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido no município de Rancho Alegre (23° 03'15" S, 50° 55'50" W, elevação 380 m) região Norte do estado do Paraná, Brasil,

em propriedade comercial de produção de citros. O clima da região é Cfa, de acordo com a classificação de Köppen, com verões quentes, geadas pouco frequentes e concentração do período mais chuvoso nos meses de verão, contudo sem estação seca bem definida. A média anual de pluviosidade é de 1.300 mm, com temperatura média entre 22,1 °C e umidade relativa entre 75 e 80% (IAPAR, 2019), e o solo predominante na região é o Latossolo Vermelho Eutroférico.

O pomar experimental de laranja 'Valência' clone IAC (*Citrus sinensis* L. Osbeck) foi implantado em abril de 2013 em espaçamento 6,0 × 2,5 m, na densidade de 666,7 plantas.ha⁻¹, e conduzido sem irrigação. O delineamento adotado foi em blocos casualizados, com 4 repetições e 4 plantas por parcela, tendo como tratamentos diversos genótipos de porta-enxertos

4.4.2 Genótipos de porta-enxertos utilizados

Foram avaliados 20 genótipos de porta-enxertos, entre eles, híbridos de 'Trifoliata' (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) com tangerina (citrandarins), e com pomelo (citrumelos), todos introduzidos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do Centro de Citricultura Sylvio Moreira (CCSM), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Cordeirópolis, SP, pelo pesquisador Jorgino Pompeu Junior (Tabela 4.4.2.1).

Os citrandarins 'US 852' e 'US 801', e o 'US 812' foram lançados pelo pesquisador Kim D. Bowman do USDA/ARS/HRL, Fort Pierce, Flórida, Estados Unidos, em 1999 e 2011, respectivamente, sendo que o 'US 852' foi originalmente obtido pelo pesquisador Joe Furr em Indio, Califórnia, Estados Unidos, em 1965 (WUTSCHER; HILL, 1995; BOWMAN et al., 1999; BOWMAN; ROUSE, 2006; BOWMAN et al., 2016). No Brasil, foram introduzidos em 1982 no BAG do CCSM/IAC.

As seleções de citrandarins IPEACS 256, IPEACS 239 e IPEACS 264 não possuem registro oficial sobre suas origens e sobre o melhorista responsável por sua obtenção. Muito possivelmente também foram criados pelo e USDA e posteriormente importados e disponibilizados pelo extinto Instituto de Pesquisas Experimentação Agropecuária do Centro-Sul (IPEACS), Itaguaí, RJ, Brasil, e introduzido em 1975 no BAG do CCSM/IAC. No Registro Nacional de Cultivares (RNC) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) os IPEACS 256 e 264 estão registrados como Indio e Riverside, respectivamente (PASSOS et al., 2007).

Tabela 4.4.2.1 Genótipos de porta-enxertos sob laranja 'Valência' utilizados na área experimental de Rancho Alegre-PR.

Porta-enxertos	Nome comum/científico	Nº de acesso/Origem BAG-CCSM-IAC¹ e viveiro de mudas certificadas²
Citrândarin 'US 852'	<i>Citrus reticulata</i> 'Changsha' × <i>Poncirus trifoliata</i> 'English Large'	1454
Citrândarin 'US 801'	<i>C. reticulata</i> 'Changsha' × <i>P. trifoliata</i> 'English Small'	1710
Citrândarin IPEACS 256	<i>C. reticulata</i> 'Cleópatra' × <i>P. trifoliata</i> 'English'	1483
Citrândarin IPEACS 239	<i>C. reticulata</i> 'Cleópatra' × <i>P. trifoliata</i> 'Rubidoux'	1600
Citrândarin 'US 812'	<i>C. reticulata</i> 'Sunki' × <i>P. trifoliata</i> 'Benecke'	1697
Citrândarin IPEACS 264	<i>C. reticulata</i> 'Sunki' × <i>P. trifoliata</i> 'English'	1628
Citrumelo F.80-3	<i>Citrus paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1460
Citrumelo F.80-5	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1457
Citrumelo F.80-6	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1456
Citrumelo F.80-7	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1458
Citrumelo F.80-8	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1459
Citrumelo 'W-2'	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	1455
Citrumelo 'Swingle'	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	401
'US 802'	<i>Citrus grandis</i> 'Siamese' × <i>P. trifoliata</i> 'Gotha Road'	1690
Tangor 'Murcott' × 'Trifoliata' – 9	(<i>C. reticulata</i> × <i>C. sinensis</i>) × <i>P. trifoliata</i>	1470
'Trifoliata'	<i>P. trifoliata</i>	Viveiro comercial
'Flying Dragon'	<i>P. trifoliata</i> 'Flying Dragon'	Viveiro comercial
Limão 'Cravo'	<i>Citrus limonia</i> Osb.	Viveiro comercial
Limão 'Rugoso da Flórida'	<i>Citrus jambhiri</i> Lush.	Viveiro comercial
Tangerina 'Sunki'	<i>C. reticulata</i> 'Sunki'	Viveiro comercial

¹BAG-CCSM-IAC: banco de germoplasma do Centro de Citricultura Sylvio Moreira, Instituto Agrônomo de Campinas.²Viveiros de mudas certificadas Pratinha (material vegetal oriundo do Instituto Agrônomo do Paraná).

As seleções de citrumelos da série F.80 são provenientes de cruzamentos realizados em 1955 pelo pesquisador Mortimer Cohen, Indian River Field Laboratory, Fort Pierce, Flórida, Estados Unidos (CASTLE et al., 1988), e foram introduzidos no BAG do CCSM/IAC em 1990. O citrumelo 'W-2' é também um híbrido de origem e foi introduzido no BAG do CCSM/IAC em 1990.

O citrumelo 'Swingle' foi obtido em 1907 pelo pesquisador Walter T. Swingle, do USDA, em Eustis, Flórida, Estados Unidos (HUTCHISON, 1974). Recebeu a sigla inicial CPB 4475 e foi lançado oficialmente somente em 1974 com o nome 'Swingle' em homenagem ao seu criador (CASTLE et al., 1988). Foi introduzido no BAG do CCSM/IAC em 1990.

Além desses, foram avaliados outros genótipos híbridos de porta-enxertos oriundos do BAG do CCSM/IAC, como o 'US 802' e o Tangor 'Murcott' × 'Trifoliata'–9, bem como outros amplamente conhecidos e utilizados em escala comercial, como o 'Trifoliata', o 'Flying Dragon', o limão 'Cravo', a tangerina 'Sunki' e o limão 'Rugoso da Flórida' provenientes do BAG do Instituto Agronômico do Paraná.

As mudas das diversas combinações copa/porta-enxertos utilizadas foram produzidas pelo viveiro de mudas cítricas certificadas Pratinha, localizado em Paranavaí, PR, Brasil, e o material propagativo foi fornecido pelo CCSM/IAC, Cordeirópolis, SP.

4.4.3 Tratos culturais

No plantio das mudas, foi realizada a calagem, calculada pelo método da saturação por bases para elevar a saturação a 70%; o calcário foi aplicado em área total e incorporado a 20 cm de profundidade nas faixas de plantio com dois metros de largura. As covas foram preparadas por meio de sulco profundo recebendo 500 g de superfosfato simples por muda, 5 L de adubo orgânico aviário e 200 g de calcário por metro linear de sulco. O controle fitossanitário foi realizado através do monitoramento de pragas e doenças, controlando-os ao atingir o nível de dano, e as ervas daninhas foram controladas com herbicidas nas linhas de plantio e roçadeira nas entrelinhas. Os demais tratos culturais foram realizados seguindo recomendações técnicas na região. Não foi realizado podas de manutenção no pomar durante o período avaliado.

4.4.4 Avaliações

4.4.4.1 Variáveis biométricas

Avaliou-se o desenvolvimento vegetativo das plantas, por meio da sua altura (m) e o diâmetro das copas (m), que foram utilizados para cálculo do volume da copa (V) empregando-se a equação proposta por Mendel (1956):

$$V (m^3) = \frac{2}{3} \times (\pi R^2 H)$$

em que:

R = raio da copa (m); e

H = altura da planta (m).

Para determinação do diâmetro da copa da planta, foram feitas duas medições ortogonais no meio da planta com o auxílio de escala graduada. A altura das plantas foi determinada pela medição da distância entre a base até a parte superior da planta. As avaliações do crescimento das plantas foram realizadas no outono, nos meses de maio e junho, em 2017 e 2018 e 2019.

4.4.4.2 Variáveis de produção

Para determinação da produção de cada combinação copa/porta-enxerto, os frutos de cada parcela foram pesados com auxílio de balança digital no momento da colheita, realizada no mês de outubro. Os resultados foram expressos em massa (kg) de frutos por plantas, obtidos nas safras de 2017, 2018 e 2019. A produção acumulada de frutos por planta foi calculada somando-se as produções anuais obtidas. Além disso, com os dados de produção de frutos e volume de copa das plantas, foi calculada a eficiência produtiva (EP) das safras avaliadas (2017, 2018 e 2019), utilizando a seguinte equação:

$$EP (kg. m^{-3}) = \frac{\text{Produção de frutos (kg/planta)}}{\text{Volume de copa (m}^3\text{)}}$$

O número teórico de plantas por hectare foi determinado em função do espaçamento teórico adequado utilizando-se a equação:

$$E = (D \times 0,85) \times (D + 2,5)$$

em que:

E = espaçamento teórico adequado; e

D = diâmetro da copa (m) para cada combinação copa/porta-enxerto.

O cálculo assume uma sobreposição de 15% de ramos em linha e 2,5 m de distância livre entre as linhas, que satisfaçam as práticas culturais da colheita (DE NEGRI; BLASCO, 1991). Para a estimativa do número teórico de plantas por hectare foi considerado a safra de 2019, última safra avaliada.

4.4.4.3 Variáveis de qualidade dos frutos

As análises físico-químicas dos frutos foram realizadas com amostras de 15 frutos por parcela, retiradas da parte externa das plantas de forma aleatória, na altura entre 1,0 e 2,0 m. As avaliações foram realizadas dentro dos padrões industriais para sucos cítricos na Cooperativa Integrada, em Uraí-PR, no mês que antecedeu a colheita nos três anos de avaliação. Os frutos foram pesados em balança digital e direcionados para extração do suco em extratora comum. O rendimento de suco (RS), expresso em porcentagem, foi determinado pela equação:

$$RS (\%) = \frac{\text{Massa de suco (g)}}{\text{Massa de fruto (g)}} \times 100$$

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado por meio da leitura direta de cada amostra em refratômetro Atago® (modelo PAL-ALPHA) com compensação automática de temperatura, e o resultado foi expresso em °Brix. A acidez titulável (AT) foi determinada por titulação de 25 mL de suco com uma solução 0,1 N de hidróxido de sódio (NaOH) para pH = 8,2. O resultado foi expresso em porcentagem de ácido cítrico (AOAC, 1990). Para avaliação de maturação dos frutos foi considerado o índice de maturação – IM ou *ratio*, obtido pela relação entre SS e AT.

O índice tecnológico (IT), ou a quantidade de SS do suco obtido de 40,8 kg de frutos, expresso em kg de SS por caixa de 40,8 kg (DI GIORGI et al., 1990), foi calculado utilizando-se a equação:

$$IT = \frac{[RS (\%) \times SS (^\circ\text{Brix}) \times \text{massa da caixa padrão industrial de citros (40,8 kg)}]}{10.000}$$

Também foi calculado o rendimento industrial (RI), ou seja, o número de caixas de laranja necessário para obter-se uma tonelada de suco concentrado, de acordo com a seguinte fórmula:

$$RI = \frac{660}{IT}$$

em que:

660 = 660 kg de SS em 1.000 kg de suco concentrado; e

IT = índice tecnológico (40,8 kg por tonelada de suco concentrado).

Os resultados de todas as variáveis de qualidade da fruta foram apresentados em termos de médias das safras avaliadas (2017, 2018 e 2019).

4.4.5 Análises estatísticas

Os dados de desenvolvimento vegetativo, qualidade dos frutos e produção das safras avaliadas foram submetidos à análise de variância complementada pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Os dados foram analisados utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2011). Além disso, foi realizado a Análise de Componentes Principais (ACP) para explicar as inter-relações entre os porta-enxertos diante das variáveis apresentadas que, posteriormente, foram agrupados por meio da Classificação Hierárquica de Clusters (CHC). Para efetuar as análises multivariadas (ACP e CHC) foi utilizado o programa *R*, empregando-se o pacote *FactorMineR*.

Em função dos resultados obtidos quanto às principais variáveis analisadas, como o volume de copa, produção, eficiência produtiva, rendimento industrial e índice tecnológico, foi por fim proposto um Guia de Referência Rápida baseado em Castle et al. (1993), levando-se em consideração a influência que cada genótipo de porta-enxerto avaliado exerce sobre essas características da laranja 'Valência'. Para tanto, foram considerados os dados médios de produção, eficiência produtiva, índice tecnológico e rendimento industrial das safras de 2017, 2018 e 2019,

e no volume de copa da safra de 2019, na qual o pomar já se encontrava na fase adulta.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Crescimento vegetativo

Nas três safras avaliadas, o trifoliata 'Flying Dragon' e os citrumelos F.80-3 e F.80-5 promoveram à laranja 'Valência' menor altura de copa, enquanto que o limão 'Rugoso da Flórida' e limão 'Cravo' induziram copas mais altas. Com exceção dos porta-enxertos citrandarin IPEACS 264, citrumelos F.80-8, F.80-7 e 'W-2', limão 'Cravo' e limão 'Rugoso da Flórida', todas as demais combinações apresentaram altura de copa inferior a 3,0 m. Dentre os genótipos que proporcionaram às plantas de laranja 'Valência' altura menor ou igual a 2,5 m, ou seja, aqueles que demonstraram potencial ananicante (POMPER JUNIOR; BLUMER, 2011), destacaram-se os citrandarins IPEACS 256 (2,5 m) e IPEACS 239 (2,4 m), os citrumelos F.80-3 (2,3 m) e F.80-5 (2,2 m) e o trifoliata 'Flying Dragon' (2,0 m) (Tabela 4.5.1.1).

As copas com menores diâmetros foram promovidas pelo trifoliata 'Flying Dragon' e pelos citrumelos F.80-5 e F.80-3, com médias variando entre 1,8 a 2,2 m no decorrer das três safras, enquanto as plantas enxertadas sobre o limão 'Rugoso da Flórida' apresentaram maior diâmetro de copa (2,5 a 3,1 m). O IPEACS 239 conferiu à laranja 'Valência' menor diâmetro que os demais citrandarins, e os citrumelos F.80-3, F.80-5 e F.80-6 em relação aos demais citrumelos (Tabela 4.5.1.2).

As plantas de laranja 'Valência' enxertadas nos citrumelos F.80-3 e F.80-5 e sobre o trifoliata 'Flying Dragon' apresentaram menor volume de copa, com valores médios na última safra de 6,0 m³, 5,7 m³ e 4,7 m³, respectivamente. Além disso, as combinações com o citrumelo F.80-6 e citrandarins IPEACS 256, IPEACS 239 e o 'US 802' apresentaram valores intermediários de volume de copa, variando entre 6,6 m³ a 9,0 m³. Por outro lado, o limão 'Rugoso da Flórida' proporcionou plantas mais vigorosas em todas as safras, seguido pelo limão 'Cravo', tangerina 'Sunki', citrumelos F.80-7, F.80-8 e 'W-2' e os citrandarins IPEACS 264 e 'US 801', com médias entre 10,7 m³ a 18,9 m³ (Tabela 4.5.1.3).

Tabela 4.5.1.1 Altura de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2017, 2018 e 2019. Rancho Alegre-PR.

Porta-enxertos	Altura de copa (m)		
	2017	2018	2019
Citrandarin ‘US 852’	2,4 b	2,5 e	2,8 c
Citrandarin ‘US 801’	2,5 b	2,8 d	2,9 c
Citrandarin IPEACS 256	2,2 c	2,2 g	2,5 d
Citrandarin IPEACS 239	2,3 c	2,1 g	2,4 d
Citrandarin ‘US 812’	2,5 b	2,3 f	2,7 d
Citrandarin IPEACS 264	2,7 b	3,0 c	3,4 b
Citrumelo F.80–3	2,0 d	2,1 g	2,3 e
Citrumelo F.80–5	1,8 e	2,0 g	2,2 e
Citrumelo F.80–6	2,3 c	2,5 e	2,7 d
Citrumelo F.80–7	2,5 b	2,9 d	3,0 c
Citrumelo F.80–8	2,5 b	3,0 c	3,1 c
Citrumelo ‘W–2’	2,5 b	3,0 c	3,1 c
Citrumelo ‘Swingle’	2,5 b	2,9 d	2,9 c
‘US 802’	2,3 c	2,3 f	2,6 d
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	2,4 b	2,4 e	2,7 d
‘Trifoliata’	2,2 c	2,3 f	2,6 d
‘Flying Dragon’	1,8 e	1,8 h	2,0 e
Limão ‘Cravo’	2,9 a	3,2 b	3,4 b
Limão ‘Rugoso da Flórida’	3,0 a	3,5 a	3,7 a
Tangerina ‘Sunki’	2,6 b	2,7 d	2,9 c
F	25,6*	31,6*	20,1*
CV (%)	4,9	6,1	6,8

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%.

Dentre as principais características atribuídas aos porta-enxertos híbridos de ‘Trifoliata’ destaca-se a indução de plantas com menor porte e volume de copa (CASTLE et al., 1993; ANDERSEN; BRODBECK, 2015; BOWMAN et al., 2016). No entanto, foi verificado que houve alta variabilidade dos híbridos estudados para as características de crescimento vegetativo, sobretudo quando comparados os genótipos oriundos dos mesmos progenitores, como alguns citrumelos e citrandarins. Essa ampla variabilidade observada indica que, possivelmente, estas variáveis estão sob controle genético de vários loci heterozigotos (BORDIGNON et al., 2003) ou que estes genótipos carregam as características indesejadas dos parentais, como no caso das tangerinas ‘Sunki’ e ‘Cleópatra’ que normalmente promovem copas com alto vigor

vegetativo (SCHINOR et al., 2013; DOMINGUES et al., 2018). Neste estudo, pelo menos 10 porta-enxertos híbridos de ‘Trifoliata’ induziram à laranja ‘Valência’ plantas menos vigorosas, inclusive em relação aos porta-enxertos já utilizados em escala comercial, limão ‘Cravo’, tangerina ‘Sunki’ e limão ‘Rugoso da Flórida’.

Tabela 4.5.1.2 Diâmetro de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2017, 2018 e 2019. Rancho Alegre-PR.

Porta-enxertos	Diâmetro de copa (m)		
	2017	2018	2019
Citrandarin ‘US 852’	2,2 c	2,4 b	2,5 c
Citrandarin ‘US 801’	2,3 b	2,5 a	2,6 b
Citrandarin IPEACS 256	2,2 c	2,4 a	2,4 c
Citrandarin IPEACS 239	2,2 c	2,3 b	2,3 d
Citrandarin ‘US 812’	2,3 b	2,4 a	2,5 c
Citrandarin IPEACS 264	2,3 b	2,5 a	2,9 a
Citrumelo F.80–3	2,0 d	2,3 b	2,2 d
Citrumelo F.80–5	1,9 e	2,1 c	2,2 d
Citrumelo F.80–6	2,1 c	2,4 a	2,5 c
Citrumelo F.80–7	2,3 c	2,4 a	2,7 b
Citrumelo F.80–8	2,2 c	2,5 a	2,8 b
Citrumelo ‘W–2’	2,2 c	2,4 a	2,7 b
Citrumelo ‘Swingle’	2,3 b	2,5 a	2,6 b
‘US 802’	2,1 c	2,3 b	2,3 c
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	2,2 c	2,4 a	2,5 c
‘Trifoliata’	2,1 c	2,3 b	2,4 c
‘Flying Dragon’	1,8 e	2,0 d	2,1 d
Limão ‘Cravo’	2,4 b	2,5 a	2,7 b
Limão ‘Rugoso da Flórida’	2,5 a	2,5 a	3,1 a
Tangerina ‘Sunki’	2,5 a	2,5 a	2,8 b
F	12,7*	11,0*	8,5*
CV (%)	4,1	3,2	6,9

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%.

Atualmente, os programas de melhoramento visam à obtenção de genótipos de porta-enxertos que são capazes de induzirem plantas com menor altura, diâmetro e volume de copa, ou seja, aqueles que apresentam potencial ananicante (CASTLE, 2010; BOWMAN; MCCOLLUM, 2015; LADANIYA et al., 2019). Os pomares estabelecidos com combinações copa/porta-enxertos que apresentem baixo vigor

vegetativo tendem a se tornar mais rentáveis, pois além de possibilitar o adensamento de plantio, favorecerem as operações da colheita manual e mecanizada, permitem o controle mais eficiente de pragas e doenças e facilitam outros tratos culturais, como pulverizações, adubações e podas de manutenção (CARLOS et al., 1997; STUCHI et al., 2012). É importante destacar que em plantios com alta densidade os investimentos iniciais tendem a ser maiores, dado ao aumento no número de mudas requeridas. Portanto, é expressamente necessário que as combinações copa/porta-enxertos que são aptas para o sistema de adensamento garantam boa rentabilidade dos pomares e que sejam capazes de cobrir os custos de implantação logo nos primeiros anos de produção.

Tabela 4.5.1.3 Volume de copa da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2017, 2018 e 2019. Rancho Alegre-PR.

Porta-enxertos	Volume de copa (m ³)		
	2017	2018	2019
Citrandarin ‘US 852’	6,0 d	7,8 c	9,1 d
Citrandarin ‘US 801’	7,0 c	8,7 b	10,7 c
Citrandarin IPEACS 256	5,6 d	6,5 d	7,2 e
Citrandarin IPEACS 239	5,6 d	6,0 d	6,6 e
Citrandarin ‘US 812’	6,8 c	7,2 c	8,7 d
Citrandarin IPEACS 264	7,4 c	9,6 b	14,8 b
Citrumelo F.80–3	4,3 e	5,9 d	6,0 e
Citrumelo F.80–5	3,3 f	4,9 e	5,7 e
Citrumelo F.80–6	5,6 d	7,6 c	9,0 d
Citrumelo F.80–7	6,7 c	8,8 b	11,6 c
Citrumelo F.80–8	6,5 c	9,4 b	12,2 c
Citrumelo ‘W–2’	6,3 c	9,3 b	11,7 c
Citrumelo ‘Swingle’	6,7 c	9,0 b	10,0 d
‘US 802’	5,4 d	6,8 d	7,3 e
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	6,1 d	7,5 c	8,4 d
‘Trifoliata’	5,4 d	6,5 d	7,9 d
‘Flying Dragon’	3,2 f	3,6 f	4,7 e
Limão ‘Cravo’	8,2 b	10,2 a	13,2 b
Limão ‘Rugoso da Flórida’	9,6 a	11,3 a	18,9 a
Tangerina ‘Sunki’	8,2 b	8,9 b	11,7 c
F	25,1*	25,8*	19,3*
CV (%)	10,0	9,6	16,1

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%.

A adoção de plantas muito vigorosas nos pomares acarreta no aumento da demanda de mão-de-obra para colheita manual, visto que o rendimento do colhedor é reduzido pela dificuldade na coleta dos frutos nas regiões mais altas/ponteiros das plantas necessitando, muitas vezes, o uso de escadas e ganchos (STUCHI et al., 2012; FERREIRA et al., 2018). Para isso, a colheita mecanizada está cada vez mais sendo discutida e implementada em diversos países, inclusive novos modelos de colheitadeiras de laranja foram desenvolvidos e estão disponíveis no mercado. Esta prática tende a se tornar o futuro da citricultura e tem como intuito agilizar a colheita e minimizar os custos de produção através da redução de mão-de-obra (SANDERS, 2005; ROKA; HYMAN, 2012; FERREIRA et al., 2018). A formação de pomares com árvores de baixo vigor vegetativo pode favorecer as operações da colheita mecanizada, pois a menor cobertura das plantas nas entre linhas de plantio permitem o tráfego mais eficiente de máquinas e implementos de grande porte, além de facilitar as operações das colhedoras no momento da colheita, reduzindo os danos nas plantas e frutos.

Nos plantios com alta densidade de plantas é necessário a aplicação de podas frequentes já que há uma tendência de sobreposição das copas das plantas nas linhas de plantio, o que acaba dificultando às técnicas de manejo e as operações da colheita, como a passagem de colhedores, colocação de recipientes (caixas de colheita) para depósito temporário da fruta e a entrada de máquinas e implementos agrícolas (STUCHI et al., 2012). Desta forma, as combinações copa/porta-enxertos que apresentam menor altura, diâmetro e volume de copa podem favorecer a redução da aplicação de podas logo nos primeiros anos do pomar. As plantas de laranja 'Valência' enxertada nos citrumelos F.80-3 e F.80-5, citrandarins IPEACS 256, IPEACS 239 e no 'US 802', provavelmente, tendem a levar mais tempo para apresentar o fechamento da linha de plantio, isto é, momento em que comecem a sobrepor e formar um renque, pois no decorrer das safras demonstraram reduzido vigor vegetativo.

Ressalta-se, neste trabalho, que os citrumelos F.80-3 e F.80-5, os citrandarins IPEACS 256 e IPEACS 239 e o 'US 802' podem ser potenciais alternativas de porta-enxertos para laranja 'Valência' em plantios adensados, pois foram capazes de conferir plantas com menor altura, diâmetro e volume de copa. O uso destas combinações pode minimizar os impactos econômicos com os tratamentos culturais (podas,

controle de pragas, doenças e plantas daninhas, entre outros) e com as práticas relacionadas à colheita manual e mecanizada.

4.5.2 Produção

Na primeira safra avaliada (2017), o limão 'Cravo', o citrandarin 'US 812' e o citrumelo 'W-2' proporcionaram à laranja 'Valência' maior produção, com médias de 101,1, 91,4 e 89,0 kg/planta, respectivamente. Os porta-enxertos menos produtivos foram os citrumelos F.80-3 (57,8 kg/planta), F.80-5 (46,8 kg/planta) e F.80-6 (48,5 kg/planta), o 'US 802' (48,0 kg/planta), o 'Trifoliata' (41,9 kg/planta) e o trifoliata 'Flying Dragon' (26,9 kg/planta) (Tabela 4.5.2.1).

Na safra de 2018, os citrandarins 'US 801', 'US 812' e IPEACS 264, citrumelos F.80-6, F.80-7 e F.80-8, 'US 802', tangor 'Murcott × 'Trifoliata'-9, limões 'Cravo' e 'Rugoso da Flórida' induziram produções mais altas, enquanto que os citrumelos F.80-3, F.80-5, 'W-2' e 'Swingle', citrandarins 'US 852', IPEACS 256 e IPEACS 239, trifoliata 'Flying Dragon', 'Trifoliata' e tangerina 'Sunki' promoveram produções inferiores. Na última safra avaliada (2019), pelo menos 8 porta-enxertos híbridos de 'Trifoliata' avaliados conferiram à laranja 'Valência' melhores produções, não se diferenciando estatisticamente dos limões 'Cravo' e 'Rugoso da Flórida' e tangerina 'Sunki' (Tabela 4.5.2.1).

Verifica-se que a laranja 'Valência' enxertada no citrandarin 'US 812', citrumelo 'W-2' e limão 'Cravo' apresentou produção mais precoce que os demais porta-enxertos avaliados, ao passo que quando enxertada sobre os demais híbridos de 'Trifoliata', a produção foi mais tardia com boa regularidade de produção e provável tendência de aumento no decorrer das safras (Tabela 4.5.2.1). Em outro caso, o citrumelo 'W-2' também promoveu precocidade de produção para laranja 'Valência', com produções superiores do que às obtidas sobre o limão 'Cravo' (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2011). Além disso, já foi constatado bom desempenho produtivo do citrandarin 'US 812' como porta-enxerto para as laranjas doces 'Hamlin' (BOWMAN; MCCOLLUM, 2015) e 'Valência' (WUTSCHER; BOWMAN, 1999; FADEL et al., 2018), com indução de altas produções logo nos primeiros anos do pomar.

As variedades copas enxertadas no limão 'Cravo' tendem apresentar produções superiores e precocidade de produção, características que o designaram como um dos principais porta-enxertos utilizados no Brasil (POMPEU JUNIOR;

Tabela 4.5.2.1. Produção por planta e produção acumulada por planta da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2017, 2018 e 2019. Racho Alegre-PR.

Porta-enxertos	Produção por planta (kg/planta)			Produção acumulada (kg/planta)
	2017	2018	2019	
Citrândarin ‘US 852’	55,2 c	46,9 b	65,7 b	167,8 b
Citrândarin ‘US 801’	79,8 b	54,5 a	89,3 a	223,6 a
Citrândarin IPEACS 256	72,4 b	33,0 b	82,0 a	187,5 b
Citrândarin IPEACS 239	63,7 b	46,6 b	66,2 b	176,4 b
Citrândarin ‘US 812’	89,0 a	69,4 a	66,1 b	224,4 a
Citrândarin IPEACS 264	82,1 b	78,2 a	75,6 b	235,9 a
Citrumelo F.80–3	57,8 c	42,0 b	72,0 b	171,8 b
Citrumelo F.80–5	46,8 c	39,4 b	61,6 b	147,8 b
Citrumelo F.80–6	48,5 c	54,6 a	73,4 b	176,5 b
Citrumelo F.80–7	70,3 b	59,5 a	95,4 a	225,2 a
Citrumelo F.80–8	72,3 b	60,3 a	95,2 a	227,8 a
Citrumelo ‘W–2’	91,4 a	47,3 b	97,5 a	236,2 a
Citrumelo ‘Swingle’	73,3 b	48,7 b	93,2 a	215,1 a
‘US 802’	48,0 c	52,6 a	96,1 a	196,7 a
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	68,7 b	66,3 a	96,1 a	231,1 a
‘Trifoliata’	41,9 c	46,6 b	77,2 b	165,7 b
‘Flying Dragon’	26,9 c	5,8 c	37,4 c	70,1 c
Limão ‘Cravo’	101,1 a	62,0 a	100,8 a	263,9 a
Limão ‘Rugoso da Flórida’	82,2 b	73,2 a	98,7 a	254,1 a
Tangerina ‘Sunki’	77,8 b	46,4 b	95,1 a	219,3 a
F	7,4*	4,8*	3,7*	10,1*
CV (%)	20,4	28,1	21,5	14,0

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%.

BLUMER, 2005; DOMINGUES et al., 2018). O uso de combinações copa/porta-enxertos que apresentem precocidade de produção, isto é, que são capazes de promover altas produções já nas primeiras safras, como verificado na laranja 'Valência' enxertada sobre o citrandarin 'US 812' e sobre o citrumelo 'W-2', pode ser visto como boa estratégia pra antecipar o retorno financeiro e cobrir os custos iniciais gerados pela implantação dos pomares. Entretanto, é importante que para seleção de porta-enxertos deva-se observar também aqueles que promovam à variedade copa boa regularidade de produção durante as safras e que sejam capazes de garantir a longevidade do pomar.

Quanto à produção acumulada, destacaram-se como os mais produtivos os citrandarins 'US 801', 'US 812' e IPEACS 264, os citrumelos F.80-7, F.80-8, 'W-2' e 'Swingle', o 'US 802' e o tangor 'Murcott × 'Trifoliata'-9, sendo estatisticamente semelhantes ao limão 'Cravo', limão 'Rugoso da Flórida' e tangerina 'Sunki', com médias observadas entre 196,7 a 263,9 kg/planta. Os citrumelos F.80-3, F.80-5, F.80-6 conferiram menores médias de produção acumulada quanto aos demais citrumelos, enquanto que os porta-enxertos 'US 852', IPEACS 256 e IPEACS 239 foram os menores produtivos dentre os citrandarins (Tabela 4.5.2.1).

Constatou-se que a produção está relacionada diretamente ao vigor das plantas, uma vez que os porta-enxertos que apresentaram menor volume de copa também conferiram produções inferiores, como é o caso dos citrumelos F.80-3, F.80-5, citrandarins IPEACS 256 e IPEACS 239 e do 'US 802' (BOWMAN; MCCOLLUM, 2015; BOWMAN et al., 2016; FADEL et al., 2018; CARVALHO et al., 2019). Para a escolha das combinações copa/porta-enxertos é importante definir quais são as estratégias de cultivo requeridas para cada região, como o nível de adensamento, e assim identificar os genótipos que são capazes de fornecer maior rentabilidade durante a vida útil dos pomares. Nem sempre os porta-enxertos mais produtivos são tido como melhores alternativas, como o limão 'Cravo', que promoveu altas produções mas ao mesmo passo que conferiu plantas muito vigorosas, aspecto desvantajoso para o sistema produtivo, já que provavelmente aumentaria os custos oriundos das técnicas de manejo (CASTLE, 2010; MARTÍNEZ-CUENCA et al., 2016; LADANIYA et al., 2019). Nestas condições, destacam-se como porta-enxertos promissores para a diversificação os citrandarins 'US 801' e 'US 812', pois apresentaram bom desempenho produtivo, com altas produções e boa regularidade entre as safras, além

de conferirem plantas menos vigorosas quando comparados aos porta-enxertos utilizados em escala comercial.

Para as três safras avaliadas, as plantas de laranja 'Valência' enxertada nos citrumelos F.80-3 e F.80-5, no citrandarin IPEACS 239 e no tangor 'Murcott × 'Trifoliata'-9 apresentaram melhor eficiência produtiva, com médias na última colheita variando entre 10,8 a 12,4 kg.m⁻³. Os citrandarins IPEACS 256, IPEACS 264, 'US 812', F.80-7 e F.80-8, os citrumelos 'Swingle' e 'US 802', e o 'Trifoliata' também demonstram boa eficiência produtiva em pelo menos duas safras avaliadas, não se diferenciando dos genótipos que resultaram nas maiores médias. Em contrapartida, as menores médias foram promovidas pela tangerina 'Sunki', citrandarins 'US 852' e 'US 801', trifoliata 'Flying Dragon', limão 'Cravo', limão 'Rugoso da Flórida' e citrumelos 'W-2' e F.80-6 (Tabela 4.5.2.2).

No cenário atual, a eficiência produtiva é um fator determinante para escolha de combinações copa/porta-enxertos, tendo em vista a forte tendência de estabelecer pomares com alta densidade de plantas, que tem como umas das prioridades o incremento de produção por unidade de área (STUCHI et al., 2012; LADANIYA et al., 2019). Os genótipos de porta-enxertos que induzam ao nanismo, ou seja, que apresentam capacidade de reduzir o porte e volume de copas das plantas, e que proporcionem alta eficiência produtiva se enquadram como boas opções para o sistema de adensamento (CANTÚRIAS-AVILÉS et al., 2012; DONADIO et al., 2019). Neste estudo, tais características foram verificadas nas plantas de laranja 'Valência' enxertada sobre os citrumelos F.80-3, F.80-5, 'US 802' e citrandarins IPEACS 239 e IPEACS 256.

Como já discutido anteriormente, a seleção de porta-enxertos que conferem às variedades copas baixo vigor e alta eficiência produtiva se destacam em relação aos genótipos que promovem plantas muito vigorosas e com maior produção, pois possibilitam o incremento da produtividade através do adensamento de plantio, além de facilitar e tornar mais efetivas as técnicas de manejo, minimizando os custos de produção (STUCHI et al., 2012; TEÓFILO SOBRINHO et al., 2012; MADEMBA-SY et al., 2012; FADEL et al., 2018). Cabe ressaltar que, na escolha das combinações copa/porta-enxertos para o plantio adensado é importante que o aumento de produtividade da área compense as despesas iniciais geradas pela implantação dos pomares e garanta o retorno econômico a longo prazo.

Tabela 4.5.2.2 Eficiência produtiva da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos nas safras de 2017, 2018 e 2019. Rancho Alegre-PR.

Porta-enxertos	Eficiência produtiva (kg.m ⁻³)		
	2017	2018	2019
Citrandarin ‘US 852’	9,0 b	6,1 b	7,5 b
Citrandarin ‘US 801’	11,4 a	6,3 b	8,5 b
Citrandarin IPEACS 256	13,1 a	5,0 b	11,4 a
Citrandarin IPEACS 239	11,2 a	7,8 a	10,3 a
Citrandarin ‘US 812’	13,2 a	9,7 a	7,5 b
Citrandarin IPEACS 264	11,1 a	8,2 a	5,1 b
Citrumelo F.80–3	13,5 a	6,9 a	12,4 a
Citrumelo F.80–5	14,1 a	8,3 a	10,8 a
Citrumelo F.80–6	9,0 b	7,3 a	8,1 b
Citrumelo F.80–7	10,6 a	6,8 a	8,7 b
Citrumelo F.80–8	11,1 a	6,6 a	8,3 b
Citrumelo ‘W–2’	14,6 a	5,0 b	8,4 b
Citrumelo ‘Swingle’	10,9 a	5,4 b	9,6 a
‘US 802’	8,6 b	8,0 a	13,3 a
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	11,3 a	8,8 a	11,6 a
‘Trifoliata’	7,6 b	7,5 a	9,9 a
‘Flying Dragon’	8,7 b	1,6 c	8,0 b
Limão ‘Cravo’	12,3 a	6,1 b	7,5 b
Limão ‘Rugoso da Flórida’	8,6 b	6,5 a	5,3 b
Tangerina ‘Sunki’	9,7 b	5,3 b	8,2 b
F	2,6**	2,9*	4,3*
CV (%)	22,8	30,7	23,1

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * e **: significativo a 1% e 5%, respectivamente.

Com o aumento da incidência do HLB, principal doença que atinge os pomares de laranja na atualidade, o plantio adensado se configura como boa estratégia para contornar as possíveis perdas de produção decorrente da erradicação das plantas sintomáticas e por favorecer outras práticas relacionadas com o controle da doença (SULZBACH et al., 2017; CARVALHO et al., 2019; TANG et al., 2019; VASHISTH et al., 2020). Os pomares estabelecidos com os porta-enxertos que conferem copas com maior vigor vegetativo apresentam maiores perdas de produção devido à erradicação das plantas, pois a produção por árvore normalmente é maior quando comparado aos genótipos que promovem copas menos vigorosas, aqueles que apresentam potencial ananicante (CASTLE, 2010; FADEL et al., 2018;

CARVALHO et al., 2019). Em uma situação hipotética em que seriam erradicadas 20% das plantas do pomar, a laranja 'Valência' enxertada no limão 'Rugoso da Flórida' possivelmente apresentaria maior perda de produtividade da área em relação aos porta-enxertos que induziram melhor eficiência produtiva e baixo crescimento vegetativo, como os citrumelos F.80-3 e F.80-5, citrandariam IPEACS 239 e 'US 802'.

Tabela 4.5.2.3 Espaçamento teórico adequado entre linhas entre plantas e densidade estimada de plantas por hectare da laranja 'Valência' enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2019. Rancho Alegre-PR.

Porta-enxertos	Espaçamento teórico adequado (m)	Densidade estimada de plantas por ha
Citrandarin 'US 852'	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrandarin 'US 801'	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrandarin IPEACS 256	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrandarin IPEACS 239	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrandarin 'US 812'	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrandarin IPEACS 264	5,0 × 3,0	667,0
Citrumelo F.80-3	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo F.80-5	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo F.80-6	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo F.80-7	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo F.80-8	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo 'W-2'	5,0 × 2,0	1.000,0
Citrumelo 'Swingle'	5,0 × 2,0	1.000,0
'US 802'	5,0 × 2,0	1.000,0
Tangor 'Murcott' × 'Trifoliata'-9	5,0 × 2,0	1.000,0
'Trifoliata'	5,0 × 2,0	1.000,0
'Flying Dragon'	5,0 × 2,0	1.000,0
Limão 'Cravo'	5,0 × 2,0	1.000,0
Limão 'Rugoso da Flórida'	6,0 × 3,0	561,0
Tangerina 'Sunki'	5,0 × 2,0	1.000,0

Frente aos fatores observados, o adensamento de plantio da laranja 'Valência' com o uso dos porta-enxertos que promovam baixo vigor vegetativo e alta eficiência produtiva, como é o caso dos citrumelos F.80-3 e F.80-5 e o citrandarin IPEACS 239, pode ser uma importante ferramenta para aumentar o rendimento dos pomares, pois a maior população de plantas promoveria um efeito menos acentuado

na produção no caso de podas drásticas e erradicação de plantas doentes, além de minimizar os impactos econômicos relacionados aos tratamentos fitossanitários, das operações da colheita manual e mecanizada e de outras práticas culturais. Além disso, os benefícios mencionados se configuram fundamentais para garantir a permanência de pequenas e médias propriedades no setor citrícola, visto que neste cenário as práticas de manejo normalmente não dispõem de amplo pacote tecnológico e, portanto, necessitam de estratégias eficazes e de baixo custo para manterem a atividade.

4.5.3 Qualidade de frutos

Na safra de 2017, o citrandarin IPEACS 256 e o trifoliata 'Flying Dragon' induziram aos frutos de laranja 'Valência' maiores médias de sólidos solúveis (11,1 e 11,5 °Brix, respectivamente). Por outro lado, as menores médias de SS foram observadas nas combinações envolvendo os porta-enxertos limão 'Cravo' (8,9 °Brix), limão 'Rugoso da Flórida' (8,6 °Brix) e citrumelo F.80-7 (9,1 °Brix). O trifoliata 'Flying Dragon' promoveu frutos mais ácidos do que os demais genótipos avaliados, e o maior *ratio* (SS/AT) foi verificado nos frutos de 'Valência' enxertada nos citrumelos F.80-6 e 'Swingle', 'US 802', 'Trifoliata', tangerina 'Sunki' e em todos os citrandarins, com exceção do 'US 801'. As menores médias de rendimento industrial e de índice tecnológico foram conferidos pelos porta-enxertos 'US 801', F.80-5, F.80-7, 'W-2', e limão 'Cravo' e limão 'Rugoso da Flórida' (Tabela 4.5.3.1).

Na segunda safra avaliada (2018), o citrumelo F.80-7, o limão 'Cravo' e o limão 'Rugoso da Flórida' proporcionaram à laranja 'Valência' menores teores de sólidos solúveis, enquanto que os frutos mais ácidos foram observados nas plantas enxertadas no citrandarin 'US 812'. Os maiores valores de *ratio* foram conferidos pelos citrandarins 'US 852', 'US 801', IPEACS 256 e IPEACS 239, citrumelos F.80-5, F.80-6 e F.80-8, 'US 802', 'Trifoliata', 'Flying Dragon' e tangerina 'Sunki'. Quanto ao rendimento industrial e índice tecnológico, o limão 'Rugoso da Flórida' apresentou as menores médias (382,3 caixas de 40,8 kg por tonelada de suco concentrado e 1,7 kg de SS por caixa de 40,8 kg) que as demais combinações copa/porta-enxertos, seguido pelo limão 'Cravo', citrandarins 'US 801' e IPEACS 264, citrumelos F.80-3, F.80-7 e 'W-2' e pelo tangor 'Murcott' × Trifoliata-9' (Tabela 4.5.3.2).

Tabela 4.5.3.1 Acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, rendimento de suco, rendimento industrial e índice tecnológico da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2017. Racho Alegre–PR.

Porta-enxertos	Sólidos solúveis – SS (°Brix)	Acidez titulável – AT (%)	<i>Ratio</i> (SS/AT)	Rend. suco (%)	Rend. industrial (nº de caixas 40,8 kg por t de suco concentrado)	Índ. tecnológico (kg de SS por caixa de 40,8 kg)
Citrandarin ‘US 852’	10,4 b	0,7 b	14,4 a	60,9	258,1 b	2,6 a
Citrandarin ‘US 801’	9,7 c	0,8 b	12,7 b	59,5	282,8 a	2,4 b
Citrandarin IPEACS 256	11,1 a	0,8 b	14,5 a	61,3	239,4 b	2,8 a
Citrandarin IPEACS 239	10,7 b	0,8 b	13,1 a	66,7	229,2 b	2,9 a
Citrandarin ‘US 812’	10,7 b	0,8 b	13,5 a	61,4	251,6 b	2,7 a
Citrandarin IPEACS 264	9,8 c	0,8 b	13,0 a	62,5	267,1 b	2,5 a
Citrumelo F.80–3	9,9 c	0,8 b	12,8 b	62,2	265,7 b	2,5 a
Citrumelo F.80–5	9,8 c	0,8 b	12,5 b	56,3	297,3 a	2,2 b
Citrumelo F.80–6	9,9 c	0,7 b	13,6 a	61,3	268,8 b	2,5 a
Citrumelo F.80–7	9,1 d	0,7 b	12,3 b	59,0	302,7 a	2,2 b
Citrumelo F.80–8	9,6 c	0,8 b	12,1 b	63,0	268,3 b	2,5 a
Citrumelo ‘W–2’	9,6 c	0,8 b	12,5 b	59,8	286,2 a	2,3 b
Citrumelo ‘Swingle’	10,0 c	0,8 b	13,3 a	63,7	255,8 b	2,6 a
‘US 802’	9,7 c	0,7 b	13,1 a	62,2	273,3 b	2,5 a
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	9,7 c	0,8 b	12,3 b	63,0	264,1 b	2,5 a
‘Trifoliata’	10,6 b	0,8 b	14,0 a	57,9	271,8 b	2,5 a
‘Flying Dragon’	11,5 a	1,0 a	12,1 b	54,6	260,9 b	2,6 a
Limão ‘Cravo’	8,9 d	0,8 b	11,5 b	57,9	323,4 a	2,1 b
Limão ‘Rugoso da Flórida’	8,6 d	0,8 b	11,3 b	60,7	312,3 a	2,1 b
Tangerina ‘Sunki’	9,8 c	0,7 b	13,6 a	62,1	271,2 b	2,5 a
F	12,1*	3,9*	3,3*	1,6 ^{ns}	3,1*	3,0*
CV (%)	4,1	7,0	7,5	7,1	9,6	9,4

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%. ns: não significativo.

Tabela 4.5.3.2 Acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, rendimento de suco, rendimento industrial e índice tecnológico da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2018. Racho Alegre–PR.

Porta-enxertos	Sólidos solúveis – SS (°Brix)	Acidez titulável – AT (%)	<i>Ratio</i> (SS/AT)	Rend. suco (%)	Rend. industrial (nº de caixas 40,8 kg por t de suco concentrado)	Índ. tecnológico (kg de SS por caixa de 40,8 kg)
Citrandarin ‘US 852’	10,7 a	0,7 b	14,8 a	53,7	282,7 c	2,3 a
Citrandarin ‘US 801’	9,7 a	0,7 b	14,1 a	51,3	326,2 b	2,0 b
Citrandarin IPEACS 256	11,4 a	0,8 b	14,4 a	51,6	277,4 c	2,4 a
Citrandarin IPEACS 239	10,9 a	0,7 b	16,3 a	52,9	280,4 c	2,4 a
Citrandarin ‘US 812’	10,7 a	1,0 a	11,3 b	55,0	277,2 c	2,4 a
Citrandarin IPEACS 264	9,6 a	0,7 b	13,7 b	52,0	326,9 b	2,0 b
Citrumelo F.80–3	9,3 b	0,7 b	13,7 b	50,9	342,3 b	1,9 b
Citrumelo F.80–5	10,3 a	0,7 b	14,9 a	50,9	309,8 c	2,2 a
Citrumelo F.80–6	10,7 a	0,7 b	15,4 a	53,0	285,3 c	2,3 a
Citrumelo F.80–7	9,1 b	0,7 b	12,6 b	53,0	338,4 b	2,0 b
Citrumelo F.80–8	10,0 a	0,7 b	14,5 a	52,7	307,3 c	2,2 a
Citrumelo ‘W–2’	9,6 a	0,7 b	13,8 b	53,3	315,4 b	2,1 b
Citrumelo ‘Swingle’	10,1 a	0,8 b	13,1 b	52,6	303,8 c	2,2 a
‘US 802’	9,8 a	0,7 b	14,9 a	55,7	295,8 c	2,2 a
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	9,7 a	0,7 b	13,0 b	51,2	327,3 b	2,0 b
‘Trifoliata’	10,6 a	0,7 b	15,9 a	52,1	305,6 c	2,3 a
‘Flying Dragon’	11,1 a	0,8 b	15,1 a	47,6	307,4 c	2,2 a
Limão ‘Cravo’	9,2 b	0,7 b	12,9 b	51,8	339,0 b	1,9 b
Limão ‘Rugoso da Flórida’	8,8 b	0,7 b	12,9 b	48,8	382,3 a	1,7 b
Tangerina ‘Sunki’	10,4 a	0,7 b	15,1 a	53,0	293,7 c	2,3 a
F	8,7*	1,9**	3,0*	1,6 ^{ns}	4,4*	5,0*
CV (%)	4,9	6,7	10,2	5,7	8,2	7,3

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *e**: significativo a 1% e 5%, respectivamente. ns: não significativo.

Tabela 4.5.3.3 Acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, rendimento de suco, rendimento industrial e índice tecnológico da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2019. Racho Alegre–PR.

Porta-enxertos	Sólidos solúveis–SS (°Brix)	Acidez titulável – AT (%)	<i>Ratio</i> (SS/AT)	Rend. suco (%)	Rend. industrial (nº de caixas 40,8 kg por t de suco concentrado)	Índ. tecnológico (kg de SS por caixa de 40,8 kg)
Citrandarin ‘US 852’	12,4 a	0,5	24,4 a	58,8	221,9	3,0
Citrandarin ‘US 801’	11,4 b	0,6	19,0 b	60,6	236,6	2,8
Citrandarin IPEACS 256	12,6 a	0,6	20,7 b	56,9	228,7	2,9
Citrandarin IPEACS 239	12,9 a	0,6	20,5 b	55,9	225,4	2,9
Citrandarin ‘US 812’	12,7 a	0,7	19,0 b	63,9	200,2	3,3
Citrandarin IPEACS 264	12,2 a	0,7	19,7 b	60,2	222,8	3,0
Citrumelo F.80–3	11,3 b	0,6	18,3b	59,0	243,0	2,7
Citrumelo F.80–5	11,0 b	0,6	19,9 b	57,4	257,6	2,6
Citrumelo F.80–6	11,9 b	0,6	18,6 b	58,9	232,0	2,9
Citrumelo F.80–7	11,1 b	0,6	18,0 b	56,2	262,8	2,6
Citrumelo F.80–8	11,6 b	0,7	17,4 b	59,5	235,3	2,8
Citrumelo ‘W–2’	11,4 b	0,6	19,7 b	59,1	243,1	2,7
Citrumelo ‘Swingle’	12,7 a	0,7	17,9 b	58,0	221,3	3,0
‘US 802’	11,7 b	0,6	20,1 b	57,6	243,0	2,7
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	12,6 a	0,7	18,3 b	57,2	236,5	2,9
‘Trifoliata’	13,3 a	0,6	22,9 a	52,4	235,4	2,8
‘Flying Dragon’	12,5 a	0,7	18,7 b	58,0	225,5	2,9
Limão ‘Cravo’	11,7 b	0,7	17,4 b	58,6	240,7	2,8
Limão ‘Rugoso da Flórida’	11,2 b	0,7	17,1 b	59,0	245,5	2,7
Tangerina ‘Sunki’	12,2 a	0,6	20,4 b	58,0	230,7	2,9
F	2,7*	2,0 ^{ns}	2,4*	1,1 ^{ns}	1,2 ^{ns}	1,4 ^{ns}
CV (%)	6,8	11,8	12,2	7,4	10,7	10,1

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *: significativo a 1%. ns: não significativo.

Na última safra avaliada (2019), não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao rendimento de suco, rendimento industrial, índice tecnológico e acidez titulável. As menores concentrações de sólidos solúveis foram observados nos frutos de laranja 'Valência' enxertada no citrandarin 'US 801' (11,4 °Brix), tangor 'Murcott' × Trifoliata-9' (11,7 °Brix), limão 'Cravo' (11,7 °Brix) e limão 'Rugoso da Flórida' (11,2 °Brix) e em todos os citrumelos (11,1 a 11,9 °Brix), com exceção do 'Swingle'. Além disso, o citrandarin 'US 852' e o 'Trifoliata' conferiram as maiores médias de ratio, 24,4 e 22,9, respectivamente (Tabela 4.5.3.3).

Quando comparado às melhores médias de rendimento industrial, verificou-se que a laranja 'Valência' enxertada no citrandarin IPEACS 239 necessitaria até 20% a menos de caixas de 40,8 kg para obter-se uma tonelada de suco concentrado do que enxertada sobre o limão 'Cravo' e de até 30% a menos do que no limão 'Rugoso da Flórida'. Em outras situações, já foi observado a inferioridade destes genótipos de porta-enxertos quando comparados aos diferentes híbridos de 'Trifoliata', inclusive quanto ao rendimento industrial, índice tecnológico e teores de sólidos solúveis (AULER et al., 2008; CASTLE et al., 2010; DOMINGUES et al., 2018; AMORIM et al., 2018). Neste estudo, boa parte dos porta-enxertos híbridos de 'Trifoliata' avaliados demonstraram melhor desempenho na qualidade dos frutos em relação aos porta-enxertos utilizados em escala comercial.

A escolha de combinações que apresentam melhor desempenho quanto à qualidade de frutos, ou seja, que proporcionem frutos com bom rendimento industrial e índice tecnológico, como foi observado na laranja 'Valência' enxertada nos citrandarins IPEACS 239, IPEACS 256 e 'US 812', pode ser imprescindível para aumentar os lucros das indústrias processadoras de suco concentrado, que representam o principal segmento do setor citrícola. Ainda é expressivo o uso de variedades de porta-enxertos que promovem qualidade de frutos não muito satisfatória, como o limão 'Cravo' e o limão 'Rugoso da Flórida', principalmente nos países em que a compra da matéria prima é feita por caixa peso (40,8 kg) e não pela qualidade industrial dos frutos, como ocorre no mercado brasileiro. Em função disso, o uso dos porta-enxertos que induziram bom potencial produtivo aliado à alta qualidade de frutos, características identificadas neste estudo em alguns citrandarins e outros híbridos de 'Trifoliata', pode resultar em maior retorno financeiro tanto para

indústria de suco concentrado quanto pelos produtores de laranja, sendo favorável para toda cadeia produtiva.

4.5.4 Análise de Componentes Principais (ACP)

Na Análise de Componentes Principais realizada para safra de 2018, mais de 70% da variabilidade foi explicada pelo primeiro e segundo componentes principais (51,05% CP1 e 28,31% CP2, respectivamente), enquanto que na safra de 2019 foi de 69,85% (39,35% CP1 e 30,5%, CP2, respectivamente). Além disso, por meio da Classificação Hierárquica de Clusters (CHC) foi possível verificar o agrupamento dos genótipos de porta-enxertos referente às características de crescimento vegetativo, produção e qualidade de frutos (Figuras 4.5.4.1 e 4.5.4.2).

Na safra de 2018, as variáveis de rendimento industrial e de índice tecnológico demonstraram maior contribuição para CP1, apresentando correlação negativa em si. Desta forma, o grupo composto pelos citrandarins 'US 812', 'US 852', IPEACS 239 e IPEACS 256, citrumelos F.80-5 e F.80-6, 'US 802', 'Trifoliata' e pela tangerina 'Sunki' se destacou nos atributos de qualidade de frutos, apresentando melhor rendimento industrial e índice tecnológico. Por outro lado, os citrumelos F.80-7, F.80-8, F.80-3, 'W-2' e 'Swingle', limão 'Cravo', limão 'Rugoso da Flórida', citrandarins 'US 801' e IPEACS 264 e tangor 'Murcott' -9 conferiram à laranja 'Valência' frutos de qualidade inferiores. No segundo componente principal (CP2), a variável produção demonstrou maior contribuição e apresentou correlação positiva com a eficiência produtiva e com o volume de copa, indicando que plantas mais vigorosas tendem a apresentar maior produção de frutos (FADEL et al., 2018; CARVALHO et al., 2019). Neste sentido, o trifoliata 'Flying Dragon' compôs isoladamente o grupo com menor produção e eficiência produtiva, além de conferir plantas menos vigorosas (Figura 4.5.4.1).

Na safra de 2019, verificou-se que a maior contribuição para ACP ocorreu nas variáveis de rendimento industrial e índice tecnológico para CP1, e na eficiência produtiva e volume de copa para a CP2, que demonstraram correlação negativa entre si e permitiram identificar quatro grupos distintos. O primeiro grupo composto pelos porta-enxertos limão 'Cravo', limão 'Rugoso da Flórida', citrandarin 'US 801', citrumelos F.80-7, F.80-8 e 'W-2' apresentaram copas mais vigorosas, com alta produção por planta, porém com menor eficiência produtiva e frutos de qualidade

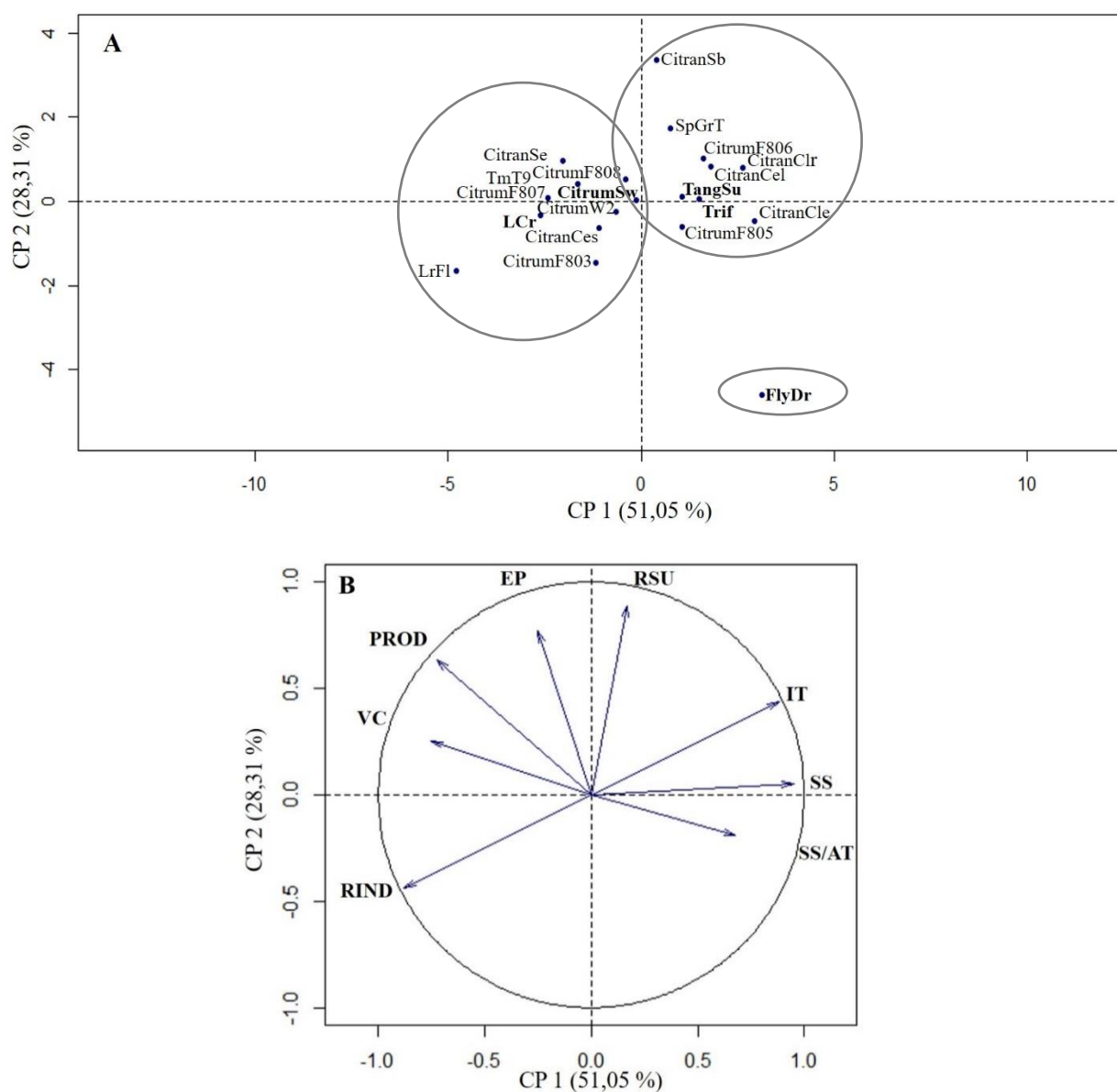


Figura 4.5.4.1 Análise de componentes principais (CP) das características de produção (PROD), volume de copa (VC), eficiência produtiva (EP), índice tecnológico (IT), sólidos solúveis (SS), *ratio* (SS/AT), rendimento industrial (RIND) e rendimento de suco (RSU) da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2018. Rancho Alegre-PR. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais. CitranCel: Citrandarin ‘US 852’; CitranCes: Citrandarin ‘US 801’; CitranCle: Citrandarin IPEACS 256; CitranClr: Citrandarin IPEACS 239; CitranSb: Citrandarin ‘US 812’; CitranSe: Citrandarin IPEACS 264; CitrumF803: Citrumelo F.80-3; CitrumF805: Citrumelo F.80-5; CitrumF806: Citrumelo F.80-6; CitrumF807: Citrumelo F.80-7; CitrumF808: Citrumelo F.80-8; CitrumW2: Citrumelo ‘W-2’; CitrumSw: Citrumelo ‘Swingle’; SpGrT: ‘US 802’; TmT9: Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’-9; Trif: ‘Trifoliata’; FlyDr: ‘Flying Dragon’; LCr: Limão ‘Cravo’; LrFl: Limão ‘Rugoso da Flórida’; TanSu: Tangerina ‘Sunki’.

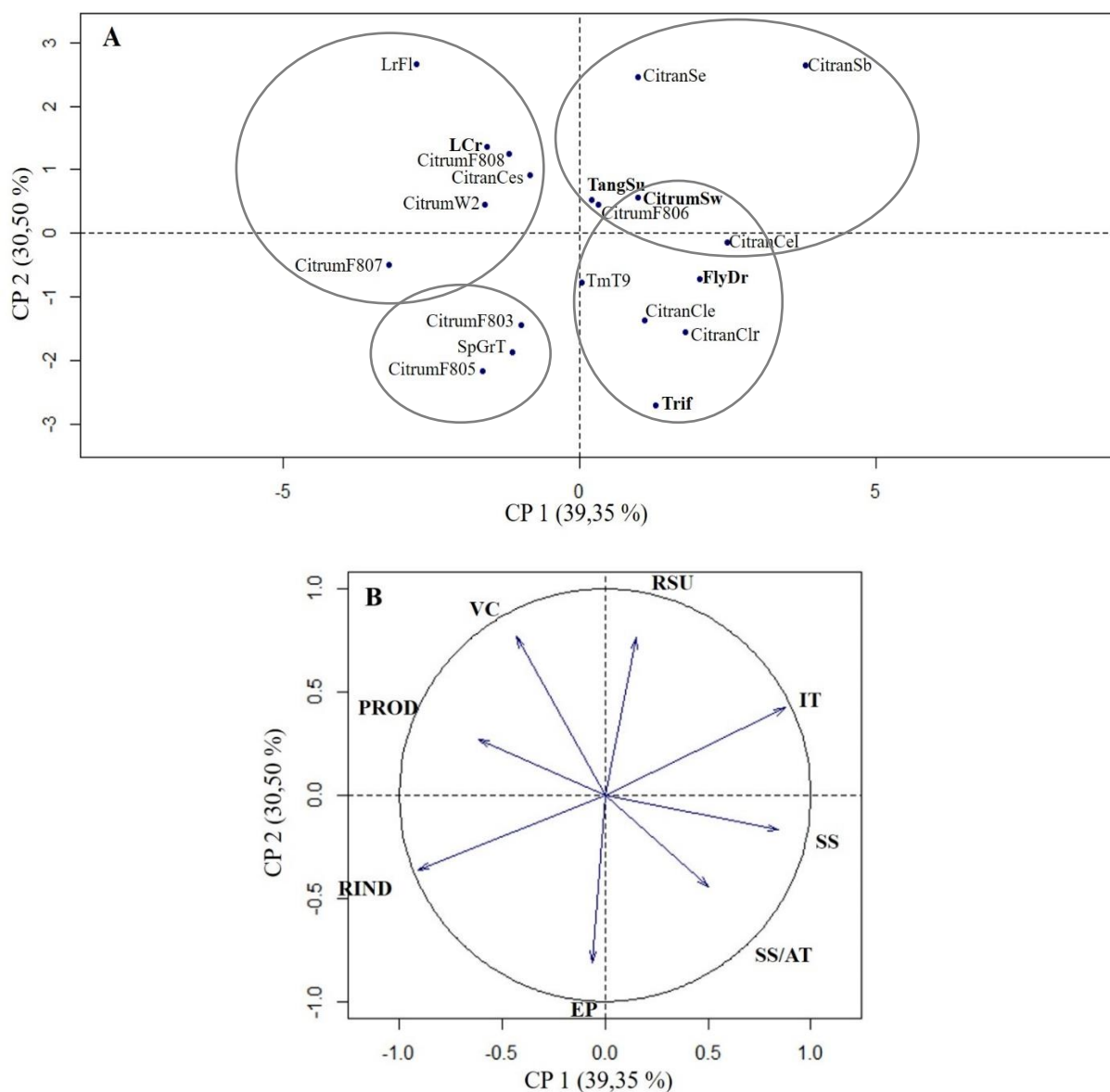


Figura 4.5.4.2 Análise de componentes principais (CP) das características de produção (PROD), volume de copa (VC), eficiência produtiva (EP), índice tecnológico (IT), sólidos solúveis (SS), *ratio* (SS/AT), rendimento industrial (RIND) e rendimento de suco (RSU) da laranja ‘Valência’ enxertada sobre 20 porta-enxertos na safra de 2019. Rancho Alegre-PR. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais. CitranCel: Citrandarin ‘US 852’; CitranCes: Citrandarin ‘US 801’; CitranCle: Citrandarin IPEACS 256; CitranClr: Citrandarin IPEACS 239; CitranSb: Citrandarin ‘US 812’; CitranSe: Citrandarin IPEACS 264; CitrumF803: Citrumelo F.80-3; CitrumF805: Citrumelo F.80-5; CitrumF806: Citrumelo F.80-6; CitrumF807: Citrumelo F.80-7; CitrumF808: Citrumelo F.80-8; CitrumW2: Citrumelo ‘W-2’; CitrumSw: Citrumelo ‘Swingle’; SpGrT: ‘US 802’; TmT9: Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’-9; Trif: ‘Trifoliata’; FlyDr: ‘Flying Dragon’; LCr: Limão ‘Cravo’; LrFl: Limão ‘Rugoso da Flórida’; TanSu: Tangerina ‘Sunki’.

inferiores. O segundo formado, pelos citrandarins 'US 812', IPEACS 264 e 'US 852', citrumelo F.80-6 e pela tangerina 'Sunki', conferiram boa qualidade de frutos, principalmente, com melhor índice tecnológico e rendimento industrial, além de estarem entre os mais produtivos. No entanto, não proporcionaram as melhores médias de eficiência produtiva. O citrumelo 'Swingle', o tangor 'Murcott' – 9, o trifoliata 'Flying Dragon' e os citrandarins IPEACS 256 e IPEACS 239 se destacaram em relação a eficiência produtiva e na indução de frutos com melhor qualidade. No quarto grupo, composto pelos citrumelos F.80-3 e F.80-5 e o 'US 802', verificou-se plantas menos vigorosas, com maior eficiência produtiva, porém apresentaram qualidade de frutos inferiores, e se aproximaram das combinações copa/porta-enxertos com inferior rendimento industrial e índice tecnológico (Figura 4.5.4.2).

Nessas duas safras (2018 e 2019), os citrumelos F.80-7, F.80-8 e 'W-2', citrandarin 'US 801', limão 'Cravo' e limão 'Rugoso da Flórida' demonstraram comportamento semelhante quanto à indução de plantas com alto vigor vegetativo, produção por planta e na apresentação de frutos com qualidade inferiores. Além disso, apesar do citrumelo F.80-3 proporcionar plantas com menor volume de copa e boa eficiência produtiva, se aproximou dos genótipos com menor índice tecnológico e rendimento industrial (Figuras 4.5.4.1 e 4.5.4.2).

Diante dos resultados observados, verificou-se que os porta-enxertos já utilizados em escala comercial, limão 'Cravo', limão 'Rugoso da Flórida', tangerina 'Sunki', o trifoliata 'Flying Dragon', demonstraram inferioridade no comportamento produtivo, vegetativo e de qualidade de frutos quando comparados a alguns híbridos de 'Trifoliata'. Desta forma, foi possível identificar genótipos promissores para serem utilizados na diversificação dos pomares, como os citrandarins IPEACS 239, IPEACS 256 e 'US 812', o 'US 802' e os citrumelos F.80-3 e F.80-5. Com o uso destas combinações pode-se adotar estratégias que minimizem os gastos como os tratamentos fitossanitários e com a colheita, aumentar a produtividade através do adensamento de plantio e oferecer ao mercado de frutas frescas e à indústria de suco concentrado frutos com alta qualidade.

4.5.5 Guia de Referência Rápida quanto à influência de 20 genótipos de porta-enxerto sobre as principais características da laranja 'Valência'

Por meio do Guia de Referência Rápida proposto (Tabela 4.5.5.1), é possível identificar de maneira prática e objetiva as melhores alternativas para diversificação de porta-enxertos para a laranja 'Valência', além de auxiliar na tomada de decisão em distintos cenários de cultivo, e assim determinar quais são as opções que garantam maior eficiência produtiva, e que possam ser mais rentáveis para a exploração agrícola. Como exemplo, os citrandarins IPEACS 239 e IPEACS 256 e o 'US 802' se demonstraram como excelentes alternativas para plantios em altas densidades, pois conferem à laranja 'Valência' baixo vigor vegetativo, boa produção, e ótima eficiência produtiva e qualidade industrial de frutos, sendo superiores, considerando-se essas características, quando comparados aos porta-enxertos também aptos para este cenário. Por outro lado, em condições de cultivo com menor nível de adensamento, o limão 'Cravo' pode ser substituído pelo citrandarin 'US 812', ou até mesmo pelo 'US 801' e pelo Tangor 'Murcott' × 'Trifoliata'–9, os quais conferem médio volume de copa aliado à ótima produção e qualidade industrial de frutos.

Tabela 4.5.5.1 Guia de Referência Rápida quanto à influência de 20 genótipos de porta-enxerto sobre o volume da copa, produção, eficiência produtiva, índice tecnológico e rendimento industrial** da laranja ‘Valência’. Rancho Alegre-PR.

Porta-enxertos	Volume da copa (m ³) ¹	Produção (kg/planta) ²	Eficiência produtiva (kg.m ⁻³) ³	Índice tecnológico (kg de SS por caixa de 40,8 kg) ⁴	Rendimento industrial (nº de caixas de 40,8 kg para obter-se 1 t de suco concentrado) ⁵
Citrandarin ‘US 852’	Médio	Bom	Bom	Bom	Ótimo
Citrandarin ‘US 801’	Alto	Ótimo	Bom	Bom	Médio
Citrandarin IPEACS 256	Baixo	Bom	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Citrandarin IPEACS 239	Baixo	Bom	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Citrandarin ‘US 812’	Médio	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Citrandarin IPEACS 264	Muito alto	Ótimo	Médio	Bom	Bom
Citrumelo F.80–3	Baixo	Bom	Ótimo	Bom	Médio
Citrumelo F.80–5	Baixo	Bom	Ótimo	Bom	Médio
Citrumelo F.80–6	Médio	Bom	Bom	Bom	Bom
Citrumelo F.80–7	Alto	Ótimo	Bom	Médio	Ruim
Citrumelo F.80–8	Muito alto	Ótimo	Bom	Bom	Bom
Citrumelo ‘W–2’	Alto	Ótimo	Bom	Bom	Médio
Citrumelo ‘Swingle’	Médio	Ótimo	Bom	Bom	Bom
‘US 802’	Baixo	Ótimo	Ótimo	Bom	Bom
Tangor ‘Murcott’ × ‘Trifoliata’–9	Médio	Ótimo	Ótimo	Bom	Bom
‘Trifoliata’	Baixo	Bom	Bom	Bom	Bom
‘Flying Dragon’	Baixo	Ruim	Médio	Bom	Bom
Limão ‘Cravo’	Muito alto	Ótimo	Bom	Médio	Ruim
Limão ‘Rugoso da Flórida’	Muito alto	Ótimo	Médio	Médio	Ruim
Tangerina ‘Sunki’	Alto	Ótimo	Bom	Bom	Bom

¹Volume da copa (m³): Baixo: >4,0<8,0; Médio: >8,0<10,0; Alto: >10,0<12,0; Muito alto: >12. ²Produção por planta (kg/planta): Ótimo: >70<90; Bom: >40<70; Médio: >30<40; Ruim: <40. ³Eficiência produtiva (kg.m⁻³): Ótima: >8,0<10; Bom: >6,0<8,0; Médio: >5,0<6,0; Ruim: <5,0. ⁴Índice tecnológico (kg de SS por caixa de 40,8 kg): Ótimo: ≥2,7; Bom: >2,3<2,7; Médio: >2,0<2,3; Ruim: <2,0. ⁵Rendimento industrial (nº de caixas de 40,8 kg para obter-se 1 t de suco concentrado): Ótimo: <255; Bom: >255<275; Médio: >275<300; Ruim: >300. **Apresentação baseada em dados médios de produção, eficiência produtiva, índice tecnológico e rendimento industrial das safras de 2017, 2018 e 2019 e no volume de copa da safra de 2019, considerado o pomar já adulto.

4.6 CONCLUSÕES

Os citrandarins IPEACS 256 e IPEACS 239, e o 'US 802' conferem à laranja 'Valência' menor volume de copa e alta eficiência produtiva, além de induzirem frutos com boa qualidade, com alto índice tecnológico e melhor rendimento industrial, destacando-se como potenciais alternativas para uso em plantio adensado. O citrumelos F.80-3, F.80-5 apresentam bom potencial ananicante aliado à alta eficiência produtiva, porém, conferem qualidade de frutos inferiores quando comparado a outros híbridos de 'Triofoziata'.

O citrandarin 'US 812' apresenta bom desempenho produtivo, com produção acumulada e eficiência produtiva equivalentes às do limão 'Cravo', além de promover plantas menos vigorosas e frutos com alta qualidade. O limão 'Cravo' e o limão 'Rugoso da Flórida' conferem altas produções à laranja 'Valência', no entanto, proporcionam plantas muito vigorosas com menor desempenho quanto à qualidade dos frutos.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. S.; GIRARDI, E. A.; FRANÇA, N. O.; GESTEIRA, A. S.; SOARES FILHO, W. S.; PASSOS, O. S. Initial performance of alternative citrus scion and rootstock combinations on the northern coast of the state of Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 4, e-480, 2018.
- ANDERSEN, P. C.; BRODBECK, B. V. Yield, Tree Size, and Fruit Quality of Mature 'Owari' and 'Brown Select' Satsuma on *Poncirus trifoliata* 'Rubidoux' and 'Flying Dragon' Rootstocks in North Florida. **HortScience**, v. 50, n. 11, p. 1650-1653, 2015.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington: AOAC, 1990, 298p.
- 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**, v. 30, n. 1, p. 229-234, 2008.
- BARRY, G. H.; CASTLE, W. S. DAVIES, F, S. Soluble solids accumulation in 'Valencia' sweet orange as related to rootstock selection and fruit size. **Journal of the American Society of Horticultural Sciences**, v. 129, n. 4, p. 594-598, 2004.
- BORDIGNON, R.; MEDINA FILHO, H. P.; SIQUEIRA, W. J.; PIO, R. M. Características da laranja 'Valência' sobre clones e híbridos de porta-enxertos tolerantes à tristeza. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p. 381-395, 2003.
- BOWMAN, K.D.; WUTSCHER, H.K.; KAPLAN, D.T.; CHAPARRO, J.X. A new hybrid citrus rootstock for Florida: US 852. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v. 112, p. 54-55, 1999.
- BOWMAN, K. D.; ROUSE, R. E. US-812 Citrus rootstock. **HortScience**, v. 41, p. 832-836, 2006.
- BOWMAN, K. D.; MCCOLLUM, G. Five new citrus rootstocks with improved tolerance to huanglongbing. **HortScience**, v. 50, p. 1731-1734, 2015.
- BOWMAN, K. D.; MCCOLLUM, G.; ALBRECHT, U. Performance of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) on 17 rootstocks in a trial severely affected by Huanglongbing. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 355-361, 2016.
- CANTUARIAS-AVILÉS, T. MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S. SILVA, S. R.; ESPINOZA-NUÑEZ, E.; NETO, H. B. Rootstocks for high fruit yield and quality of 'Tahiti' lime under rain-fed conditions. **Scientia Horticulture**, v. 142, p. 105-111, 2012.
- CARVALHO, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; BARROS, I.; MARTINS, C. R.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARDI, E. A.; PASSOS, O. S. New scion-rootstock combinations for

diversification of sweet orange orchards in tropical hardsetting soils. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 169-176, 2019.

CARVALHO, S. A.; GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; FERRAREZZI, R. S.; COLETTA FILHO, H. D. Advances in citrus propagation in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.41, n. 6, e-422, 2019.

CASTLE, W. S.; WUTSCHER, H.; YOUTSEY, C. Citrumelos as rootstocks for Florida citrus. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 101, p. 28-33, 1988.

CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H; KREZDORN, A.H.; YOUTSEY, C.O. **Rootstocks for Florida citrus**. 2. ed. Gainesville: University of Florida, 1993. 92p.

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

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

CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H; KREZDORN, A.H.; YOUTSEY, C.O. **Rootstocks for Florida citrus**. 2. ed. Gainesville: University of Florida, 1993. 92p.

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

DOMINGUES, A. R.; NEVES, C. S. V, J.; YADA, I. F. U.; LEITE-JUNIOR, R. P.; TAZIMA, Z. H. Performance of 'Cadenera' orange trees grafted on five rootstocks. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 4, e-764, 2018.

DONADIO, L. C.; LEDERMAN, I. E.; ROBERTO, S. R.; STUCHI, E. S. Dwarfing-canopy and rootstock cultivars for fruit trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 3, e–997, 2019.

FADEL, A. L.; STUCHI, E. S.; COUTO, H. T. Z.; RAMOS, Y. C.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Trifoliolate hybrids as alternative rootstocks for 'Valencia' sweet orange under rainfed conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 235, p. 397-406, 2018.

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

FERREIRA, M. D.; SANCHEZ, A. C.; BRAUMBECK, O. A.; SANTOS, E. A. Harvesting fruits using a mobile platform: a case study applied to citrus. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 2, p. 293-299, 2018.

- FORNER-GINER, M. A.; RODRIGUEZ-GAMIR, J.; MARTINEZ-ALCANTARA, B.; QUIÑONES, A.; IGLESIAS, D. J.; PRIMO-MILLO, E.; FORNER, J. Performance of Navel orange trees grafted onto two new dwarfing rootstocks (Forner-Alcaide 517 and Forner-Alcaide 418). **Scientia Horticulturae**, v. 179, p. 376-387, 2014.
- FRANÇA, N.O.; AMORIM, M.S.; GIRARDI, E.A.; PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W.S. Performance of 'Tuxpan Valencia' sweet orange grafted onto 14 rootstocks in northern Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 4, e-684, 2016.
- HUTCHISON, D.J. Swingle citrumelo - a promising rootstock hybrid. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v. 87, p. 89-91, 1974.
- KIRINUS, M. B. M.; OLIVEIRA, R. P.; SILVA, P. S.; BARRETO, C. F.; MALGARIM, M. B.; SOARES FILHO, W. S. Agronomic performance of 'Valência' orange combined with 13 rootstocks in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e-461, 2019.
- LADANIYA, M. S.; MARATHE, R. A.; DAS, A. K.; RAO, C. N.; HUCHCHE, A. D.; SHIRGURE, P. S.; MURKUTE, A. A. High density planting studies in acid lime (*Citrus aurantifolia* Swingle). **Scientia Horticulturae**, v. 261, 2019.
- LEGUA, P.; BELLVER, R.; FORNER, J.; FORNER-GIRNER, M. A. Plant growth, yield and fruit quality of 'Lane Late' navel orange on four citrus rootstocks. **Investigación y Tecnología Agraria y alimentaria** (INIA), Madrid, v. 9, n. 1, p. 271-279, 2011.
- MADEMBA-SY, F.; LEMERRE-DESPREZ, Z.; LEBEGIN, S. Use of Flying Dragon trifoliolate orange as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. **Hortscience**, v. 47, n. 1, p. 4-10, 2012.
- MARTÍNEZ-CUENCA, M. R, PRIMO-CAPELLA, A.; FORNER-GINER, M. A. Influence of Rootstock on Citrus Tree Growth: Effects on Photosynthesis and Carbohydrate Distribution, Plant Size, Yield, Fruit Quality, and Dwarfing Genotypes. In: RIGOBELLO, E. C. **Plant Growth**. Ch. 8. Rijeka: IntechOpen, 2016.
- MENDEL, K. Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil, **Ktavim**, v. 6, p. 35-60, 1956.
- NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S. da.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019.
- PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; SOUZA, A. S.; SANTOS, L. C.; PEIXOTO, L. S. **Banco Ativo de Germoplasma de citros da Embrapa mandioca e fruticultura tropical: passado, presente e futuro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2007. 61 p. (Documento 163).
- POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Performance de citrumelos F-80 no Estado de São Paulo. **Laranja**, v. 26, n. 1, p. 77-85, 2005.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Citrumelos como porta-enxertos para laranja 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 105-107, 2011.

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

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. **Variedades de porta-enxertos**. 23º Curso de Citricultura. Centro de Citricultura, Cordeirópolis, julho de 2016. Mídia digital.

RODRIGUES, M. J. S.; NETO, R. C. A.; NETO, S. R. A.; SOARES FILHO, W. S. GIRARDI, E. A.; LESSA, L. S.; ALMEIDA, U, O. Performance of 'Valência' sweet orange grafted onto rootstocks in the State of Acre, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e-1349, 2019.

ROKA, F. M.; HYMAN, B. R. Mechanical harvesting of sweet oranges for juice processing. **Acta Horticulturae**, v. 965, p. 241-244, 2012.

SANDERS, K. F. Orange Harvesting Systems: Review. **Biosystems Engineering**, v. 90, n. 2, p. 115-125, 2005.

SCHINOR, E. H.; CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; MACHADO, M. A. Sunki mandarin vs. *Poncirus trifoliata* hybrids as rootstocks for Pera sweet orange. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, p. 190-200, 2013.

SPREEN, T. H. The word citrus industry. In: Verheye, W. H. **Soils, Plant Growth and Crop Production**, 1.ed. v.3. Singapore: UNESCO/Eolss Publishers, 2010. p. 249-269.

STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; SEMPIONATO, O. R.; REIFF, E. T.; SILVA, S. R.; PAROLIN, L. G. **Trifoliata 'Flying Dragon': Porta-enxerto para plantios adensados e irrigados de laranjeiras doces de alta produtividade e sustentabilidade**. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2012. 6p. (Comunicado Técnico, 152).

SULZBACH, M.; OLIVEIRA, R. P.; GIRARDI, E. A.; SCHWARZ, S. F.; BERTOLINI, E.; SCHNEIDER, L. A.; GONZATTO, M. P. **Huanglongbing (HLB) dos citros e estratégias de manejo visando prevenção e controle**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2017. 26p. (Comunicado Técnico, 450).

TANG, L.; CHHAJED, S.; VASHISTH, T. Preharvest fruit Huanglongbing-affected 'Valência' sweet orange. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 144, n. 2, p. 107-117, 2019.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JUNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O. Adensamento de plantio da laranjeira 'Valência' sobre trifoliata. **Laranja**, v. 33, n. 1, p. 49-58, 2012.

VASHISTH, T.; CHUN, C.; HAMPTON, M. O. Florida citrus nursery trends and strategies to enhance production of field-transplant ready citrus plants. **Horticulturae**, v.6, n. 8, p. 2-16, 2020.

WUTSCHER, H.K.; HILL, L.L. Performance of 'Hamlin' orange on 16 rootstocks in East-Central Florida. **HortScience**, v. 30, n. 1, p. 41-43, 1995.