UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

SELEÇÃO DE COMBINAÇÕES DE COPA E PORTA-ENXERTO DE CITROS NA PRESENÇA DE HLB

Marina Ferreira da Vitória

Engenheira Florestal

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

SELEÇÃO DE COMBINAÇÕES DE COPA E PORTA-ENXERTO DE CITROS NA PRESENÇA DE HLB

Marina Ferreira da Vitória

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Sanches Stuchi

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Augusto Girardi

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

2022

V845s

Vitória, Marina Ferreira
Seleção de combinações de copa e porta-enxerto de citros na presença de HLB / Marina Ferreira Vitória. -- Jaboticabal, 2022
100 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Eduardo Sanches Stuchi
Coorientador: Eduardo Augusto Girardi

1. análise de sobrevivência. 2. Candidatus Liberibacter asiaticus. 3. Citrus spp.. 4. Poncirus trifoliata. 5. qualidade dos frutos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: SELEÇÃO DE COMBINAÇÕES DE COPA E PORTA-ENXERTO DE CITROS NA PRESENÇA DE HLB

AUTORA: MARINA FERREIRA DA VITÓRIA
ORIENTADOR: EDUARDO SANCHES STUCHI
COORIENTADOR: EDUARDO AUGUSTO GIRARDI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. EDUARDO SANCHES STUCHI (Participaçao Virtual)
Estacao Experimental de CitriculturaEECB / BebedouroSP

Prof. Dr. FERNANDO ALVES DE AZEVEDO (Participaçao Virtual)
Instituto Agronômico de Campinas / Cordeirópolis-SP

Prof. Dr. DILERMANDO PERECIN (Participaçao Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. JUAN CAMILO CIFUENTES ARENAS (Participaçao Virtual)
Fundecitrus / Araraquara/SP

Prof. Dr. ANTONIO DE GÓES (Participaçao Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 13 de setembro de 2022

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Marina Ferreira da Vitória nasceu em 29 de dezembro de 1989 em Aracaju, Sergipe, e é filha de Henrique Santos da Vitória e Rozenilde Ferreira da Vitória. Formou-se em Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), em São Cristóvão, Sergipe. Durante a graduação, foi bolsista de iniciação científica (PIBIC-PICVOL/UFS) entre 2010 e 2012 na área de melhoramento genético florestal. De 2012 a 2014, foi estagiária e bolsista de iniciação científica na Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Aracaju, na área de recursos genéticos, melhoramento vegetal e fitotecnia. Iniciou o mestrado em Agricultura e Biodiversidade (recursos genéticos, biodiversidade e bioprospecção) na UFS, em São Cristóvão, no ano de 2015. Em 2018, ingressou no doutorado em Agronomia (genética e melhoramento de plantas) na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), em Jaboticabal, São Paulo, na qual foi bolsista CAPES. Desenvolveu sua pesquisa de doutorado na Fundação Coopercitrus Credicitrus (FCC), em Bebedouro, São Paulo, na área de citricultura.

Aos meus pais, Henrique e Roze, e ao meu irmão, André, por sempre apoiarem minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me concedido forças e pelo dom da vida.

Ao meu orientador, Dr. Eduardo Sanches Stuchi, por ser minha luz acadêmica e por todos os ensinamentos, as conversas, os conselhos, a confiança e as novas oportunidades.

Ao meu coorientador, Dr. Eduardo Augusto Girardi, por sua orientação, seus conselhos e ensinamentos.

A todos os membros da banca de defesa e de qualificação, Dr. Laudecir Lemo Raiol Júnior, Dr. Alécio Souza Moreira, Dr. Fernando Alves de Azevedo, Dr. Dilermando Perecin, Dr. Juan Camilo Cifuentes-Arenas e Dr. Antônio de Goes, pelas contribuições para esta tese.

À Fundação Coopercitrus Credicitrus, por possibilitar a execução da pesquisa e pelo suporte técnico. A toda a sua equipe, ex-diretor Otávio Sempionato, diretor Oscar Franco Filho, Ana Lúcia, Leandro, Gustavo (Guru), Élio, estagiários e bolsistas, por todo apoio na pesquisa e na vida.

Aos meus amigos e companheiros de pesquisa, Larissa, Giovanni, Mariana, Letícia, Everton, Laudecir e Josiane, por todo auxílio e incentivo nos momentos mais difíceis.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura, por todo apoio técnico e oferta de materiais.

Ao Fundecitrus e a todos os funcionários do laboratório de diagnóstico e campo, por todo apoio nos experimentos de campo e no processamento dos dados.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp de Jaboticabal, pela oportunidade do doutorado, e a todos os colegas do programa, em especial Lucélia, Jussara, Joice, Raquel e Gabriel.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Aos meus pais, Henrique e Roze, e ao meu fiel irmão, André, por terem semeado em mim ensinamentos sobre respeito, luta e retidão fundamentais para a formação do que sou hoje e para toda a minha vida.

Ao meu esposo e companheiro, Carlos Augusto, pelo apoio, amor, paciência, companheirismo e parceria nessa jornada.

A toda minha família, pelo incentivo e torcida, mesmo de longe.

A todos os meus amigos, especialmente aos que conheci nessa trajetória em Jaboticabal, Bebedouro e Paulínia, por todo acolhimento e parceria.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais 1
1. INTRODUÇÃO 1
2. REVISÃO DE LITERATURA 2
2.1. Importância socioeconômica da citricultura no Brasil 2
2.2. Variedades copa 3
2.3. Porta-enxertos na citricultura 5
2.4. Histórico, importância e manejo do huanglongbing (HLB) 6
2.5. Dinâmica de brotação 8
2.6. Análise de sobrevivência 9
3. REFERÊNCIAS 10
CAPÍTULO 2 – Impacto do HLB e déficit hídrico no desempenho horticultural de laranjeira 'Valência' em porta-enxertos ananicantes e semianicantes 18
RESUMO 18
1. INTRODUÇÃO 18
2. MATERIAL E MÉTODOS 21
2.1. Material vegetal e delineamento 21
2.2. Caracterização da área experimental e manejo das plantas 22
2.3. Tamanho final da planta 23
2.4. Compatibilidade de enxertia 24
2.5. Produção de frutos 24
2.6. Qualidade dos frutos 24
2.7. Tolerância à deficiência hídrica 25
2.8. Incidência acumulada e severidade de HLB 26
2.9. Forma de análise dos frutos 26
2.10. Análises estatísticas 27
3. RESULTADOS 28
3.1. Tamanho final da planta 28
3.2. Compatibilidade de enxertia 29
3.3. Produção de frutos 30
3.4. Qualidade dos frutos 31
3.5. Tolerância à deficiência hídrica 34
3.6. Incidência acumulada e severidade de HLB 35
3.7. Análise dos frutos 35
4. DISCUSSÃO 39
5. CONCLUSÃO 44
6. REFERÊNCIAS 44
APÊNDICES 52

Apêndice 1A.....52
Apêndice 2A.....53
Apêndice 3A.....54
Apêndice 4A.....55
CAPÍTULO 3 – Incidência de HLB e sobrevivência em quatro copas comerciais enxertadas em porta-enxertos contrastantes para vigor.....56
RESUMO.....56
1. INTRODUÇÃO.....56
2. MATERIAL E MÉTODOS.....59
2.1. Caracterização da área experimental.....59
2.2. Material vegetal e delineamento experimental.....60
2.3. Volume de copa.....61
2.4. Incidência acumulada de HLB.....62
2.5. Avaliação de dinâmicas de brotação.....62
2.6. Análise de dados.....63
3. RESULTADOS.....64
3.1. Volume do dossel.....64
3.2. Incidência acumulada de HLB e análise de sobrevivência.....66
3.2.1. ‘Tahiti’.....68
3.2.2. ‘Ponkan’.....68
3.2.3. ‘Pera’.....68
3.2.4. ‘Folha Murcha’.....68
3.3. Dinâmica de brotação.....74
3.3.1. ‘Tahiti’.....75
3.3.2. ‘Ponkan’.....75
3.3.3. ‘Pera’.....76
3.3.4. ‘Folha Murcha’.....76
3.4 Correlação AACB x incidência HLB.....79
4. DISCUSSÃO.....80
5. CONCLUSÃO.....82
6. REFERÊNCIAS.....83
APÊNDICES.....87
Apêndice 1A.....87
CAPÍTULO 4 – Considerações finais.....88

SELEÇÃO DE COMBINAÇÕES DE COPA E PORTA-ENXERTO DE CITROS NA PRESENÇA DE HLB

RESUMO – O huanglongbing (HLB) é uma das doenças mais destrutivas dos citros, e sua presença implica adoção de estratégias de manejo e de controle do inseto-vetor. Nesse contexto, o monitoramento das brotações é importante para direcionar essas ações e avaliar a exposição de diferentes genótipos à doença, uma vez que sua manifestação em variedades copa sofre influência do porta-enxerto. Buscando compreender essa interação entre copa e porta-enxerto, foram avaliados o desempenho horticultural, a dinâmica de brotação e a sobrevivência ao HLB de cinco variedades cítricas, laranjeira 'Valência', laranjeira 'Pera', laranjeira 'Folha Murcha', limeira-ácida 'Tahiti' e tangerineira 'Ponkan', enxertadas em diferentes porta-enxertos contrastantes para vigor. O experimento com 'Valência' foi instalado em 2011, e os demais, em 2016, todos no município de Bebedouro, São Paulo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 16 porta-enxertos para 'Valência', 25 porta-enxertos para 'Ponkan' e 'Folha Murcha e 26 porta-enxertos para 'Pera' e 'Tahiti'. Na copa 'Valência', embora todos os porta-enxertos sejam suscetíveis à doença, o trifoliateiro 'Flying Dragon' apresentou menor incidência acumulada de HLB e baixa nota de severidade da doença sob condições de inoculação natural, seguido do citrumelo 'Swingle' e do citrandarin 'IAC 1697'. Na presença do HLB, a 'Valência' sofreu alterações na produção e no montante de frutos assintomáticos e sintomáticos, com maior redução no 'Flying Dragon'. Em geral, o HLB também interferiu na qualidade do suco, causando redução de tamanho e de massa dos frutos, aumento da acidez e redução do *ratio*. De acordo com todas as variáveis analisadas, os citrandarins 'IAC 1711' e 'IAC 1697' mostraram-se alternativas promissoras ao limoeiro 'Cravo', ao citrumelo 'Swingle' e à tangerineira 'Sunki' sob sequeiro. Entre as outras quatro variedades copas avaliadas após 69 meses do plantio, a 'Ponkan' teve maiores volume de copa e incidência acumulada de HLB, seguida do 'Tahiti', da 'Pera' e da 'Folha Murcha'. Os porta-enxertos mais vigorosos tenderam a ter maior incidência da doença na média geral. Entre os porta-enxertos ananicantes, o 'TRFD' e o '245' apresentaram menores volume de copa e incidência acumulada nas quatro copas. O porta-enxerto citrandarin '287' se destacou, pois as plantas enxertadas nele não apresentaram sintomas. A incidência de HLB se correlacionou com o volume de copa, a frequência e a intensidade de brotação apenas na copa de 'Tahiti'. Evidenciou-se, assim, que é essencial avaliar individualmente cada combinação, pois há diferenças de comportamento a depender da interação entre copa e porta-enxerto.

Palavras-chave: análise de sobrevivência, *Candidatus* Liberibacter asiaticus, *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata,* qualidade dos frutos, volume de copa

SELECTION OF SCION-ROOTSTOCK CITRUS COMBINATIONS IN THE PRESENCE OF HLB

ABSTRACT – Huanglongbing (HLB) is one of the most destructive diseases of citrus, and its presence implies the adoption of strategies for management and control of the vector insect. In this context, the monitoring of sprouts is important to direct these actions and assess the exposure of different genotypes to the disease, since its manifestation in the scion is influenced by the rootstock. In an attempt to understand this interaction between scion and rootstock, we evaluated the horticultural performance, budding dynamics and survival to HLB of five citrus varieties: 'Valencia' orange, 'Pera' orange, 'Folha Murcha' orange, 'Tahiti' lime, and 'Ponkan' mandarin, grafted on different rootstocks of contrasting vigor. The experiment with 'Valencia' was installed in 2011, and the others, in 2016, all in the municipality of Bebedouro, SP, Brazil. The experimental design was entirely randomized with 16 rootstocks of 'Valencia', 25 rootstocks of 'Ponkan' and 'Folha Murcha', and 26 rootstocks of 'Pera' and 'Tahiti'. In the 'Valencia' scion, although all rootstocks were susceptible to the disease, the trifoliate 'Flying Dragon' showed a lower cumulative HLB incidence and low disease severity score under natural inoculation conditions, followed by the 'Swingle' citrumelo and 'IAC 1697' citrandarin. In the presence of HLB, 'Valencia' underwent changes in yield and the amount of asymptomatic and symptomatic fruits, with a greater reduction of 'Flying Dragon'. In general, HLB also interfered with juice quality, causing reduced fruit size and weight, increased acidity, and reduced ratio. According to all the variables analyzed, the citrandarins 'IAC 1711' and 'IAC 1697' were promising alternatives to 'Rangpur' lemon, 'Swingle' citrumelo, and 'Sunki' mandarin under rainfed conditions. Among the other four scion varieties evaluated 69 months after planting, 'Ponkan' had the highest canopy volume and accumulated HLB incidence, followed by 'Tahiti', 'Pera', and 'Folha Murcha'. The most vigorous rootstocks tended to have higher disease incidence on general average. Among the dwarfing rootstocks, 'TRFD' and '245' had lower canopy volume and cumulative incidence in all four scion varieties. The '287' citrandarin rootstock stood out, as the plants grafted on it showed no symptoms. HLB incidence correlated with canopy volume, frequency, and budding intensity only in the 'Tahiti' variety. Thus, it was evidenced that it is essential to evaluate each combination individually, because there are differences in behavior depending on the interaction between scion and rootstock.

Keywords: survival analysis, *Candidatus* Liberibacter asiaticus, *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata,* fruit quality, canopy volume

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de *Citrus* é considerado uma atividade de destaque econômico no mundo. No Brasil, é uma das mais importantes atividades do agronegócio, visto que o país é um dos maiores produtores mundiais de frutas cítricas, além de o maior exportador de suco de laranja (*Citrus* ×*aurantium* L. var. *sinensis* L.) (USDA, 2021). Ademais, o Brasil é o quarto maior produtor de tangerinas (*Citrus reticulata* Blanco), com 1,02 milhões de toneladas, e o quinto maior produtor de limas-ácidas [*Citrus* ×*latifolia* (Yu. Tanaka)] e limões [*C*. ×*limon* (L.) Burm. f.], com 1,58 milhões de toneladas (FAO, 2022). Essa produção está concentrada no estado de São Paulo, responsável por 77,50% das laranjas, 32,90% das tangerinas e 70% das limas-ácidas/limões (IBGE, 2020).

As combinações de copa e porta-enxerto podem se comportar de forma específica em relação ao huanglongbing (HLB), doença de maior impacto para a cultura. O HLB está presente em 22,4% dos pomares do cinturão citrícola, a maior região produtora de laranja do Brasil (Fundecitrus, 2021). Nos pomares paulistas, a doença foi detectada no município de Araraquara em junho de 2004 (Coletta Filho et al., 2004).

O HLB está associado às bactérias *Candidatus* Liberibacter asiaticus (*C*Las), *Ca.* Liberibacter africanus (*C*Laf.) e *Ca*. Liberibacter americanus (*C*Lam) (Bové, 2006). Em São Paulo, ocorrem a *C*Lam e a *C*Las, sendo esta última atualmente a mais frequente nas plantas com sintomas de HLB (Bassanezi et al., 2020). Ambas as espécies são transmitidas pelo psilídeo '*Diaphorina citri* Kuwayama' (Bové, 2006).

Devido à baixa diversificação das combinações de copa e porta-enxerto em pomares comerciais, a citricultura brasileira tem se tornado cada vez mais vulnerável. Pesquisas publicadas sobre o papel dessas combinações mostram que há diferenças na incidência e na severidade do HLB de acordo com o porta-enxerto utilizado para diferentes copas (Folimonova et al., 2009; Albrecht e Bowman, 2012). Entretanto, Bassanezi et al. (2009) relatam que não há diferenças entre variedades quanto à taxa de evolução de sintomas.

Nesse sentido, espécies mais vigorosas induzem, em geral, maior frequência e maior fluxo de brotações da copa (Pompeu Junior, 2005). Com isso, há maior disponibilidade de alimento preferencial para o psilídeo, acarretando maior disseminação da doença. A detecção e a quantificação do psilídeo são realizadas através de monitoramento de cartões adesivos e inspeção visual de brotações no campo. Nesse cenário, uma seleção de porta-enxerto que confira menor vigor à copa e menores intensidade e frequência de brotações, acompanhada de uma elevada eficiência de produção, pode contribuir indiretamente para a diminuição da oferta de alimento ao vetor e facilitar o seu manejo, possivelmente reduzindo a incidência do HLB.

A plantação comercial de citros é composta de diferentes combinações de copa e porta-enxerto. Assim, o presente trabalho tem por objetivo avaliar, ao longo do tempo, o desempenho horticultural, a dinâmica de brotação e a sobrevivência na presença do HLB de cinco variedades copas: a laranjeira 'Valência', enxertada em 16 porta-enxertos; a laranjeira 'Pera' e a lima-ácida 'Tahiti', enxertadas em 26 porta-enxertos; a laranjeira 'Folha Murcha' e a tangerineira 'Ponkan', enxertadas em 25 porta-enxertos contrastantes para vigor. O intuito da pesquisa é identificar combinações de copa e porta-enxerto que favoreçam a manutenção do cultivo de citros na presença do HLB.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância socioeconômica da citricultura no Brasil

O gênero *Citrus* pertence à família Rutaceae e à subfamília Aurantioideae, que tem cerca de 200 espécies distribuídas por 33 gêneros (Swingle e Reece, 1967). Na tribo Citreae, há árvores de citros verdadeiros e suas principais espécies comerciais – *Poncirus*, *Citrus*, *Fortunella* (Swingle, 1943; Swingle e Reece, 1967; Machado et al., 2005). O cultivo de *Citrus* é uma atividade de importância econômica mundial, e o Brasil se destaca como o principal produtor e exportador de suco de laranja (USDA, 2021). Assim, o setor citrícola gera mais de 200 mil empregos diretos e indiretos,

representando 25% da produção global de frutas e 75% das exportações globais de suco de laranja (Neves et al., 2010; USDA, 2021).

No Brasil, o cultivo de laranja teve início durante o período colonial, passando a ter significativa importância para a população. A cultura se expandiu por todo o território, e a partir da década de 1960 o país iniciou as primeiras exportações de suco laranja. Em 1980, tornou-se o maior produtor mundial de laranja, superando os Estados Unidos em produção e tecnologia (Neves et al., 2010).

A maior área da citricultura brasileira está concentrada no cinturão citrícola, que engloba pomares do estado de São Paulo, do sul do Triângulo Mineiro e do sudoeste de Minas Gerais, o qual é responsável por aproximadamente 75,7% da produção nacional (IBGE, 2022). A Pesquisa de Estimativa de Safra (PES) do Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus) estimou que, para a safra 2022/2023, a produção de laranja do referido cinturão citrícola seria de 316,95 milhões de caixas de laranja de 40,8 kg, 20,53% maior do que na safra 2021/2022 (Fundecitrus, 2022a).

O Brasil também é um dos maiores produtores de tangerina, sendo o estado de São Paulo o de maior produção da fruta, com 337,4 mil toneladas em 12.583 hectares colhidos (IBGE, 2020; Fundecitrus, 2022b). Dentre as variedades cultivadas, a tangerineira ‘Ponkan’ é uma das principais plantadas no país e no estado (Bastianel et al., 2014; Fundecitrus, 2022b).

Os dados mostram ainda que limões e limas-ácidas são cultivados nos países da Ásia e das Américas, e que o Brasil está entre os principais produtores (FAO, 2022). Em 2021, pomares do cinturão citrícola produziram 51 mil hectares dessas frutas, dos quais 89% corresponderam às áreas cultivadas com lima-ácida ‘Tahiti’ (Fundecitrus, 2022b) e 11% concentraram áreas com limão siciliano e outras variedades.

2.2. Variedades copa

As variedades copa diferem entre si, principalmente pela qualidade de seus frutos, épocas de floração e colheita (Pio et al., 2005). Atualmente, as principais variedades de laranja são 20% de cultivares precoces (‘Hamlin’, ‘Westin’, ‘Rubi’ e ‘Valência Americana’), 36% de meia-estação (‘Pera’) e 39% tardias (‘Natal’, ‘Valência’ e ‘Folha Murcha’) (Fundecitrus, 2022a). Para industrialização, são empregadas

principalmente quatro variedades de laranjas-doces: ‘Hamlin’, ‘Pera’, ‘Natal’ e ‘Valência’. A laranja ‘Pera’ é a principal variedade para a fruta fresca, enquanto os demais citros apresentam distribuição varietal mais restrita. Para o mercado interno de frutas frescas, são comercializadas principalmente a tangerina ‘Ponkan’, o tangor ‘Murcott’ e a lima-ácida ‘Tahiti’.

Sabe-se que as tangerinas e seus híbridos constituem um grupo bastante diversificado e subdividido por apresentar muitas variedades originadas de mutações entre diferentes espécies (Fermino et al., 1997). As tangerinas são destinadas basicamente ao consumo interno de frutas frescas, sendo a ‘Ponkan’ uma das cultivares com maior aceitação para o consumo *in natura* no Brasil. A tangerina ‘Ponkan’ é uma variedade que apresenta frutos grandes, globulosos, levemente achatados, com casca e polpa de coloração alaranjada (Detoni et al., 2009). O estado de São Paulo produz duas de suas principais variedades, a tangerineira ‘Ponkan’ e o tangor Murcott [(*C. sinensis* (L.) Osbeck x *C. reticulata* Blanco)], que correspondem a 40% e 46% da área cultivada, respectivamente. As demais tangerinas representam apenas 14% (Fundecitrus, 2022b).

A limeira-ácida 'Tahiti' é considerada um possível híbrido triploide entre *C.* ×*limon* (L.) Osbeck e *C.* ×*aurantiifolia* (Christm.) Swingle (Ahmed et al., 2020). No Brasil, as limas-ácidas são mais difundidas em dois clones de ‘Tahiti’ para uso comercial, o ‘IAC-5’ ou ‘Peruano’, clone nucelar obtido na Califórnia, Estados Unidos (Hodgson, 1967), e o ‘Quebra-galho’, clone contaminado por viroides cítricos (Stuchi et al., 2003; Pio et al., 2005). Porém, outros clones vêm surgindo, como o ‘BRS EECB IAC Ponta Firme’, derivado da seleção pré-imunizada ‘CNPMF 01’ devido à alta produção e eficiência produtiva (Stuchi et al., 2002; Bremer Neto et al., 2013). As plantas de limeira-ácida ‘Tahiti’ têm copa arredondada e são de porte médio a grande, florescendo mais de uma vez ao ano (Girardi et al., 2021). Seus frutos são grandes, ovais, oblongos ou levemente elípticos, com casca lisa e fina e coloração que varia de verde-escuro a amarelo-claro quando maduros (Baldwin, 1994; Mattos Junior et al., 2005).

2.3. Porta-enxertos na citricultura

As variedades de porta-enxerto influenciam diretamente o vigor, a produtividade das copas e a qualidade dos frutos (Saeed et al., 2010), bem como a tolerância a diversas condições de estresse abiótico, especialmente excesso ou déficit hídrico (Allario et al., 2013; Argamasilla et al., 2014), e a resistência ou tolerância a pragas e doenças, sobretudo as que afetam as raízes (Lapointe e Bowman, 2002; Bassanezi et al., 2020). A escassa diversificação de porta-enxerto fez com que, nas últimas décadas, a citricultura brasileira fosse fundamentada predominantemente em apenas dois porta-enxertos, o limoeiro 'Cravo' (*C.* ×*limonia* Osbeck) e o citrumelo 'Swingle' [*C.* ×*paradisi* Macfad. ×*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.)].

O limoeiro 'Cravo' confere maior vigor, precocidade, produtividade e tolerância ao déficit hídrico (Pompeu Junior, 2005; Castle, 2010). Também é tolerante ao vírus da tristeza (CTV), mas suscetível a declínio, exocorte, morte súbita, nematoides e gomose de *Phytophthora* spp., o que pode causar danos severos aos pomares. O citrumelo 'Swingle', por sua vez, é tolerante a declínio e gomose, mas suas limitações envolvem menor tolerância à seca, em comparação ao 'Cravo' e ao 'Volkameriano', e pouca afinidade com os mais importantes clones da laranja 'Pera' (Pompeu Junior, 2005). Mais recentemente, os citrandarins e outros híbridos de trifoliatas vêm sendo estudados e plantados em menor escala como alternativas potenciais ao citrumelo 'Swingle', devido à maior tolerância à seca e à redução do vigor das copas em alguns casos (Pompeu Junior e Blumer, 2011).

No que se refere às tangerinas, o limoeiro 'Cravo' ainda é um importante porta-enxerto, seja pela alta tolerância ao déficit hídrico e ao vírus da tristeza e por induzir elevado vigor, seja por ter rápida entrada em produção e resultar em alto rendimento de frutos (Pompeu Junior, 2005), apesar de ser suscetível à morte súbita dos citros (Pompeu Junior e Blumer, 2008). Já os porta-enxertos tangerineira 'Sunki' (*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka), tangerineira 'Cleópatra' (*C. reshni* hort. ex Tanaka) e citrumelo 'Swingle' são tolerantes à morte súbita dos citros (Pompeu Junior e Blumer, 2014), com melhor qualidade de frutos de tangerineiras (Espinoza-Núñez et al., 2007).

Os porta-enxertos utilizados para as limas-ácidas levam em consideração a adaptação a fatores ambientais, o vigor vegetativo e a tolerância/resistência às pragas

e doenças (Stuchi et al., 2009). O limoeiro 'Cravo' é o porta-enxerto mais utilizado para a limeira-ácida ‘Tahiti’ no Brasil, mas apresenta suscetibilidade à *Phytophthora citrophthora* e à *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* (Carvalho et al., 2016). A lima-ácida ‘Tahiti’ se adapta bem a outros porta-enxertos em condições irrigadas e não irrigadas (Espinoza-Núñez et al., 2011; Bremer Neto et al., 2013).

Há ainda estudos que apontam que porta-enxertos ananicantes como *Poncirus trifoliata* ‘Flying Dragon’ [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. var. *monstrosa* (T. Itô) Swingle] são utilizados para laranjeiras, tangerineiras e limeiras-ácidas, permitindo uma eficiência produtiva em plantios mais adensados (Stuchi et al., 2003; Stuchi et al., 2012; Girardi et al., 2021). Nesse contexto, a escolha do porta-enxerto interfere diretamente no progresso do HLB no pomar e na severidade dos sintomas na copa, influenciando a vida econômica dos pomares. Doenças como a gomose de *Phytophthora* spp. (Alencar, 1941), a tristeza dos citros (Fawcett e Bitancourt, 1940), o declínio (Rodrigues et al., 1979) e a morte súbita dos citros (Gimenes-Fernandes e Bassanezi, 2001) trouxeram grandes adversidades para a citricultura brasileira, demandando, portanto, pesquisas sobre a diversificação de copas e porta-enxertos que contribuam para o desenvolvimento da área.

2.4. Histórico, importância e manejo do huanglongbing (HLB)

O maior desafio fitossanitário da citricultura mundial na atualidade é o HLB, que tem se destacado devido às elevadas perdas que causa ao setor: as plantas infectadas pela doença alteram significativamente o seu rendimento, devido à queda contínua e à má qualidade dos frutos que permanecem (Bassanezi et al., 2009). A incidência de laranjeiras com sintomas de HLB no cinturão citrícola, representando aproximadamente 43 milhões de plantas doentes (Fundecitrus, 2021), registra o quarto aumento consecutivo.

De origem chinesa, huanglongbing significa doença do ramo amarelo, também chamada de “greening”. Os primeiros relatos de ocorrência da doença foram registrados em 1919 na China (Reinking, 1919) e posteriormente em outros países da Ásia, da África e das Américas (Van de Merwe e Anderson, 1937; Capoor, 1963; Tirtawidjaja et al., 1965; Bové, 2006). O HLB se disseminou nas Américas do Norte,

Latina e Caribe a partir dos anos 2000, e seu primeiro relato no Brasil ocorreu em junho de 2004, na região de Araraquara, em São Paulo, o maior estado produtor de citros do país (Coletta Filho et al., 2004; Teixeira et al., 2005).

Devido a sua rápida disseminação, o HLB é uma doença de difícil controle, causando prejuízos econômicos à citricultura. A bactéria *C*Las é a mais disseminada em todo o mundo, e a *C*Lam é encontrada somente no Brasil (Gottwald, 2010). Após a inoculação, a colonização sistemática de *C*Las ocorre de forma rápida em regiões de crescimento da planta, como tecidos dos brotos jovens, raízes e frutos, podendo ser influenciada por condições ambientais como a temperatura (Pandey et al., 2021; Raiol-Junior et al., 2021). Os primeiros sintomas foram observados aos 45 dias de infecção pela doença nas raízes de laranjeiras e aos 35 dias nos tecidos de brotos no ápice caulinar e nas raízes de três cultivares cítricas (Lemoine et al., 2013; Costa, 2021; Raiol-Júnior et al., 2021).

As bactérias colonizam e provocam a obstrução dos vasos do floema a partir das novas brotações, impedindo a distribuição normal da seiva elaborada nos ramos infectados para o restante da planta, como o sistema radicular onde se multiplica. O controle da doença é realizado a partir do plantio de mudas sadias, do controle do vetor e de seu manejo em nível regional, da remoção da fonte de inóculo nos pomares e em áreas próximas, bem como pelo monitoramento e controle regional do psilídeo com pulverizações frequentes (Bassanezi et al., 2020). Entretanto, esse controle não é viável quando são utilizadas estratégias isoladas. Até o momento, a bactéria mais comum ainda não é cultivada, o que dificulta os estudos com vistas ao desenvolvimento de técnicas eficazes.

Ainda não existem variedades comerciais de citros resistentes ao HLB, porém a tolerância à doença já foi identificada em cultivares e parentes próximos de *Citrus* spp., incluindo os *P. trifoliata* e seus híbridos (Folimonova et al., 2009; Boscariol-Camargo et al., 2010; Albrecht e Bowman, 2012; Ramadugu et al., 2016; Miles et al., 2017). Folimonova et al. (2009) relataram que *P. trifoliata* é parcialmente resistente a diferentes níveis de infecção, e que o citrange ‘Carrizo’ [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] apresentou baixo título bacteriano nos tecidos e ausência ou baixa expressão de sintomas foliares em plantas inoculadas, sendo classificado como mais tolerante ao HLB que os porta-enxertos citrumelo ‘Swingle’ e tangerineira ‘Cleópatra’.

Nesse sentido, Albrecht et al. (2012) relataram ausência ou pequena expressão dos sintomas de HLB a campo em plantas de laranjeiras-doces enxertadas em 15 diferentes porta-enxertos, com sintomas de HLB menos expressivos ou ausentes em ‘US-897’ (*Citrus reticulata* Blanco ‘Cleópatra’ x *Poncirus trifoliata* ‘Flying Dragon’) e ‘US-942’ (*C. reticulata* ‘Sunki’ ×*P. trifoliata* ‘Flying Dragon’), além de concentração reduzida da bactéria nos tecidos foliares. Albrecht e Bowman (2011) mostraram que mudas do citrandarin ‘US-897’ são tolerantes a *C*Las devido ao aumento mais lento da concentração da bactéria nos tecidos foliares, quando comparado com outros porta-enxertos. Albrecht e Bowman (2012) avaliaram as respostas de oito porta-enxertos após a inoculação da bactéria e classificaram como tolerante o citrange ‘Carrizo’.

Assim, é notável que materiais resistentes ou tolerantes ao HLB e compatíveis por enxertia possibilitariam combinações com capacidade de restringir o título bacteriano e a distribuição da bactéria pela planta. Alguns relatos de resistência foram observados em parentes filogeneticamente mais distantes dos *Citrus*, limitados a incompatibilidades por enxertia ou sexual (Damsteegt et al., 2010; Westbrook et al., 2011; Beloti et al., 2018; Cifuentes-Arenas et al., 2019). Segundo Alves et al. (2021), *Eremocitrus glauca*, *Microcitrus warburgiana*, *Microcitrus papuana*, *Microcitrus australis* e três híbridos, entre eles a laranja-doce, são totalmente resistentes a *C*Las e apresentam boa compatibilidade com o porta-enxerto limoeiro 'Cravo'.

Com o objetivo de melhor caracterizar a resistência desses genótipos e compreender o movimento da *C*Las nos materiais vegetais enxertados, Alves et al. (2022) confirmaram a resistência total dos materiais e validaram seus parentescos genômicos. Explicitaram, portanto, a importância de mapear as regiões genômicas envolvidas na resistência da *C*Las, bem como a possibilidade de uso desses materiais em programas de melhoramento, visando gerar novas cultivares cítricas com imunidade ou alta resistência ao HLB.

2.5. Dinâmica de brotação

O psilídeo é altamente prolífico na presença de brotações. Sua população está associada ao aumento dos picos de novas brotações, que, consequentemente, são

atrativas ao vetor para oviposição, desenvolvimento de ninfas e alimentação (Sétamou et al., 2016; Cifuentes-Arenas et al., 2018). Citros cultivados apresentam três ou mais períodos de brotação a cada ano, que variam em função dos ciclos fisiológicos e das condições climáticas, principalmente temperatura e umidade do solo (Spiegel-Roy e Goldschmidt, 1996; Primo-Millo e Agustí, 2020). Ademais, a dinâmica de brotação também é influenciada pelo tipo de solo e por práticas culturais como a poda e a interação entre as variedades copa e porta-enxerto.

Compreender a dinâmica de brotação pode diminuir problemas associados a pragas e doenças como o HLB. O uso de combinações alternativas de copa e porta-enxerto pode alterar a disseminação da doença, como feito nos casos de danos causados por gomose, tristeza dos citros, morte súbita dos citros, entre outras (Pompeu Junior, 2005). Associados a outros fatores, como condições climáticas, os porta-enxertos podem afetar a disseminação da doença. Espécies mais vigorosas induzem, em geral, maior frequência e vigor de brotações da copa (Pompeu Junior, 2005). Com isso, há maior disponibilidade de alimento preferencial para o psilídeo.

Nesse contexto, o uso de porta-enxertos ananicantes pode minimizar os impactos causados pelo HLB, sendo uma possível alternativa para o manejo da doença. Estudos como os de Rodrigues et al. (2020) apontam que o porta-enxerto ananicante trifoliata ‘Flying Dragon’ influencia a menor incidência de HLB em laranjeiras ‘Valência’. Logo, as plantas enxertadas em porta-enxerto de tamanho reduzido refletem nas práticas culturais de colheita e aplicação de defensivos, bem como na redução do vigor de brotações e no melhor monitoramento dos sintomas do HLB em plantas no campo (Stuchi e Girardi, 2010).

2.6. Análise de sobrevivência

A análise de sobrevivência é utilizada quando a variável resposta corresponde ao período de tempo até a ocorrência de algum evento de interesse (Colosimo e Giolo, 2006). Esse evento pode ser o tempo até a ocorrência de sintomas, a detecção do patógeno e a queda de frutos. Sendo assim, a técnica estatística possibilita comparar, estimar e interpretar as funções de sobrevivência dos dados, tornando-se importante na determinação de genótipos menos favoráveis ao progresso da doença.

Na Agronomia, a análise de sobrevivência tem sido empregada em estudos sobre as doenças associadas à pós-colheita (Nesi et al., 2015), a abscisão de folhas de mirtilo em função da severidade da mancha foliar (Scherm e Ojiambo, 2004), o período de incubação da ferrugem causada por *Colletotrichum gloeosporioides* em ramos de camélia (Copes e Thomson, 2008), o período latente de *Mycosphaerella pinodes* em ervilhas (Setti et al., 2010) e o tempo de abscisão foliar de mirtilos afetados pelo fungo *Septoria* (Ojiambo e Scherm, 2005). Em citros, Rodrigues et al. (2020), por exemplo, avaliaram a análise de progresso do HLB em laranjeiras 'Valência' enxertadas em 16 porta-enxertos.

Assim, a análise de sobrevivência é fundamental para a determinação das combinações de copa e porta-enxerto menos favoráveis ao progresso do HLB e suas correlações com a severidade da doença.

3. REFERÊNCIAS

Ahmed W et al. (2020) First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. **Science Total Environment** 728:138764.

Albrecht U, Bowman KD (2011) Tolerance of the trifoliate citrus hybrid US-897 (*Citrus reticulata* Blanco x *Poncirus trifoliata* L. Raf.). **HortScience** 46:16-22.

Albrecht U, Bowman KD (2012) Tolerance of trifoliate citrus rootstock hybrids to *Candidatus* Liberibacter asiaticus. **Scientia Horticulturae** 147:71-80.

Albrecht U, McCollum G, Bowman K (2012) Influence of rootstock variety on Huanglongbing disease development in field-grown sweet orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck trees. **Scientia Horticulturae** 138:210-220.

Alencar J (1941) **Podridão do pé dos citros**. Viçosa: Escola Superior de Agricultura de Minas Gerais. (Boletim, 6).

Allario T, Brumos J, Colmenero-Flores JM, Iglesias DJ, Pina JA, Navarro L, Talon M, Ollitrault P, Morillon R (2013) Tetraploid Rangpur lime rootstock increases drought tolerance via enhanced constitutive root abscisic acid production. **Plant, Cell and Environment** 36:856-868.

Alves MN, Lopes SA, Raiol-Junior LL, Wulff NA, Girardi EA, Ollitrault P, Peña L (2021) Resistance to '*Candidatus* Liberibacter asiaticus,' the Huanglongbing Associated Bacterium, in Sexually and/or Graft-Compatible Citrus Relatives. **Frontiers in Plant Science** 11:1-16.

Alves MN, Raiol-Junior LL, Girardi EA, Miranda M, Wulff NA, Carvalho EV, Lopes SA, Ferro JA, Ollitrault P, Peña L (2022) Insight into resistance to 'Candidatus Liberibacter asiaticus,' associated with Huanglongbing, in Oceanian citrus genotypes. **Frontiers in Plant Science** 13:1009250.

Argamasilla R, Gómez-Cadenas A, Arbona V (2014) Metabolic and regulatory responses in citrus rootstocks in response to adverse environmental conditions. **Journal of Plant Growth Regulation** 33:169-180.

Baldwin EA (1994) Citrus fruit. In.: Seymor GB, Taylor JE, Tucker GA (Eds.) **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, p. 255-271.

Bassanezi RB, Lopes SA, Miranda MP, Wulff NA, Volpe HXL, Ayres, AJ (2020). Overview of citrus huanglongbing spread and management strategies in Brazil. **Tropical Plant Pathology** 45:251-264.

Bassanezi RB, Montesino LH, Stuchi ES (2009) Effects of huanglongbing on fruit quality of sweet orange cultivars in Brazil. **European Journal of Plant Pathology** 125:565-572.

Bastianel M et al. (2014) Avaliação do banco de germoplasma de mexericas com relação a características físico-químicas e suscetibilidade à mancha marrom de alternária. **Bragantia** 73:23-31.

Beloti VH, Alves GR, Coletta-Filho HD, Yamamoto PT (2018) The Asian citrus psyllid host *Murraya koenigii* is imune to citrus huanglongbing pathogen '*Candidatus* Liberibacter asiaticus'. **Phytopathology** 108:1089-1094.

Boscariol-Camargo RL, Cristofani-Yaly AM, Coletta-Filho HD, Machado MA (2010) Avaliação de diferentes genótipos de citros à infecção por *Candidatus* Liberibacter asiaticus. **Citrus Research & Technology** 31:85-90.

Bové JM (2006) Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology** 88:7-37.

Bremer Neto H, Mourão Filho FAA, Stuchi ES, Espinoza-Núñez E, Cantuarias-Avilés T (2013) The horticultural performance of five 'Tahiti' lime selections grafted onto 'Swingle' citrumelo under irrigated and non-irrigated conditions. **Scientia Horticulturae** 150:181-186.

Capoor SP (1963) Decline of citrus trees in India. **Bulletin of the National Institute of Sciences of India** 24:48-64.

Carvalho LM, Carvalho HWL, Soares Filho WS, Martins CR, Passos OS (2016) Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 51:132-141.

Castle WS (2010) A career perspective on citrus rootstocks, their development, and commercialization. **HortScience** 45:11-15.

Cifuentes-Arenas JC (2017) **Huanglonbing e *Diaphorina citri*: relações patógeno-vetor-hospedeiro**. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Unesp, Jaboticabal.

Cifuentes-Arenas JC, Beattie GAC, Peña L, Lopes AS (2019) *Murraya paniculata* and *Swinglea glutinosa* as Short-Term Transient Hosts of "*Candidatus* Liberibacter asiaticus" and Implications for the Spread of Huanglongbing. **Phytopathology** 109:2064-2073.

Cifuentes-Arenas JC, Oliveira Góes A, Miranda MP, Beattie GAC, Lopes SA (2018) Citrus flush shoot ontogeny modulates biotic potential of *Diaphorina citri*. **Plos One** 13:0190563.

Coletta Filho HD, Targon MLPN, Takita MA, De Negri JD, Pompeu Junior J, Carvalho AS, Machado MA (2004) First report of the causal agent of huanglongbing ("*Candidatus* Liberibacter asiaticus") in Brazil. **Plant Disease** 88:1382.

Colosimo EA, Giolo SR (2006) **Análise de sobrevivência aplicada**. São Paulo: Edgar Blücher.

Copes WE, Thomson JL (2008) Survival analysis to determine the length of the incubation period of Camellia twig blight caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Plant Disease** 92:1177-1182.

Costa SC (2021) **Velocidade de colonização de '*Candidatus* Liberibacter asiaticus' em laranjeira Valência, limoeiro Siciliano e limeira ácida Tahiti**. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Unesp, Jaboticabal.

Damsteegt VD, Postnikova EM, Stone AL, Kuhlmann M, Wilson C, Sechler A, Schaad NW, Brlansky RH, Schneider, WL (2010) Murraya paniculata and related species as potential hosts and inoculum reservoirs of 'Candidatus Liberibacter asiaticus', causal agent of huanglongbing. **Plant Disease** 94:528-533.

Detoni AM, Herzog NFM, Ohland T, Kotz T, Clemente E (2009) Influência do sol nas características físicas e químicas da tangerina Ponkan cultivada no oeste do Paraná. **Ciência e Agrotecnologia** 33:624-628.

Espinoza-Núñez E, Mourão Filho FAA, Stuchi ES (2007) Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade de frutos da tangerina “Fremont” sobre quatro porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura** 29:308-312.

Espinoza-Núñez E, Mourão Filho FAA, Stuchi ES, Cantuarias-Avilés T, Dias CTS (2011) Performance of ‘Tahiti’ lime on twelve rootstocks under irrigated and non-irrigated conditions. **Scientia Horticulturae** 129:227-231.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022) **FAOSTAT**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 21 maio 2022.

Fawcett HS, Bitancourt AA (1940) Occurence, pathogenicity and temperature relations of Phytophthora species on citrus in Brazil and other South American countries. **Arquivos do Instituto Biológico** 11:107-121.

Fermino CE, Sanches S, Donadio LC (1997) **Porta-Enxerto para a Citricultura Paulista**. Jaboticabal: Funep, 47 p. (Boletim Citrícola, 1).

Folimonova SY, Robertson CJ, Garnsey SM, Gowda S, Dawson WO (2009) Examination of the responses of different genotypes of citrus to huanglongbing (citrus greening) under different conditions. **Phytopathology** 99:1346-1354.

Fundecitrus – Fundo de Defesa da Citricultura (2021) **Levantamento da incidência das doenças dos citros: greening, CVC e cancro cítrico**. Araraquara: Fundecitrus, 77 p. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/pdf/levantamentos/Relatorio_levantamento_de_doencas_2021-greening_CVC_e_cancro_citrico.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2022.

Fundecitrus – Fundo de Defesa da Citricultura (2022a) **Reestimativa da safra de laranja 2021/22 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro – fechamento em abril/2021**. Araraquara: Fundecitrus, 5 p. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0422__Fechamento_da_Safra_de_Laranja.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2022.

Fundecitrus – Fundo de Defesa da Citricultura (2022b) **Inventário de árvores e estimativa de safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**. Araraquara: Fundecitrus, 116 p. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2022_07_01_Inventario_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2022-2023.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2022.

Gimenes-Fernandes N, Bassanezi RB (2001) Doença de causa desconhecida afeta pomares cítricos no norte de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro. **Summa Phytopathologica** 27:93.

Girardi EA et al. (2021) **Guia de reconhecimento dos citros em campo: um guia prático para o reconhecimento em campo de variedades de laranjeira-doce e outras espécies de citros cultivadas no estado de São Paulo e Triângulo Mineiro**. Araraquara: Fundecitrus, 158 p.

Gottwald TR (2010) Current epidemiological understanding of citrus Huanglongbing. **Annual Review of Phytopathology** 48:119-39.

Hodgson RW (1967) Horticultural Varieties of Citrus. In.: Reuther W, Webber HJ, Batchelor LD (Eds.) **The Citrus Industry**. Berkeley: University of California, p. 431-459.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020) **Área plantada ou destinada a colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#notas-tabela>. Acesso em: 5 fev. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022) **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola abril 2022**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2022_abr.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2022.

Lapointe SL, Bowman KD (2002) Is there meaningful plant resistance to *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in citrus rootstock germplasm? **Journal of Economic Entomology** 95:1059-1065.

Lemoine R et al. (2013) Source-to-sink transport of sugar and regulation by environmental factors. **Frontiers in Plant Science** 4:272.

Machado MA, Cristofani M, Amaral AM, Oliveira AC (2005) Genética, melhoramento e biotecnologia de citros. In.: Mattos Junior D, De Negri JD, Pio RM & Pompeu Junior J (Eds.) **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico, Fundag, p. 243-246.

Mattos Junior D, De Negri JD, Figueiredo JO, Pompeu Junior J (2005) **Citros: principais informações e recomendações de cultivo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. (Boletim Técnico, 200).

Miles GP, Stover E, Ramadugu C, Keremane ML, Lee RF (2017) Apparent tolerance to huanglongbing in citrus and citrus-related germplasm. **HortScience** 52:31-39.

Nesi CN, Shimakura SE, Ribeiro Junior PJ, Mio LLM (2015) Análise de sobrevivência: uma ferramenta no estudo de doenças pós-colheita em pêssegos. **Revista Ceres** 62:52-61.

Neves MF et al. (2010) **O Retrato da Citricultura Brasileira**. 1. ed. Ribeirão Preto: Markestrat. Disponível em: <https://citrusbr.com/biblioteca/publicacoes-citrusbr/>. Acesso em: 5 jun. 2022.

Ojiambo OS, Scherm H (2005) Survival analysis of time to abscission of blueberry leaves affected by Septoria leaf spot. **Phytopathology** 95:108-113.

Pandey SS, Vasconcelos FNC, Wang N (2021) Spatiotemporal dynamics of '*Candidatus* Liberibacter asiaticus' colonization inside citrus plant and Huanglongbing disease development. **Phytopathology** 111:921-928.

Pio RM, Figueiredo JO, Stuchi ES, Cardoso SAB (2005) Cultivares copas. In.: Mattos Junior D, Negri JD, Pio RM, Pompeu Junior P (Eds.) **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, Fundag, p. 37-60.

Pompeu Junior J (2005) Porta-enxertos. In.: Mattos Junior D, Negri JD, Pio RM, Pompeu Junior P (Eds.) **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, Fundag, p. 61-104.

Pompeu Junior J, Blumer S (2008) Morte súbita dos citros: suscetibilidade de seleções de limão Cravo e uso de interenxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura** 30:1159-1161.

Pompeu Junior J, Blumer S (2011) Citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranjeira Valência. **Citrus Research & Technology** 32:133-138.

Pompeu Junior J, Blumer S (2014) Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranjeira 'Pera'. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 44:9-14.

Primo-Millo E, Agustí M (2020) Flowering and fruit set. In.: Talón M, Caruso M, Gmitter Junior FG (Eds.) **The Genus citrus**. Elsevier, p. 219-244.

Raiol-Junior LL, Cifuentes-Arenas JC, Carvalho EV, Girardi EA, Lopes AS (2021) Evidence That '*Candidatus* Liberibacter asiaticus' Moves Predominantly Toward New Tissue Growth in Citrus Plants. **Plant Disease** 105:34-42.

Ramadugu C, Keremane ML, Halbert SE, Duan YP, Roose ML, Stover E, See RF (2016) Long-term field evaluation reveals Huanglongbing resistance in citrus relatives. **Plant Disease** 100:1858-1869.

Reinking OA (1919) Diseases of economic plants in South China. **Philippine Agriculturist** 8:109-135.

Rodrigues JD, Moreira AS, Stuchi ES, Bassanezi RB, Laranjeira FF, Girardi EA (2020) Huanglongbing incidence, canopy volume, and sprouting dynamics of 'Valencia' sweet orange grafted onto 16 rootstocks. **Tropical Plant Pathology** 45:611-619.

Rodrigues O, Rossetti V, Müller GW (1979) Declínio de plantas cítricas em São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, p. 927-932.

Saeed M, Dodd PB, Sohail L (2010) Anatomical studies of stems, roots and leaves of selected rootsock varieties in relation to their vigour. **Journal of Horticulture and Forestry** 2:87-94.

Scherm H, Ojiambo PS (2004) Applications of survival analysis in botanical epidemiology. **Phytopathology** 94:1022-1026.

Sétamou M, Simpson CR, Alabi OJ, Nelson SD, Telagamsetty S, Jifon JL (2016) Quality matters: influences of citrus flush physicochemical characteristics on population dynamics of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae). **PLoS One** 11:e0168997.

Setti B, Benecheikh M, Henni JE, Claire N (2010) Survival analysis to determine the length of latent period of Mycosphaerella pinodes on peas (Pisum sativum L.). **African Journal of Microbiology Research** 4:1897-1903.

Spiegel-Roy P, Goldschmidt EE (1996) **Biology of citrus**. Cambridge: Cambridge University Press.

Stuchi ES, Donadio LC, Sempionato OR (2002) Produtividade e tamanho das plantas do clone cnpmf-01, premunizado contra a tristeza dos citros, da limeira-ácida 'Tahiti' em Bebedouro (SP). **Laranja** 23:221-230.

Stuchi ES, Donadio LC, Sempionato OR (2003) Performance of Tahiti lime on Poncirus trifoliata var. monstrosa Flying Dragon in four densities. **Fruits** 58:13-17.

Stuchi ES, Girardi EA (2010) **Utilização de práticas culturais na citricultura frente ao Huanglongbing**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 77 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura – Documentos, 191).

Stuchi ES, Girardi EA, Sempionato OR, Reiff ET, Silva SR, Parolin LG (2012) **Trifoliata 'Flying Dragon': Porta-enxerto para plantios adensados e irrigados de laranjeiras doces de alta produtividade e sustentabilidade**. Brasília: Embrapa, 7 p. (Comunicado Técnico, 152).

Stuchi ES, Martins ABG, Lemo RR, Cantuarias-Avilés T (2009) Fruit quality of 'Tahiti' lime (*Citrus latifolia* Tanaka) grafted on twelve different rootstocks. **Revista Brasileira Fruticultura** 31:454-460.

Swingle WT (1943) The botany of citrus and its wild relatives of the orange subfamily. In.: Weber HJ, Batchellor LD (Eds.) **The citrus industry**. Berckley: University of California, p. 129-474.

Swingle WT, Reece PC (1967) The botany of citrus and its wild relatives. In.: Reuther W, Webber HJ, Batchelor LD (Eds.) **The citrus industry**. Riverside: University of California, p. 190-430.

Teixeira DC, Saillard C, Eveillard S, Danet JL, Costa PI, Ayres AJ, Bove J (2005) '*Candidatus* Liberibacter americanus', associated with citrus Huanglongbing (greening disease) in São Paulo state, Brazil. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 55:1857-1862.

Tirtawidjaja S, Hadewidjaja T, Lasheen AM (1965) Citrus vein phloem degeneration virus, a possible cause of citrus chlorosis in Java. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science** 86:235-243.

USDA – United States Department of Agriculture (2021). **Citrus: World Markets and Trade**. Disponível em: <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/w66343603/gf06gq220/rx914c158/citrus.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

Van de Merwe AJ, Anderson FG (1937) Chromium and manganese toxicity. Is it important in Transvaal citrus greening? **Farming in South Africa** 12:439-440.

Westbrook CJ, Hall DG, Stover E, Duan YP, Lee RF (2011) Colonization of citrus and citrus-related germplasm by Di-aphorina citri (Hemiptera: Psyllidae). **HortScience** 46:997-1005.

CAPÍTULO 2 – Impacto do HLB e déficit hídrico no desempenho horticultural de laranjeira ‘Valência’ em porta-enxertos ananicantes e semiananicantes

RESUMO – O desempenho horticultural da laranjeira ‘Valência’ sobre 16 porta-enxertos foi avaliado em estudo realizado na região norte do estado de São Paulo, na presença endêmica do huanglongbing (HLB) e em condições de sequeiro. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 30 repetições e 1 planta por parcela. O experimento foi iniciado em novembro de 2011 em espaçamento de plantio de 6,0 m x 2,5 m e avaliado de 2014 a 2020. Todos os porta-enxertos analisados se mostraram compatíveis com a laranjeira ‘Valência’. Plantas enxertadas em trifoliateiro comum, trifoliateiro ‘Flying Dragon’, citrandarins ‘IAC 1600’ e ‘IAC 1614’ e laranjeira ‘Rhode Red’ + limoeiro ‘Volkameriano’ mostraram menores alturas e volumes de copa. A produção foi maior com o uso de citrumelo ‘Swingle’, seguido dos grupos de limoeiro ‘Cravo’, tangerineira ‘Sunki’ e citrandarins ‘IAC 1711’ e ‘IAC 1697’. Em geral, as plantas em citrandarins, com destaque para o ‘IAC 1697’, produziram frutos de melhor qualidade segundo a análise de *ratio*, concentração de sólidos solúveis e rendimento de suco. Citrumelo ‘Swingle’, tangerineira ‘Sunki’, citrandarin ‘IAC 1697’ e citrange ‘IAC 385’ induziram boa tolerância ao déficit hídrico na maioria dos anos, mas abaixo de limoeiro ‘Cravo’, porta-enxerto de referência. Plantas em trifoliateiro ‘Flying Dragon’ apresentaram menor incidência acumulada e nota de severidade de HLB, sob condições de inoculação natural, seguidas daquelas em citrumelo ‘Swingle’ e citrandarin ‘IAC 1697’, embora todos os porta-enxertos sejam suscetíveis à doença. Na presença do HLB, houve alteração na produção de frutos e nos montantes de frutos assintomáticos e sintomáticos da laranjeira ‘Valência’, sendo a maior redução observada nas plantas em trifoliateiro ‘Flying Dragon’. O HLB interferiu também na qualidade do suco, causando redução de tamanho e massa dos frutos das plantas afetadas; naquelas enxertadas em tangerineira ‘Sunki’ e citrandarin ‘IAC 1697’, houve aumento da acidez e redução do *ratio*. Como alternativas promissoras ao limoeiro ‘Cravo’, os porta-enxertos citrumelo ‘Swingle’, tangerineira ‘Sunki’, citrandarin ‘IAC 1711’ e ‘IAC 1697’ mostraram potencial para a indução de bom desempenho da laranjeira ‘Valência’ sob sequeiro na presença do HLB.

Palavras-chave: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, *Candidatus* Liberibacter asiaticus, tolerância à seca, qualidade dos frutos, produção

1. INTRODUÇÃO

O cultivo dos citros é uma atividade de grande destaque econômico na fruticultura mundial e uma das mais importantes atividades do agronegócio no Brasil, que é o maior produtor de laranjas-doces (*Citrus* ×*aurantium* var. *sinensis* L.) (FAO, 2021). A citricultura brasileira está concentrada em um cinturão agrícola que engloba pomares do estado de São Paulo e da região sul e sudoeste do estado de Minas

Gerais. A produção de laranja desse cinturão citrícola em 2020/2021 foi de 268,63 milhões de caixas de 40,8 kg, 47% delas constituída de maturação tardia (‘Valência’, ‘Natal’ e ‘Folha Murcha’), 17,5% de maturação precoce (‘Hamlin’, ‘Westin’, ‘Rubi’) e 30,3% de maturação na meia-estação (‘Pera’) (Fundecitrus, 2021). A laranja ‘Valência’ é a variedade de laranja tardia mais plantada no mundo, sendo também conhecida como ‘Valencia Late’, destacando-se por ser muito produtiva e gerar frutos de alta qualidade, inclusive em plantio de sequeiro (Hodgson, 1967; Saunt, 2000; Girardi et al., 2017; Stuchi et al., 2020).

As variedades copas de laranja diferem entre si pela qualidade de seus frutos e pela época de colheita, entre outras características (Pio et al., 2005). Já os porta-enxertos diferenciam-se pelo vigor, pela produtividade e pela qualidade dos frutos que induzem nas copas, além da tolerância que proporcionam a diversas condições de estresse abiótico, especialmente déficit hídrico, e da resistência ou tolerância a diversas pragas e doenças (Pompeu Junior, 2005; Saeed et al., 2010; Argamasilla et al., 2014). Historicamente, um dos pontos de vulnerabilidade da citricultura brasileira é a baixa diversificação varietal. Nos últimos 20 anos, ela fundamentou-se predominantemente em apenas dois porta-enxertos, o limoeiro ‘Cravo’ (*C.* ×*limonia* Osbeck) e o citrumelo ‘Swingle’ [*C.* ×*paradisi* Macfad. ×*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], utilizados em cerca de 80% das mudas produzidas nos viveiros paulistas (Carvalho et al., 2019).

O porta-enxerto ‘Cravo’ confere maior vigor, precocidade, produtividade e tolerância ao déficit hídrico (Pompeu Junior, 2005; Castle, 2010). É tolerante a tristeza, mas suscetível a declínio, exocorte, morte súbita, nematóides e gomose de *Phytophthora* spp., o que pode causar danos severos aos pomares. Por outro lado, o citrumelo ‘Swingle’ é tolerante a todas essas doenças (Pompeu Junior, 2005), mas mais sensível à seca do que o ‘Cravo’. Mais recentemente, os citrandarins e outros híbridos de trifoliatas vêm sendo estudados e plantados em menor escala como alternativas potenciais ao citrumelo ‘Swingle’ devido à maior tolerância à seca e à indução de plantas nanicas em alguns casos (Cristofani-Yaly et al., 2007; Pompeu Junior e Blumer, 2011).

Uma grande limitação é que todas as variedades comerciais conhecidas são suscetíveis ao huanglongbing (HLB), doença presente na maioria dos países citrícolas

do mundo (Bové, 2006; Baldwin et al., 2014). No Brasil, a doença está associada às bactérias *Candidatus* Liberibacter asiaticus (*C*Las) e *Ca*. Liberibacter americanus (*C*Lam) (Bové et al., 2006), transmitidas pelo inseto-vetor *Diaphorina citri* Kuwayama (Bassanezi et al., 2020).

A caracterização e a quantificação de danos do HLB às plantas cítricas são necessárias porque, à medida que a severidade da doença aumenta, a produção é prejudicada devido à queda precoce dos frutos nos ramos afetados, à redução do tamanho e da massa dos frutos e à alteração de seu sabor (Bassanezi et al., 2006; McCollum e Baldwin, 2017). Estudos sobre a qualidade da fruta afetada são fundamentais para caracterizar o impacto da doença e determinar seu efeito no processamento do suco. Buscando entender consequências do HLB em diferentes cultivares de laranjas-doces processadas, Bassanezi et al. (2009; 2011) identificaram maior efeito negativo na qualidade das laranjas ‘Valência’ do que em laranjas de maturação precoce ou de meia-estação. A maioria das pesquisas relata o efeito do HLB nas laranjeiras ‘Valência’ e ‘Hamlin’ (Dagulo et al., 2010; Baldwin et al., 2018; Dala-Paula et al., 2019) por serem variedades de grande importância comercial na indústria de processamento de suco e por sua grande suscetibilidade ao HLB (Abdullah et al., 2009).

Estudos sobre a combinação copa/porta-enxerto demonstraram diferenças entre incidência e severidade do HLB em diversas condições de campo (Albrecht et al., 2012; Boava et al., 2014; Bowman et al., 2016b). No entanto, a compreensão das combinações de citros quanto à tolerância ao HLB é controversa em virtude das diferentes respostas à doença observadas. A identificação de combinações mais resistentes ou tolerantes poderia resultar, portanto, no aprimoramento do manejo do HLB, e é nesse cenário que se desenvolveu o presente trabalho. Ao longo de nove anos, foi avaliado o desempenho horticultural da laranjeira ‘Valência’ enxertada em 16 porta-enxertos ananicantes e semiananicantes na presença do huanglongbing em sequeiro em plantio realizado na região norte do estado de São Paulo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material vegetal e delineamento

A copa de laranjeira 'Valência' seleção IAC (Instituto Agronômico de Campinas) foi enxertada em 16 porta-enxertos (Tabela 1), incluídos na pesquisa pelo uso comercial consolidado (Girardi et al., 2021b) e com base em trabalho anterior conduzido no centro-sul do estado de São Paulo (Pompeu Junior e Blumer, 2009). Os porta-enxertos foram classificados como ananicantes, semiananicantes, padrão, semipadrão e superpadrão, de acordo com Rodrigues et al. (2020). O híbrido somático laranjeira 'Valência Rhode Red' + limoeiro 'Volkameriano' [*C.* ×*sinensis* + *C.* ×*volkameriana* (Risso) V. Ten. & Pasq.] foi obtido da coleção da Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) (Mendes et al., 2001). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 16 tratamentos (porta-enxertos), 30 repetições e uma planta por parcela.

Tabela 1. Nome comum e nome científico das espécies e/ou parentais dos porta-enxertos avaliados

Nome comum	**Parental/espécie**
Limoeiro 'Cravo' comum	*C.* ×*limonia* Osbeck
Citrumelo 'Swingle'	*C.* ×*paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.
Tangerineira 'Sunki' comum	*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka
Citrandarin 'Changsha' x 'English Large' (IAC 1711)	*C. reticulata* Blanco ×*P. trifoliata*
Citrandarin 'Sunki' x 'Benecke' (IAC 1697)	*C. sunki* x *P. trifoliata*
Citrandarin 'Clementina' x trifoliata (IAC 1615)	*C. clementina* hort. ex Tanaka x *P. trifoliata*
Citrandarin 'Cleópatra' x 'Swingle' (IAC 715)	*C. reshni* hort. ex Tanaka x *P. trifoliata*
Citrandarin 'Cleópatra' x 'Swingle' (IAC 1614)	*C. reshni* x *P. trifoliata*
Citrandarin 'Cleópatra' x 'Rubidoux' (IAC 1600)	*C. reshni* x *P. trifoliata*
Citrandarin 'Cleópatra' x 'Christian' (IAC 712)	*C. reshni* x *P. trifoliata*
Citradia 'Smooth Flat Seville' x 'Argentina' (IAC 1708)	*C.* ×*aurantium* L. x *P. trifoliata*
Citrange 'Troyer' tetraploide (IAC 385)	*C.* ×*sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*
Citrange 'Carrizo' tetraploide (IAC 387)	*C.* ×*sinensis* x *P. trifoliata*
Laranjeira 'Rhode Red' + limoeiro 'Volkameriano'	*C.* ×*sinensis* + *C.* ×volkameriana (Risso) V. Ten. & Pasq.
Trifoliateiro comum	*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.
Trifoliateiro 'Flying Dragon'	*P. trifoliata* var.(L.) Raf. var. monstrosa (T. Itô) Swingle

2.2. Caracterização da área experimental e manejo das plantas

O experimento foi instalado em novembro de 2011 no município de Bebedouro, norte do estado de São Paulo, Brasil (20°53’16’’ S latitude, 48°28’11’’ W longitude, 680 m de altitude), e avaliado de 2014 a 2020. O clima predominante da região é do tipo Aw (subtropical de montanha com inverno seco e verão quente e chuvoso), segundo classificação de Köppen (Rolim et al., 2007). O espaçamento de plantio utilizado foi de 6,0 m entre linhas de plantio e 2,5 m entre plantas (833 plantas por hectare), em regime de sequeiro. Os registros climatológicos coletados na localidade durante o período experimental (2011 a 2020) indicam que a precipitação anual média foi de 1.264 mm e as temperaturas médias máximas e mínimas foram de 29,9 °C e 17,1 °C, respectivamente (Figura 1). Os dados foram obtidos diariamente por estação meteorológica automatizada (Campbell Scientific Ltd., modelo CR-10). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura média A moderado hipoférrico (Embrapa, 2006). A adubação média anual foi de 150 g N, 76 g P e 127 g K por planta. O controle do psilídeo e de outras pragas foi baseado nos inseticidas foliares específicos, rotacionando grupos químicos com intervalo de 15 a 20 dias e, ocasionalmente, com intervalo de 30 dias.

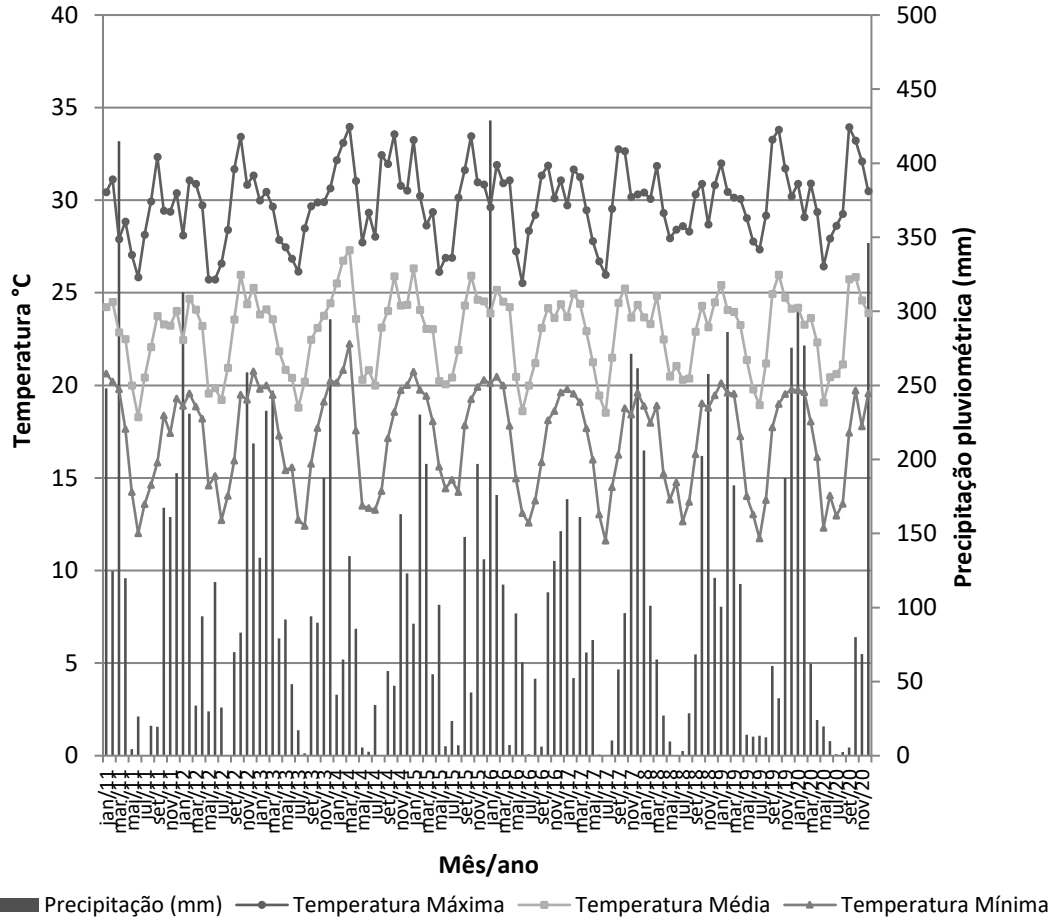


Figura 1. Médias mensais de temperatura do ar (máxima, mínima e média) e precipitação pluviométrica na área experimental obtidas entre janeiro de 2011 e dezembro de 2020. Bebedouro, SP

2.3. Tamanho final da planta

As dimensões da planta foram avaliadas anualmente no período de 2014 a 2020, logo após a colheita da safra principal (setembro a dezembro). Altura (m) e diâmetro médio das copas (m) foram obtidos com régua graduada e, posteriormente, o volume da copa (m^3) foi calculado por meio da equação utilizada por Mendel (1952): $V = 2/3\ \pi\ (d/2)^2\ h$, onde d é o diâmetro médio da copa das plantas (m) e h a altura da planta (m). Neste estudo, apenas as dimensões finais das plantas aos nove anos serão apresentadas.

2.4. Compatibilidade de enxertia

A compatibilidade de enxertia entre a copa e os porta-enxertos foi avaliada aos nove anos de idade do pomar, em 2020. Foram atribuídas as seguintes notas visuais, adaptadas de Müller et al. (1996): 1 – alto grau de compatibilidade, ausência de linha necrótica ou outros sintomas entre copa e porta-enxerto; 2 – médio grau de compatibilidade, presença de linha tênue entre copa e porta-enxerto; 3 – baixo grau de compatibilidade, presença de linha necrótica acentuada, com ou sem presença de resina entre copa e porta-enxerto.

Para a realização da avaliação, foi retirado de cinco plantas ao acaso por porta-enxerto um segmento de casca com 2,5 cm de largura, de 5 cm acima a até 5 cm abaixo da região da enxertia, com o auxílio de canivete. A nota de compatibilidade foi atribuída individualmente a cada planta e apresentada por meio de distribuição percentual de notas. O estado geral da planta foi considerado observando-se outros sinais, como redução de tamanho, amarelecimento das folhas e menor enfolhamento.

2.5. Produção de frutos

A produção individual foi avaliada nas safras de 2014 a 2020 por meio de pesagem, em balança digital, do total de frutos colhidos, chegando-se assim a uma média geral em quilogramas de frutos por planta. As colheitas sempre foram realizadas após os frutos atingirem maturação visual suficiente. A eficiência média produtiva foi calculada no período de 2015 a 2020 pela razão entre a produção média de frutos e o volume de copa (kgm^{-3} de copa) de cinco plantas ao acaso por cada tratamento.

2.6. Qualidade dos frutos

As avaliações de qualidade dos frutos foram realizadas anualmente de 2016 a 2020 entre os meses de agosto e novembro. Foram selecionadas cinco plantas ao acaso por cada tratamento, e de cada planta foram coletados seis frutos. A amostragem foi baseada nas características visuais de tamanho e cor dos frutos,

coletados na altura mediana dos quatro quadrantes da copa. A massa foi avaliada pelo peso dos frutos, medido em balança digital (Filizola, MF-6) e expresso em kg, e pela medição de seu diâmetro e altura, feita com o auxílio de uma régua tipo calha. Em seguida, o suco dos frutos foi extraído mecanicamente por extratora de ponto de venda similar à industrial (OIC, OTTO 1800, Limeira, Brasil) e sua massa foi determinada em balança digital para cálculo do rendimento de suco (RS), obtido pela razão entre a massa do suco e a massa do fruto e expressa em porcentagem (%). O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado por leitura direta em refratômetro digital (Milwaukee Instruments, MA871, Rocky Mount, EUA). A acidez total titulável (AT) foi obtida por titulação com hidróxido de sódio 0,3125 N, e os valores foram expressos em porcentagem de ácido cítrico. O índice de maturação (*ratio*) foi determinado pela relação entre SST e acidez, e o índice tecnológico (IT) foi calculado de acordo com Di Giorgi et al. (1990): IT = RS.SST.40,8 kg (caixa padrão industrial) / 10000.

2.7. Tolerância à deficiência hídrica

Nos anos de 2014 a 2020, a tolerância à deficiência hídrica foi avaliada no mês de maior deficiência hídrica (entre agosto e setembro de cada ano) em todas as plantas do experimento, atribuindo-se notas visuais descritivas (Stuchi et al., 2000; Figueiredo et al., 2002; Cantuarias-Avilés et al., 2011): 1 – menor tolerância à deficiência hídrica, com enrolamento acentuado e generalizado do limbo foliar; 2 – tolerância intermediária à deficiência hídrica, com leve murchamento do limbo foliar; 3 – maior tolerância à deficiência hídrica, com ausência de enrolamento do limbo foliar).

O déficit hídrico (mm), por sua vez, foi calculado anualmente de janeiro até a data da avaliação de cada ano conforme Thornthwaite e Mather (1955), com base na capacidade de água disponível de 100 mm.

2.8. Incidência acumulada e severidade de HLB

As plantas foram inspecionadas mensalmente para diagnóstico de sintomas visuais de HLB com o intuito de determinar a incidência acumulada da doença em cada porta-enxerto, medida com base no número acumulado de árvores sintomáticas em relação ao número total de plantas iniciais. As avaliações foram realizadas por Rodrigues et al. (2020) entre novembro de 2011 e maio de 2019, tendo sido mantidas para este estudo até a erradicação da área, que ocorreu em dezembro de 2020 devido aos efeitos de severa seca. Foram empregados dois inspetores continuamente treinados e capacitados para a identificação de plantas com sintomas de HLB; ainda assim, é preciso ressaltar que o diagnóstico é limitado, pois mesmo sem manifestar sintomas visuais algumas plantas podem ter sido infectadas e não consideradas na avaliação.

A severidade da infecção do HLB foi avaliada em junho de 2020, quatro meses antes da colheita, em plantas remanescentes do experimento. Cinco plantas assintomáticas foram avaliadas como controle de plantas saudáveis. O número de plantas sintomáticas observadas para cada porta-enxerto foi variável, de 3 a 6, em virtude de sua erradicação ao longo da pesquisa e das diferentes incidências. A copa de cada planta foi dividida em quatro quadrantes nas duas faces paralelas à linha de plantio e foram atribuídas notas em escala de 0, 1, 2, 3, 4 e 5, que correspondiam a 0, 20, 40, 60, 80 e 100%, respectivamente, da área de cada quadrante com sintomas visuais de HLB. A partir desses valores se calculou a severidade, conforme Bassanezi et al. (2011).

Para cada árvore sintomática avaliada, foram colhidos, contados e pesados os frutos com e sem sintomas, separadamente, nos porta-enxertos comerciais de referência (limoeiro ‘Cravo’, citrumelo ‘Swingle’, tangerineira ‘Sunki’, trifoliateiros ‘Flying Dragon’ e comum) e nos citrandarins ‘IAC 1600’, ‘IAC 1711’ e ‘IAC 1697’. Frutos pequenos, disformes e com maturação irregular, iniciada pela extremidade peduncular, foram considerados sintomáticos, conforme McClean e Schwarz (1970). Não houve queda expressiva de frutos no ano avaliado; ainda assim, eles também foram pesados e considerados na avaliação. Para cada porta-enxerto avaliado foram calculadas a proporção entre a produção total de frutos das árvores assintomáticas e

sintomáticas e a proporção entre frutos sintomáticos e assintomáticos nas plantas sintomáticas.

2.9. Forma de análise dos frutos

Em 2020, foram coletados 20 frutos de plantas com sintomas de HLB, posteriormente divididos entre assintomáticos e sintomáticos, conforme descrito anteriormente, e 10 frutos de plantas sem sintomas, estabelecendo-se, assim, três categorias de frutos para a avaliação do impacto do HLB em sua qualidade. Os mesmos porta-enxertos avaliados na aferição da severidade de HLB foram estudados. Os frutos foram colhidos na altura mediana das plantas, nos quatro quadrantes da copa, e foram avaliados em termos de massa, rendimento de suco, teor de sólidos solúveis totais, acidez total e índice de maturação, conforme metodologia descrita anteriormente. Neste caso, o delineamento experimental foi um fatorial 8 x 3 (porta-enxertos x categoria de HLB).

2.10. Análises estatísticas

As variáveis de produção, tamanho da planta e qualidade dos frutos, como massa, diâmetro, altura, acidez total titulável e rendimento de suco, foram analisadas por meio do teste de Fisher, com as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). As variáveis produção dos frutos e tolerância ao déficit hídrico foram avaliadas considerando as parcelas perdidas em alguns tratamentos ao longo dos anos, e seus dados originais foram transformados ($\hat{y} = y^{0,5}$) pelo método Box-Cox para seguir uma distribuição normal (Osborne, 2010). Os valores médios de produção de frutos por plantas assintomáticas e sintomáticas foram comparados pelo teste t ($P < 0,05$). As médias foram analisadas com o auxílio do programa estatístico AgroEstat – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos (Barbosa e Maldonado Junior, 2015). As notas de compatibilidade de enxertia e tolerância à deficiência hídrica foram submetidas ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, no programa R (R Development Core Team, 2015), e posteriormente as médias foram

agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Todos os dados foram verificados quanto à homogeneidade (Levene, 1960) e à normalidade (Shapiro e Wilk, 1965).

3. RESULTADOS

3.1. Tamanho final da planta

Os porta-enxertos variaram quanto a altura, diâmetro e volume de copa induzidos no ano de 2020 (Tabela 2). As plantas enxertadas em citrumelo ‘Swingle’, tangerineira ‘Sunki’ e citrandarin ‘IAC 1711’ atingiram maior altura. Em relação ao diâmetro de copa, formaram-se dois grupos distintos: os maiores foram observados nas plantas enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, citrumelo ‘Swingle’, tangerineira ‘Sunki’, citrandarins ‘IAC 1697’, ‘IAC 1711’ e ‘IAC 712’ e citrange ‘IAC 881’; por outro lado, as plantas em citrandarins ‘IAC 1614’, ‘IAC 1600’, laranjeira ‘Rhode Red’ + limoeiro ‘Volkameriano’ e trifoliateiros comum e ‘Flying Dragon’ atingiram menores alturas e também menor volume de copa. O volume de copa das plantas enxertadas em trifoliateiro ‘Flying Dragon’ foi aproximadamente 60% inferior ao das plantas de maiores alturas em citrumelo ‘Swingle’.

Tabela 2. Altura, diâmetro e volume médio da copa de laranjeira ‘Valência’ enxertada em 16 porta-enxertos após nove anos de plantio em sequeiro. Bebedouro, SP, 2020

Porta-enxerto	Altura (m)		Diâmetro médio (m)		Volume da copa (m³)	
Limoeiro ‘Cravo’	2,59 ± 0,08	b	2,52 ± 0,18	a	8,76 ± 1,30	b
Citrumelo ‘Swingle’	2,79 ± 0,17	a	2,69 ± 0,16	a	10,54 ± 0,92	b
Tangerina ‘Sunki’	2,98 ± 0,19	a	2,88 ± 0,15	a	13,14 ± 1,85	a
Citrandarin ‘IAC 1711’	2,72 ± 0,12	a	2,65 ± 0,24	a	10,42 ± 2,07	b
Citrandarin ‘IAC 1697’	2,44 ± 0,07	b	2,45 ± 0,14	a	7,84 ± 1,08	c
Citrandarin ‘IAC 1615’	2,40 ± 0,12	b	2,26 ± 0,13	b	6,38 ± 0,56	c
Citrandarin ‘IAC 715’	2,57 ± 0,03	b	2,39 ± 0,09	b	7,68 ± 0,52	c
Citrandarin ‘IAC 1614’	2,00 ± 0,11	c	2,19 ± 0,10	b	5,06 ± 0,57	c
Citrandarin ‘IAC 1600’	2,29 ± 0,05	c	2,30 ± 0,05	b	6,36 ± 0,39	c
Citrandarin ‘IAC 712’	2,34 ± 0,08	c	2,52 ± 0,07	a	7,84 ± 0,60	c
Citradia ‘IAC 1708’	2,21 ±0,14	c	2,33 ± 0,15	b	6,47 ± 0,92	c
Citrange ‘IAC 385’	2,47 ± 0,11	b	2,58 ± 0,11	a	8,63 ± 0,81	b
Citrange ‘IAC 387’	2,46 ± 0,13	b	2,37 ± 0,12	b	7,30 ± 1,00	c
RR + VK	2,10 ± 0,29	c	2,10 ± 0,10	b	5,04 ± 1,03	c
Trifoliateiro	2,23 ± 0,12	c	2,25 ± 0,11	b	5,99 ± 0,70	c
Trifoliateiro ‘Flying Dragon’	1,86 ± 0,06	c	1,99 ± 0,15	b	3,94 ± 0,55	c
p-valor	< 0,01		< 0,01		< 0,01	
Erro padrão	0,0436		0,1591		0,1591	
CV (%)	12,30		12,59		30,48	

Médias seguidas de letras iguais na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (P < 0,05).
RR + VK: Laranja ‘Rhode Red’ + limoeiro ‘Volkameriano’.

3.2. Compatibilidade de enxertia

As plantas enxertadas em tangerineira ‘Sunki’ apresentaram maior frequência de nota visual 2 de compatibilidade, com nota média de 1,60, diferindo dos demais porta-enxertos (Tabela 3). O citrumelo ‘Swingle’ e os citrandarins ‘IAC 1711’, ‘IAC 715’ e ‘IAC 1614’ resultaram em 20% das plantas de compatibilidade média (nota visual 2), e os demais porta-enxertos apresentaram 100% de compatibilidade (nota visual 1) com a copa de laranjeira ‘Valência’. No entanto, nenhuma planta avaliada no experimento apresentou sinais típicos ou intensos de incompatibilidade de enxertia.

Tabela 3. Distribuição de plantas e nota média de compatibilidade de enxertia na união entre laranjeira 'Valência' e 16 porta-enxertos após nove anos de plantio em sequeiro. Bebedouro, SP, 2020

Porta-enxerto	Distribuição de plantas por notas de compatibilidade de enxertia (%)[1]			Nota média[2]
	1	2	3	
Limoeiro 'Cravo'	100	0	0	1,0 b
Citrumelo 'Swingle'	80	20	0	1,2 b
Tangerina 'Sunki'	40	60	0	1,6 a
Citrandarin 'IAC 1711'	80	20	0	1,2 b
Citrandarin 'IAC 1697'	100	0	0	1,0 b
Citrandarin 'IAC 1615'	100	0	0	1,0 b
Citrandarin 'IAC 715'	80	20	0	1,2 b
Citrandarin 'IAC 1614'	80	20	0	1,2 b
Citrandarin 'IAC 1600'	100	0	0	1,0 b
Citrandarin 'IAC 712'	100	0	0	1,0 b
Citradia 'IAC 1708'	100	0	0	1,0 b
Citrange 'IAC 385'	100	0	0	1,0 b
Citrange 'IAC 387'	100	0	0	1,0 b
RR + VK	100	0	0	1,0 b
Trifoliateiro	100	0	0	1,0 b
Trifoliateiro 'Flying Dragon'	100	0	0	1,0 b
p-valor[3]				0,05
CV (%)				24,11

[1] Nota visual de compatibilidade: 1 – alto grau de compatibilidade, ausência de linha necrótica e outros sintomas entre copa e porta-enxerto; nota 2 – médio grau de compatibilidade, presença de linha tênue entre copa e porta-enxerto; nota 3 – baixo grau de compatibilidade, presença acentuada de linha necrótica, com ou sem presença de resina entre copa e porta-enxerto.

[2] Médias seguidas de letras iguais na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

[3] Dados analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal Wallis, indicado pelo valor de P.

RR + VK: Laranja 'Rhode Red' + limoeiro 'Volkameriano'.

3.3. Produção de frutos

A produção média de laranjeira 'Valência' de 2014 a 2020 foi maior em citrumelo 'Swingle', com 52,9 kg planta^{-1} (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Os porta-enxertos limoeiro 'Cravo', tangerineira 'Sunki' e citrandarins 'IAC 1711' e 'IAC 1697' formaram um segundo grupo, induzindo uma produção de 33,8 a 42,2 kg planta^{-1}. Os demais porta-enxertos apresentaram produções médias inferiores, sendo o trifoliateiro 'Flying Dragon' o menos produtivo em relação aos demais (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

As maiores eficiências produtivas de laranjeira ‘Valência’ confirmaram desempenho superior do limoeiro ‘Cravo’ e do citrumelo ‘Swingle’. Os citrandarins ‘IAC 1711’ e ‘IAC 1615’ e a citradia ‘IAC 1708’ apresentaram eficiência intermediária (4,28 a 4,79 kg m^{-3}). Os demais porta-enxertos apresentaram menores valores de eficiência produtiva (Figura 2).

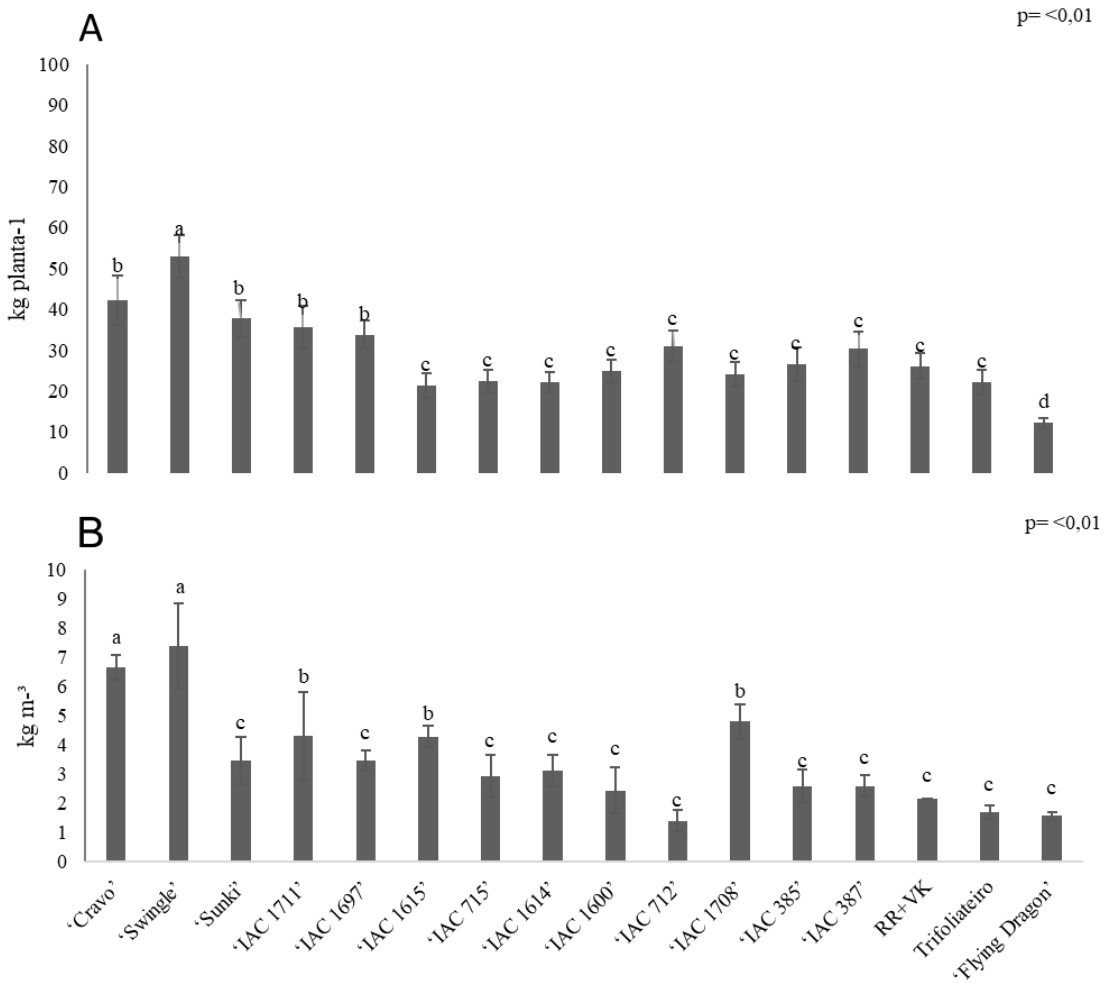


Figura 2. Produção média de frutos e eficiência produtiva de laranjeira ‘Valência’ enxertada em 16 porta-enxertos em sequeiro em termos médios do período de 2016 a 2020 (três a nove anos após o plantio). Bebedouro, SP

3.4. Qualidade dos frutos

As características médias de qualidade dos frutos, como massa, diâmetro, altura, acidez total titulável e rendimento de suco, apresentaram diferenças significativas em função dos diferentes porta-enxertos no período de 2016 a 2020

(Tabela 4). Frutos com maiores massa, diâmetro e comprimento foram observados nas plantas enxertadas em citrumelo ‘Swingle’, citrandarins ‘IAC 1711’, ‘IAC 1615’ e ‘IAC 715’ e trifoliateiros comum e ‘Flying Dragon’. Massas significativas de fruto também foram encontradas na tangerineira ‘Sunki’ e no citradia ‘IAC 1708’. Os demais porta-enxertos proporcionaram massas inferiores a 187g e diâmetro do fruto inferior a 7,2 cm.

Os valores médios de sólidos solúveis encontrados foram superiores a 11,70 °Bx em 70% dos porta-enxertos avaliados, incluindo todos os citrandarins. Limoeiro ‘Cravo’, citrumelo ‘Swingle’, tangerineira ‘Sunki’, citradia ‘IAC 1708’ e laranjeira ‘Rhode Red’ + limoeiro ‘Volkameriano’ proporcionaram sólidos solúveis inferiores. A acidez total titulável variou significativamente entre os porta-enxertos, com valores em torno de 0,80% para citrumelo ‘Swingle’, tangerineira ‘Sunki’, citrandarins ‘IAC 1711’ e ‘IAC 712’, citranges ‘IAC 385’ e ‘IAC 387’, laranjeira ‘Rhode Red’ + limoeiro ‘Volkameriano’ e trifoliateiros comum e ‘Flying Dragon’. Os demais porta-enxertos induziram valores de acidez inferiores. Consequentemente, os maiores valores de *ratio* foram observados nos frutos das plantas enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, citrandarins ‘IAC 1697’, ‘IAC 1615’, ‘IAC 715’, ‘IAC 1614’, ‘IAC 1600’ e ‘IAC 712’, citradia ‘IAC 1708’ e citranges ‘IAC 385’ e ‘IAC 387’, com valores superiores a 16 (Tabela 4).

O rendimento do suco variou de 48,09% até 39,60%. Os maiores rendimentos foram obtidos em 44% dos porta-enxertos, entre os quais limoeiro ‘Cravo’, tangerineira ‘Sunki’, citrandarins ‘IAC 1697’, ‘IAC 1600’ e ‘IAC 712’ e citranges ‘IAC 385’ e ‘IAC 387’. Os demais porta-enxertos apresentaram rendimentos intermediários, sendo os trifoliateiros e ‘Flying Dragon’ aqueles com as menores médias. Frutos de plantas enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, citrandarins ‘IAC 1697’, ‘IAC 1615’, ‘IAC 1614’, ‘IAC 1600’ e ‘IAC 712’ e citranges ‘IAC 385’ e ‘IAC 387’ apresentaram valores de índice tecnológico superiores aos dos demais porta-enxertos: em média, entre 2,17 e 2,32 kg SST caixa^{-1} no período de avaliação (Tabela 4).

Tabela 4. Massa, diâmetro e comprimento do fruto, concentração de sólidos solúveis (SST), acidez total titulável (AT), rendimento do suco (RS), índice de maturação (SST/AT) e índice tecnológico (IT) dos frutos de laranjeira 'Valência' enxertada em 16 porta-enxertos em sequeiro, em termos médios do período de 2016 a 2020. Colheitas realizadas em agosto/novembro de cada ano. Bebedouro, SP

Porta-enxerto	Massa do fruto (g)	Diâmetro do fruto (cm)	Comprimento do fruto (cm)	SST (°Bx)	AT (%)	RS (%)	SST/AT	IT (kg.SST.cx^{-1})
Limoeiro 'Cravo'	179 b	6,84 c	6,98 b	11,4 b	0,77 b	48,1 a	16,3 a	2,2 a
Citrumelo 'Swingle'	216 a	7,38 a	7,45 a	11,1 b	0,81 a	44,6 b	14,5 b	2,0 b
Tangerineira 'Sunki'	191 a	7,04 b	7,11 b	11,4 b	0,82 a	45,8 a	15,3 b	2,1 b
Citrandarin 'IAC 1711'	205 a	7,22 a	7,33 a	11,8 a	0,81 a	42,5 b	15,6 b	2,0 b
Citrandarin 'IAC 1697'	187 b	6,99 c	7,22 a	12,0 a	0,77 b	47,3 a	17,1 a	2,3 a
Citrandarin 'IAC 1615'	200 a	7,20 a	7,36 a	12,3 a	0,73 b	44,8 b	17,9 a	2,2 a
Citrandarin 'IAC 715'	205 a	7,21 a	7,41 a	11,8 a	0,77 b	44,0 b	16,9 a	2,1 b
Citrandarin 'IAC 1614'	168 b	6,73 c	6,90 b	12,4 a	0,76 b	44,6 b	17,8 a	2,2 a
Citrandarin 'IAC 1600'	165 b	6,68 c	6,82 b	12,1 a	0,73 b	46,5 a	18,0 a	2,3 a
Citrandarin 'IAC 712'	177 b	6,93 c	7,04 b	12,2 a	0,80 a	47,3 a	16,6 a	2,3 a
Citradia 'IAC 1708'	200 a	7,08 b	7,31 a	11,5 b	0,73 b	44,0 b	16,7 a	2,0 b
Citrange 'IAC 385'	175 b	6,87 c	7,01 b	12,1 a	0,84 a	47,0 a	16,2 a	2,3 a
Citrange 'IAC 387'	179 b	6,89 c	7,00 b	12,2 a	0,79 a	47,2 a	16,9 a	2,3 a
RR + VK	172 b	6,78 c	6,88 b	11,4 b	0,81 a	43,6 b	15,3 b	2,0 b
Trifoliateiro	207 a	7,24 a	7,38 a	11,8 a	0,86 a	39,6 c	14,9 b	1,9 b
Trifoliateiro 'Flying Dragon'	206 a	7,26 a	7,34 a	11,9 a	0,85 a	41,3 c	15,1 b	2,0 b
p-valor	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0114	< 0,01	< 0,01	< 0,01
CV (%)	16,12	6,47	6,24	6,72	18,19	11,46	20,69	13,59

Médias seguidas de letras iguais na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (P < 0,05).

RR + VK: Laranja 'Rhode Red' + limoeiro 'Volkameriano'.

3.5. Tolerância à deficiência hídrica

O estresse hídrico variou ao longo dos anos devido às diferenças de déficit hídrico natural, precipitação e temperatura do ar nos 60 dias anteriores à avaliação (Figura 3). Foram observadas diferenças significativas na tolerância à deficiência hídrica entre os 16 porta-enxertos na média do período 2014 a 2020, e é importante registrar que em 2020 houve redução da nota média de tolerância à deficiência hídrica de todos os porta-enxertos, em comparação com os demais anos, devido a uma seca extremamente severa associada a altas temperaturas. As plantas enxertadas em limoeiro 'Cravo' manifestaram as maiores notas médias de tolerância ao déficit hídrico; tangerineira 'Sunki', citrumelo 'Swingle', citrandarin 'IAC 1697' e citrange 'IAC 385' formaram o grupo com a maior tolerância à seca depois do limoeiro 'Cravo'. Estes porta-enxertos se destacaram também por induzirem as maiores tolerâncias na maioria dos anos. Já o trifoliateiro 'Flying Dragon' apresentou a menor tolerância à deficiência hídrica, seguido do trifoliateiro comum (Figura 3).

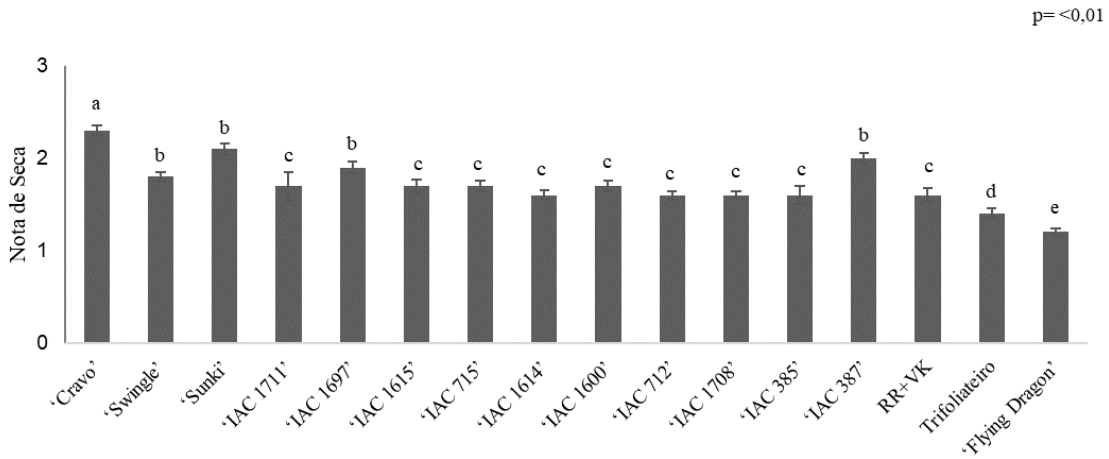


Figura 3. Nota visual de tolerância ao déficit hídrico de laranjeira 'Valência' enxertada em 16 porta-enxertos em sequeiro em termos médios do período do período de 2014 a 2020. Bebedouro, SP

* Nota 1 – menor tolerância à deficiência hídrica; nota 2 – tolerância intermediária à deficiência hídrica; nota 3 – maior tolerância à deficiência hídrica.

Dados analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal Wallis, indicado pelo valor de P.

Médias seguidas de letras iguais na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (P < 0,05).

RR + VK: Laranja 'Rhode Red' + limoeiro 'Volkameriano'.

3.6. Incidência acumulada e severidade de HLB

O porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ resultou em aproximadamente metade das plantas com sintomas visuais de HLB (48,4%), um pouco abaixo da citradia ‘IAC 1708’ e do citrange ‘IAC 387’, com 51,72 e 60%, respectivamente. O trifoliateiro ‘Flying Dragon’ apresentou a menor incidência acumulada (20,69%), seguido de citrumelo ‘Swingle’ (23,33%) e citrandarin ‘IAC 1697’ (26,67%). Os demais porta-enxertos apresentaram médias próximas a 40% (Tabela 5).

A severidade média de HLB foi maior nas plantas em citrandarin ‘IAC 1614’, seguido das plantas em citradia ‘IAC 1708’, citrange ‘IAC 385’, citrandarin ‘IAC 1697’ e citrumelo ‘Swingle’, embora todos os porta-enxertos estudados tenham sido afetados pela doença. Entretanto, a avaliação de severidade é limitada, pois há ausência do período de incubação da doença no campo.

A maior redução na produção das plantas sintomáticas se deu com os porta-enxertos citrumelo ‘Swingle’ (53,73%) e trifoliateiro comum (44,70%), que mostraram severidade visual alta e semelhante. Os demais porta-enxertos não diferiram na produção total de frutos entre plantas assintomáticas e sintomáticas, apesar da severidade variável dos sintomas nas plantas (Tabela 5).

Em plantas com HLB, a massa dos frutos assintomáticos, em relação à dos sintomáticos, foi maior no trifoliateiro ‘Flying Dragon’, com 80%, seguido do citrumelo ‘Swingle’, com 73%, e dos citrandarins ‘IAC 1615’, ‘IAC 1711’, ‘IAC 715’ e ‘IAC 712’, com 68%, Tangerineira ‘Sunki’, com 67%, RR + VK, com 65%, e limoeiro ‘Cravo’, com 59%, em média. Os demais porta-enxertos não apresentaram diferenças significativas na proporção entre frutos sintomáticos e assintomáticos na mesma planta (Tabela 5).

Tabela 5. Incidência acumulada (IA), severidade média, produção média por planta assintomática e sintomática, massa de frutos assintomáticos e sintomáticos em plantas sintomáticas e proporção do número de frutos assintomáticos e sintomáticos de Huanglongbing em estudo de laranjeira 'Valência' enxertada em 16 porta-enxertos após nove anos de plantio em sequeiro. Bebedouro, SP, 2020

Porta-enxerto	IA (%)	Severidade[1]	Produção (kg planta^{-1})		Produção em plantas sintomáticas (kg planta^{-1})	
			Assintomáticas	Sintomáticas	Frutos Assintomáticos	Frutos Sintomáticos
Limoeiro 'Cravo'	48,4	1,8 ± 0,34	56,0 a	49,1 a	29,1 (266)[2] a	20,0 (200) b
Citrumelo 'Swingle'	23,3	2,4 ± 0,50	71,1 a	32,9 b	24,1(162) a	8,8 (82) b
Tangerineira 'Sunki'	41,9	1,7 ± 0,45	35,1 a	26,5 a	17,8 (133) a	8,7 (84) b
Citrandarin 'IAC 1711'	41,4	0,70 ± 0,07	31,9 a	35,3 a	23,0 (173) a	12,4 (122) b
Citrandarin 'IAC 1697'	26,7	2,4 ± 0,79	19,4 a	20,9 a	10,0 (91) a	10,8 (163) a
Citrandarin 'IAC 1615'	46,7	1,5 ± 0,36	24,7 a	22,1 a	14,6 a	7,5 b
Citrandarin 'IAC 715'	38,7	1,4 ± 0,56	23,4 a	22,7 a	15,5 a	7,1 b
Citrandarin 'IAC 1614'	40,0	2,8 ± 0,55	12,3 a	14,5 a	9,2 a	5,3 a
Citrandarin 'IAC 1600'	41,9	0,70 ± 0,21	13,8 a	15 a	7,2 (67) a	7,7 (88) a
Citrandarin 'IAC 712'	43,3	1,6 ± 0,61	12,8 a	15,3 a	10,7 a	4,5 b
Citradia 'IAC 1708'	51,7	2,6 ± 0,10	14,5 a	14,2 a	7,4 a	6,7 a
Citrange 'IAC 385'	60,0	2,6 ± 0,55	23,5 a	18,6 a	11,4 a	7,2 a
Citrange 'IAC 387'	43,3	1,1 ± 0,39	17,9 a	22,2 a	9,5 a	12,7 a
RR + VK	35,5	1,8 ± 0,19	23,5 a	22,1 a	14,3 a	7,8 b
Trifoliateiro	36,7	1,8 ± 0,51	17,0 a	9,4 b	5,7 (39) a	3,6 (39) a
Trifoliateiro 'Flying Dragon'	20,7	0,5 ± 0,03	8,0 a	7,8 a	6,2 (62) a	1,6 (17) b
p-valor			< 0,01		< 0,01	
CV (%)			18,94		22,83	

[1] Severidade: escala de notas média atribuídas para a intensidade de sintomas em escala de 0, 1, 2, 3, 4 e 5, corresponde a 0, 20, 40, 60, 80 e 100%.

[2] Número de frutos avaliados.

* Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste t (P < 0,05).

RR + VK: Laranja 'Rhode Red' + limoeiro 'Volkameriano'.

3.7. Análise dos frutos

Frutos de laranjeira 'Valência' com HLB apresentaram variações de dimensão em alguns porta-enxertos: frutos afetados de plantas com sintomas exibiram valores inferiores a frutos normais de plantas com sintomas e frutos de plantas sem sintomas (Figura 4). Nesses porta-enxertos, a doença causou redução da massa média de frutos sintomáticos em 36,5%, do diâmetro do fruto em 14% e do comprimento do fruto

em 17,5%, em relação a frutos de plantas assintomáticas. O rendimento e a concentração de sólidos solúveis dos frutos não diferiram entre as diferentes condições deles nos porta-enxertos, possivelmente devido aos efeitos severos da seca sobre todos os tratamentos. A acidez dos frutos sintomáticos foi em média 34% maior, e a redução do *ratio* ficou em 34% nas plantas enxertadas na tangerineira 'Sunki' e no citrandarin 'IAC 1697' (Figura 5). O índice tecnológico diferiu apenas no citrandarin 'IAC 1697', com redução de 20% entre os frutos sintomáticos e frutos de plantas assintomáticas. Os demais porta-enxertos não apresentaram diferenças significativas nas variáveis de qualidade de frutos estudadas em plantas doentes.

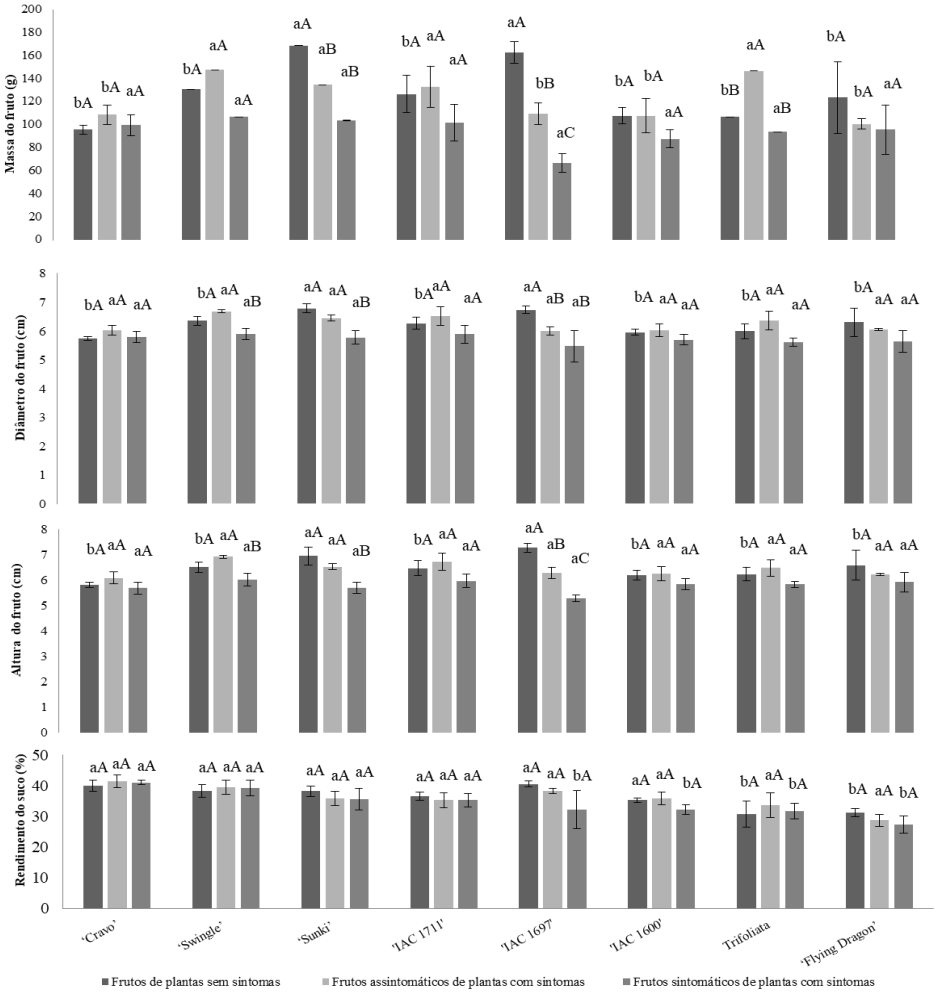


Figura 4. Comparação das variáveis massa do fruto (A), diâmetro do fruto (B), altura do fruto (C) e rendimento do suco (D) entre frutos sadios de plantas assintomáticas e frutos assintomáticos e sintomáticos de plantas sintomáticas de Huanglongbing em estudo de laranjeira 'Valência' enxertada em 16 porta-enxertos em cultivo de sequeiro. Bebedouro, SP, 2020

Médias seguidas de letras iguais na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

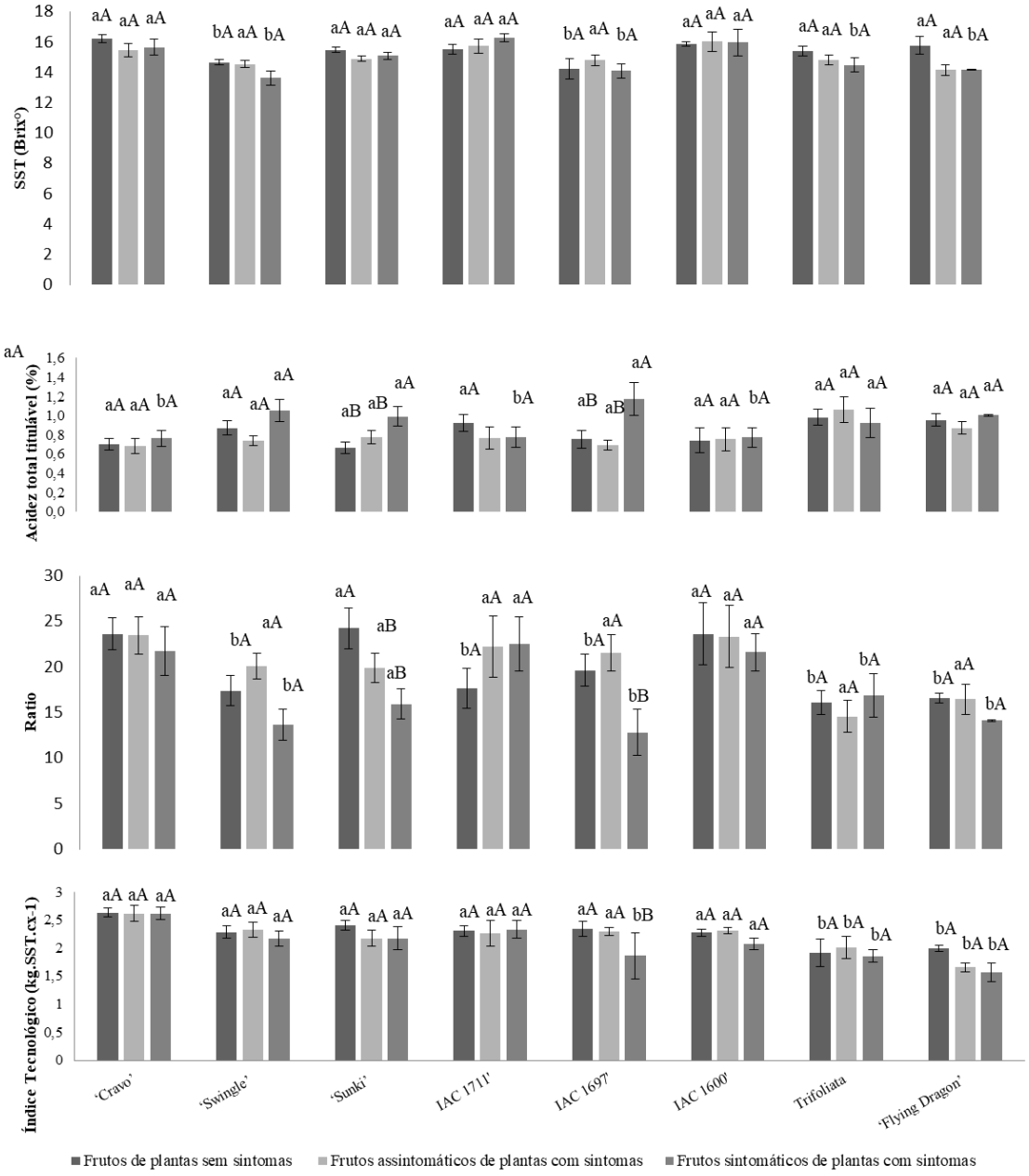


Figura 5. Comparação de variáveis de qualidade interna – sólidos solúveis totais (A), acidez total titulável (B), *ratio* (C) e índice tecnológico (D) – entre frutos de plantas sem sintomas e frutos assintomáticos e sintomáticos de plantas com sintomas de Huanglongbing em estudo de laranjeira 'Valência' enxertada em 16 porta-enxertos em cultivo de sequeiro. Bebedouro, SP, 2020

Médias seguidas de letras iguais na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (P < 0,05).

4. DISCUSSÃO

Neste trabalho, foram relatadas a produção e a qualidade de frutos de laranjeira-doce enxertada em diferentes porta-enxertos sob presença endêmica do HLB. Anteriormente, diferentes cultivares copas já haviam sido avaliadas em termos de produção e qualidade de frutos com HLB, mas usando um único porta-enxerto (Bassanezi et al., 2009), e também de tamanho de copa, eficiência produtiva e de colheita, qualidade do fruto, título bacteriano e incidência da doença (Boava et al., 2014; Rodrigues et al., 2020; Girardi et al., 2021b). Tanto nessas pesquisas quanto no presente trabalho, os porta-enxertos avaliados influenciaram diversas características da copa de laranjeira 'Valência'.

Como a literatura mostra, as dimensões da planta, como altura, tamanho e volume da copa, são fatores determinantes para o espaçamento mais adequado de cada combinação copa e porta-enxerto (Blumer e Pompeu Junior, 2005). Nas análises feitas, as plantas enxertadas no trifoliateiro 'Flying Dragon' mostraram características ananicantes, com menores valores de altura, diâmetro e volume de copa (Tabela 2). Esse potencial ananicante do 'Flying Dragon' já havia sido observado em trabalhos anteriores, que indicam maior possibilidade de adensamento de plantio (Mademba-Sy et al., 2012; Rodrigues et al., 2020; Costa et al., 2021). Em função das dimensões da copa verificadas em 2020, de acordo com De Negri et al. (2005), poderia ser simulado um adensamento de plantio de 4,5 m x 1,5 m (1.481 árvores ha^{-1}), o que aumentaria em 2,2 vezes a produtividade das plantas no trifoliateiro 'Flying Dragon'. Porém, mesmo com essa redução de espaçamento, o cultivo não seria vantajoso em comparação aos realizados em citrumelo 'Swingle' e limoeiro 'Cravo', que produziram 2 e 1,5 vezes a mais, respectivamente. Em local com maior disponibilidade hídrica, essa produção poderia ser maior, pois em sequeiro seu desempenho é limitado (Stuchi et al., 2003). Os citrandarins 'IAC 1600' e 'IAC 1614' também induziram menor porte à copa, como já relatado por Pompeu Junior e Blumer (2009).

Os custos de manejo, como controle fitossanitário, colheita e longevidade do pomar, são variáveis importantes, e também podem estar diretamente ligadas à densidade de plantio. Girardi et al. (2021b) observaram que a eficiência do uso da

terra pode ser melhorada com o plantio de porta-enxertos vigorosos em densidades de plantas moderadas a altas, e que o uso de porta-enxertos semiananicantes e ananicantes altamente produtivos é essencial para a rentabilidade em pomares de alta densidade de plantas.

Os trifoliatas e os seus híbridos podem expressar incompatibilidade em algumas laranjas-doces (Pompeu Junior, 2005; Pompeu Junior e Blumer, 2014). Em estudos anteriores, a laranjeira 'Valência' já mostrou incompatibilidade quando enxertada no limão rugoso (*C. jambhiri* Lushington) e limoeiro 'Cravo' x citrange 'Carrizo' [*C. limonia* x (*C. sinensis* x *P. trifoliata*)] (Bridges e Youtsey, 1968; Pompeu Junior e Blumer, 2009). No entanto, todos os porta-enxertos estudados se mostraram compatíveis até nove anos de idade (Tabela 3), de modo similar ao relatado para a laranjeira 'Valência' enxertada em 'IAC 1697' e para outros híbridos de trifoliata e limoeiro 'Cravo' EEL no estado de São Paulo (Pompeu Junior e Blumer, 2011). Embora 60% das plantas em tangerina 'Sunki' tenham apresentado linha tênue na região da enxertia, Pompeu Junior (2005) afirma que não há relato de incompatibilidade grave para este porta-enxerto.

Entre os porta-enxertos estudados, o melhor desempenho de produção média da laranjeira 'Valência', de 61 kg, foi induzido pelo citrumelo 'Swingle', utilizado em larga escala na Flórida e na citricultura brasileira em substituição ao limoeiro 'Cravo' (Pompeu Junior, 2005; Girardi et al., 2017). Um segundo grupo de bom desempenho, com produção média de 37,35 kg, foi formado pelos porta-enxertos limoeiro 'Cravo', tangerina 'Sunki' e citrandarins 'IAC 1711' e 'IAC 1697' (Figura 2).

O limoeiro 'Cravo', além de conferir elevada produção de frutos à laranjeira 'Valência', confirmou sua precocidade, tendo sido o porta-enxerto mais produtivo em 2014. Girardi et al. (2017) observaram produção das laranjeiras-doces 'Valência' semelhante à deste trabalho quando enxertadas em 'Sunki', porém menor quando enxertadas em citrumelo 'Swingle': os pesquisadores relataram uma produção média de 30,4 kg, que é metade do valor encontrado na presente pesquisa (52,9 kg/planta) em quatro safras. Os citrandarins 'IAC 1711' e 'IAC 1697' foram, em média, os mais produtivos no conjunto das nove colheitas; em estudos anteriores, esses porta-enxertos já haviam conferido produções elevadas em comparação com outros porta-enxertos no estado de São Paulo (Pompeu Junior et al., 2002).

O citrandarin ‘IAC 1697’ também já se destacou quanto à produção de frutos como porta-enxerto na Flórida, onde é denominado ‘US-812’ (Wutscher e Bowman, 1999; Bowman e Rouse, 2006), antes da entrada do HLB no país. Castle et al. (2015), em estudo sobre as características de 45 porta-enxertos comercialmente usados ou que estão disponíveis na Flórida, identificaram que ‘US-812’ [IAC 1697] fornece vigor moderado, com alta produção de frutos por planta, e desempenho intermediário na presença do HLB. Bowman et al. (2016a) indicam ainda que esse porta-enxerto pode ser utilizado em plantios de alta densidade para otimizar a produção por unidade de área ou em locais com a doença controlada. Já o citrandarin ‘IAC 1711’, denominado ‘US-852’ na Flórida, quando usado como porta-enxerto de laranjeira ‘Hamlin’ foi superior em produção total de frutos em comparação a outros híbridos de trifoliata como citrumelo ‘Swingle’, limão rugoso ‘Vangasay’ e ‘Smooth Flat Seville’ (*C. aurantium* L.) (Wutscher e Hill, 1995). Os resultados obtidos no presente estudo corroboram o bom desempenho já registrado desses citrandarins (Pompeu Junior e Blumer, 2014).

A eficiência produtiva observada em 2020, ano de déficit hídrico elevado, foi baixa em porta-enxertos de menor porte, não correspondendo ao relato em literatura, que indica boa eficiência de produção em sequeiro (Blumer e Pompeu Junior, 2005; Cantuarias-Avilés et al., 2011). Entretanto, em estudos com híbridos de trifoliata, a baixa produção de laranjeiras ‘Valência’ enxertadas em citranges ‘IAC 385’ e ‘IAC 387’ também foi relatada por Pompeu Junior et al. (2002).

A massa média dos frutos da laranjeira ‘Valência’ nos porta-enxertos estudados foi superior a 165 g, padrão relatado por Nonino (1995) no estado de São Paulo. Os trifoliateiros comum e ‘Flying Dragon’ e os híbridos ‘IAC 1711’, ‘IAC 1615’ e ‘IAC 715’, que se agruparam com o citrumelo ‘Swingle’ (Tabela 4), proporcionaram a produção de frutos grandes, com diâmetros acima de 7,1 cm, os quais se enquadram na classe A da classificação Ceagesp (2011).

Todos os porta-enxertos induziram valores de concentração de sólidos solúveis no suco da ‘Valência’ acima da média de 11 °Bx, considerada adequada para o mercado de fruta fresca (Ceagesp, 2011) e para o processamento para obtenção de suco concentrado e de suco pasteurizado. Os citrandarins ‘IAC 1711’, ‘IAC 1697’, ‘IAC 1615’, ‘IAC 1614’, ‘IAC 1600’ e ‘IAC 712’ e os citranges ‘IAC 385’ e ‘IAC 387’

suscitaram a produção de frutos com teores acima de 12 °Bx, que é um valor desejável para a obtenção de suco pasteurizado (Simonetti et al., 2015).

Os frutos encontram-se dentro da faixa de qualidade de *ratio* prevista para 'Valência': de 9,90 a 19,20 (Nonino, 1995). O limoeiro 'Cravo' e os híbridos de trifoliata, com exceção do citrandarin 'IAC 1711', induziram maiores *ratio*. Resultados semelhantes foram obtidos por Fadel et al. (2018), nos quais os híbridos de trifoliata também proporcionaram valores superiores para laranjeiras 'Valência'. O citrandarin 'IAC 1697' destaca-se como porta-enxerto com maior índice tecnológico, além de dimensões dos frutos dentro do padrão, elevados teores de sólidos solúveis, rendimento superior em suco e *ratio* aceitável para o processamento do suco.

A disponibilidade hídrica do solo é fundamental para o desenvolvimento dos citros em campo. Os porta-enxertos citrumelo 'Swingle' e tangerineira 'Sunki' foram mais sensíveis à seca do que o limoeiro 'Cravo' (Figura 3), porém, têm sido empregados extensivamente em São Paulo e Minas Gerais devido à sua tolerância à morte súbita dos citros (Pompeu Junior e Blumer, 2008). As plantas enxertadas nos trifoliateiros comum e 'Flying Dragon' foram menos tolerantes à deficiência hídrica, confirmando sua inadequação para cultivo em sequeiro na região. As plantas no citrandarin 'IAC 1697' e no citrange 'IAC 385' tiveram bom desempenho no que diz respeito à tolerância ao déficit hídrico na média dos anos avaliados, inclusive no primeiro e no último ano de avaliação, nos quais a taxa de deficiência hídrica foi elevada. Na última safra avaliada, as plantas em citrumelo 'Swingle', com 67,9 kg por planta, seguidas daquelas em limoeiro 'Cravo', com 54,9 kg, tangerineira 'Sunki', com 33 kg, e citrandarins 'IAC 1711', com 32 kg, e 'IAC 1697', com 20 kg, confirmaram bom desempenho em sequeiro na região norte do estado de São Paulo.

Nenhuma variedade de copa ou de porta-enxerto conhecida é considerada imune ao HLB, sendo frequentes resultados divergentes em relação à incidência e à severidade da doença ao longo do tempo (Albrecht e Bowman, 2012; Stover et al., 2016). Neste estudo, na presença do HLB, houve alteração no desempenho das plantas no que tange à produção dos frutos (Tabela 5). A análise de progresso do HLB nas plantas enxertadas nesses porta-enxertos já foi reportada por Rodrigues et al. (2020). A maior incidência de árvores sintomáticas nem sempre esteve correlacionada à maior severidade da doença, pois a data de inoculação não foi controlada, as

árvores sintomáticas foram previamente erradicadas e uma única cultura foi avaliada. Isso impede uma estimativa da perda de frutos por nível de severidade, conforme corroborado pelo ajuste muito baixo de R^2 na análise de regressão (dados não mostrados).

Houve diferenças na proporção de frutos assintomáticos e sintomáticos das plantas infectadas com HLB, com diferenças médias de produção para cada porta-enxerto. Apesar de algumas variáveis terem sido afetadas de forma diferente em cada combinação feita com a laranjeira 'Valência', os resultados mostraram 20 a 60% de dano em frutos de plantas sintomáticas. Esse percentual foi suficiente para o HLB causar impacto, o que reforça a importância do controle rígido da doença para os genótipos estudados, considerando que os resultados foram restritos a uma única safra com elevado déficit hídrico e poucas repetições por tratamento. Medir a produção também é fundamental para a avaliação da doença, pois apenas os sintomas visuais podem não ser os mais precisos para determinar seus efeitos.

Ao longo dos nove anos de avaliação, as plantas em citranges 'IAC 385' e 'IAC 387' conjugaram maior incidência de sintomas e de severidade do HLB (Tabela 5), com redução na produção média de frutos. Entretanto, Folimonova et al. (2009) identificaram em citrange 'Carrizo' baixos níveis bacterianos em pé franco, e Albrecht e Bowman (2012), em estudos com porta-enxertos, o classificaram como tolerante. Esse comportamento diferente pode ser explicado pela forma específica de reação ao HLB dos porta-enxertos em interação com a copa e as condições ambientais.

O citrumelo 'Swingle' induziu baixa incidência acumulada de HLB nas plantas, porém, elas apresentaram alta severidade de sintomas visuais quando doentes. Esse porta-enxerto conferiu uma redução acima de 50% na produção das plantas infectadas com e sem sintomas. Apesar de ser suscetível ao HLB, o citrumelo 'Swingle' apresentou alta produtividade e qualidade de laranjeiras 'Valência' em plantas sadias, o que pode estar relacionado à sua tolerância a diversos outros fatores bióticos (Pompeu Junior, 2005; Pompeu Junior e Blumer, 2011).

O progresso da doença nas plantas e a severidade dos sintomas interferem na vida econômica dos pomares devido à redução da produção ao longo dos anos (Bassanezi et al., 2009). A menor incidência de HLB no trifoliateiro 'Flying Dragon' confirma observações anteriores, sendo até o momento o único porta-enxerto com

potencial de diminuição do progresso da doença sob condições de controle contínuo do vetor, o que pode estar relacionado ao nanismo acentuado (Rodrigues et al., 2020).

No que diz respeito à qualidade do suco, as análises foram feitas aos nove anos de idade do plantio. Os frutos sintomáticos foram 25% mais leves, 37,5 % menores, mais ácidos, com *ratio* inferior em 25% e com índice tecnológico inferior em 12,5% na comparação com os frutos de plantas assintomáticas (Figuras FIGURA 4 e FIGURA 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Bassanezi et al. (2009) em estudo que quantificou os efeitos do HLB em frutas sintomáticas e assintomáticas de 'Valência' enxertadas no limoeiro 'Cravo'. De modo geral, frutos sintomáticos não chegam ao processamento devido à queda precoce, embora uma parte possa ser utilizada na indústria (Baldwin et al., 2018); estudos mostram que é possível o processamento de até 25% de frutos sintomáticos sem a alteração de sabor (Raithore et al., 2015).

5. CONCLUSÃO

Foi constatado um comportamento diferencial em relação ao HLB entre os 16 porta-enxertos avaliados na combinação com a laranjeira 'Valência' em condições de inoculação natural no campo e sob controle químico do vetor, com 20 a 60% dos frutos apresentando sintomas de HLB em plantas sintomáticas. No entanto, os citrandarins 'IAC 1711' e 'IAC 1697' se mostraram alternativas promissoras aos porta-enxertos tradicionais de limoeiro 'Cravo', citrumelo 'Swingle' e tangerineira 'Sunki' para a laranjeira 'Valência' em cultivo de sequeiro no norte de São Paulo, induzindo boa produção e qualidade de frutos e tolerância mediana à seca.

6. REFERÊNCIAS

Abdullah TL, Shokrollah H, Sijam K, Abdullah SNA (2009) Control of Huanglongbing (HLB) disease with reference to its occurrence in Malaysia. **African Journal of Biotechnology** 8:4007-4015.

Albrecht U, Bowman KD (2012) Tolerance of trifoliate citrus rootstock hybrids to Candidatus Liberibacter asiaticus. **Scientia Horticulturae** 147:71-80.

Albrecht U, McCollum G, Bowman KD (2012) Influence of rootstock variety on Huanglongbing disease development in field-grown sweet orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) trees. **Scientia Horticulturae** 138:210-220.

Alves MN, Lopes SA, Raiol-Junior LL, Wulff NA, Girardi EA, Ollitrault P, Peña L (2021) Resistance to '*Candidatus* Liberibacter asiaticus,' the Huanglongbing Associated Bacterium, in Sexually and/or Graft-Compatible Citrus Relatives. **Frontiers in Plant Science** 11:1-16.

Argamasilla R, Gómez-Cadenas A, Arbona V (2014) Metabolic and regulatory responses in citrus rootstocks in response to adverse environmental conditions. **Journal of Plant Growth Regulation** 33:169-180.

Baldwin E, Plotto A, Bai J, Manthey J, Zhao W, Raithore S, Irey M (2018) Effect of Abscission Zone Formation on Orange (*Citrus sinensis*) Fruit/Juice Quality for Trees Affected by Huanglongbing (HLB). **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 66:2877-2890.

Baldwin EA, Bai J, Plotto A, Ritenour MA (2014) *Citrus* fruit quality assessment: producer and consumer perspectives. **Stewart Postharvest Review** 10:1-7.

Barbosa JC, Maldonado Junior W (2015) **AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Versão 1.1. Jaboticabal: Multipress, 396 p.

Bassanezi RB et al. (2020) Overview of citrus huanglongbing spread and management strategies in Brazil. **Tropical Plant Pathology** 45:251-264.

Bassanezi RB, Bergamin Filho A, Amorim L, Gottwald TR (2006) Epidemiology of huanglongbing in São Paulo. **Proceedings of Huanglongbing Greening International Workshop** 37.

Bassanezi RB, Montesino LH, Gasparoto MCG, Bergamin Filho A, Amorim L (2011) Yield loss caused by huanglongbing in different sweet orange cultivars in São Paulo, Brazil. **European Journal of Plant Pathology** 130:577-586.

Bassanezi RB, Montesino LH, Stuchi ES (2009) Effects of huanglongbing on fruit quality of sweet orange cultivars in Brazil. **European Journal of Plant Pathology** 125:565-572.

Blumer S, Pompeu Junior J (2005) Avaliação de citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para citros em São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura** 27:264-267.

Boava LP, Sagawa CHD, Cristofani-Yaly M, Machado MA (2014) Incidence of '*Candidatus* Liberibacter asiaticus' infected plants among citrandarins as rootstock and scion under field conditions. **Phytopathology** 105:518-524.

Bové JM (2006) Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of General Plant** Pathology 88:7-37.

Bové JM, Teixeira DC, Wulff NA, Eveillard S, Saillard C, Bassanezi RB, Lopes SA, Yamamoto PT, Ayres AJ (2008) Several Liberibacter and Phytoplasma species are individually associated with HLB. **Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing** 152-155.

Bowman KD, Faulkner L, Kesinger M (2016a) New Citrus Rootstocks Released by USDA 2001–2010: Field Performance and Nursery Characteristics. **HortScience** 51:1208-1214.

Bowman KD, McCollum G, Albrech U (2016b) Performance of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) on 17 rootstocks in a trial severely affected by huanglongbing. **Scientia Horticulturae** 201:355-361.

Bowman KD, Rouse RE (2006) US-812 citrus rootstock. **HortScience** 41:832-836.

Bridges GD, Youtsey CO (1968) Further studies of the bud-union abnormality of rough lemon rootstocks with sweet orange scions. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS. **Proceedings…** Gainesville: IOCV, p. 236-239.

Cantuarias-Avilés T, Mourão-Filho FAA, Stuchi ES, Silva SR, Espinoza-Nunez E (2011) Horticultural performance of 'Folha Murcha' sweet Orange onto twelve rootstocks. **Scientia Horticulturae** 129:259-265.

Carvalho SA, Girardi EA, Mourão Filho FAA, Ferrarezi RS, Coletta Filho HD (2019) Advances in citrus propagation in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura** 41:1-36.

Castle WS (2010) A career perspective on citrus rootstocks, their development, and commercialization. **HortScience** 45:11-15.

Castle WS, Bowman KD, Grosser JW, Futch SH, Graham JH (2015) **Florida Citrus Rootstock Selection Guide**. 3. ed. Gainesville: UF, EDIS.

Cavalcante IHL, Martins ABG, Stuchi ES, Campos MCC (2009) Fruit maturation as a parameter for selection of sweet orange cultivars in Brazil. **Journal Food, Agriculture and Environment** 7:316-319.

CEAGESP – Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (2011) **Normas de Classificação de Citros de Mesa**. São Paulo: CEAGESP.

Costa DP et al. (2021) Less Is More: A Hard Way to Get Potential Dwarfing Hybrid Rootstocks for Valencia Sweet Orange. **Agriculture** 11:354.

Cristofani-Yaly M, Bastianel M, Faldoni L, Blumer S, Pompeu Junior J, Campos TMP, Santos Junior JA, Machado MA (2007) Seleção de citrandarins (tangerina Sunki vs. *Poncirus trifoliata*) para porta-enxertos de citros. **Laranja** 28:71-79.

Dagulo L, Danyluk MD, Spann TM, Valim MF, Goodrichschneider R, Sims C, Rouseff R (2010) Chemical characterization of orange juice from trees infected with citrus greening (Huanglongbing). **Journal of Food Science** 75:199-207.

Dala-Paula BM, Plotto A, Bai J, Manthey JA, Baldwin EA, Ferrarezi RS, Gloria MBA (2019) Effect of Huanglongbing or Greening Disease on Orange Juice Quality, a Review. **Frontiers in Plant Science** 9:1-19.

De Negri JD, Stuchi ES, Blasco EEA (2005) Planejamento e implantação do pomar cítrico. In.: Mattos Junior D, Negri JD, Pio RM, Pompeu Junior J (Eds.) **Citros**. Campinas: IAC, p. 409-427.

Di Giorgi F, Ide BY, Marchi RJ, Triboni HR, Wagner RL (1990) Contribuição ao estudo do comportamento de algumas variedades de citros e suas implicações agroindustriais. **Laranja** 11:567-612.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p.

Fadel AL, Stuchi ES, lton TZ, Couto Ramos YC, Mourão Filho FAA (2018) Trifoliate hybrids as alternative rootstocks for 'Valencia' sweet orange under rainfed conditions. **Scientia Horticulturae** 235:397-406.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2021) **FAOSTAT**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 5 jan. 2021.

Figueiredo JO, Stuchi ES, Donadio LC, Teófilo Sobrinho J, Laranjeira FF, Pio RM, Sempionato OR (2002) Porta-enxertos para lima ácida 'Tahiti' na região de Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura** 24:155-159.

Folimonova SY, Robertson CJ, Garnsey CS, Gowda S, Dawson WO (2009) Examination of the responses of different genotypes of citrus to Huanglongbing (citrus greening) under different conditions. **Phytopathology** 99:1346-1354.

Fundecitrus – Fundo de Defesa da Citricultura (2021) **Reestimativa da safra de laranja 2020/21 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro – fechamento em abril/2021**. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0421_Fechamento_da_Safra_de_Laranja.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021.

Girardi EA, Cerqueira TSC, Cantuarias-Avilés TE, Silva SR, Stuchi ES (2017) Sunki mandarin and Swingle citrumelo as rootstocks for rain-fed cultivation of late-season sweet orange selections in northern São Paulo state, Brazil. **Bragantia** 76:501-511.

Girardi EA et al. (2021a) **Guia de reconhecimento dos citros em campo: um guia prático para o reconhecimento em campo de variedades de laranjeira-doce e outras espécies de citros cultivadas no estado de São Paulo e Triângulo Mineiro**. Araraquara: Fundecitrus, 158 p.

Girardi EA, Sola JGP, Scapin MS, Moreira AS, Bassanezi RB, Ayres AJ, Peña L (2021b) The Perfect Match: Adjusting High Tree Density to Rootstock Vigor for Improving Cropping and Land Use Efficiency of Sweet Orange. **Agronomy** 11:2569.

Hodgson RW (1967) Horticultural varieties of citrus. In.: Reuther W et al. (Eds.) **The citrus industry**. Berckley: University of California, p. 431-591.

LEVENE H (1960) Robust tests for equality of variances. In.: Olkin I, Ghurye SG, Hoeffding W, Madow WG, Mann HB (Eds.) **Contribution to Probability and Statistics**. Stanford: Stanford University Press, p. 278-292.

Lopes SA, Cifuentes-Arenas JC (2021) Protocol for Successful Transmission of '*Candidatus* Liberibacter asiaticus' from Citrus to Citrus Using *Diaphorina citri*. **Phytopathology** 111:2367-2374.

Mademba-Sy F, Lemerre DZ, Lebegin S (2012) Use of flying dragon trifoliate orange as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. **HortScience** 47:4-12.

McClean APD, Schwarz RE (1970) Greening or blotchy-mottle disease of citrus. **Phytophylactica** 2:177-194.

McCollum G, Baldwin E (2017) Huanglongbing: devastating disease of citrus. In.: Janick J (Ed.) **Horticultural Reviews**. 44. ed. Hoboken: John Wiley and Sons, p. 315-361.

Mendel K (1956) Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. **Ktavim** 6:35-60.

Mendes BMJ, Mourão Filho FAA, Farias PCM, Benedito VA (2001) Citrus somatic hybridization with potential for improved blight and CTV resistance. **In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant** 37:490-495.

Miles GP, Stover ED, Ramadugu EC, Keremane ML, Lee RF (2017) Apparent tolerance to huanglongbing in citrus and citrus-related germplasm. **HortScience** 52:31-39.

Müller GW, Teófilo Sobrinho J, Domingues ET (1996) Compatibilidade da laranjeira Pera Bianchi, sobre doze porta-enxertos, após 23 anos de plantio. **Laranja** 17:124-140.

Nonino E (1995) Variedades de laranjas para fabricação de sucos. **Laranja** 16:119-132.

Osborne JW (2010) Improving your data transformations: Applying the Box-Cox transformation. **Practical Assessment, Research and Evaluation** 15:1-9.

Pio RM, Figueiredo JO, Stuchi ES, Cardoso SAB (2005) Variedades copas. In.: Mattos Junior D, Negri JD, Pio RM, Pompeu Junior J (Eds.) **Citros**. Campinhas: IAC, p. 37-60.

Pompeu Junior J (2005) Porta-enxertos. In.: Mattos Junior D, Negri JD, Pio RM, Pompeu Junior P (Eds.) **Citros**. Campinhas: IAC, p. 61-104.

Pompeu Junior J, Blumer S (2008) Laranjeiras e seus porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do Estado de São Paulo em 2004-2007. **Laranja** 29:35-50.

Pompeu Junior J, Blumer S (2009) Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para a laranjeira Valência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 44:701-705.

Pompeu Junior J, Blumer S (2011) Citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranjeira Valência. **Citrus R & T** 32:133-138.

Pompeu Junior J, Blumer S (2014) Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranjeira ‘Pera’. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 44:9-14.

Pompeu Junior J, Laranjeira FF, Blumer S (2002) Laranjeiras 'Valência' enxertadas em híbridos de trifoliata. **Scientia Agricola** 59:93-97.

R Development Core Team R (2015) **A language and environment for statistical computing**. Disponível em: <http://www.r-project.org/>. Acesso em: 19 nov. 2022.

Raithore S, Dea S, Plotto A, Bai J, Manthey J, Narciso J, Irey M, Baldwin E (2015) Effect of blending Huanglongbing (HLB) disease affected orange juice with juice from healthy orange on flavor quality. **LWT - Food Science and Technology** 62:868-874.

Ramadugu C, Keremane ML, Halbert SE, Duan YP, Roose ML, Stover E, See RF (2016) Long-term field evaluation reveals Huanglongbing resistance in citrus relatives. **Plant Disease** 100:1858-1869.

Rodrigues JD, Moreira AS, Stuchi ES, Bassanezi RB, Laranjeira FF, Girardi EA (2020) Huanglongbing incidence, canopy volume, and sprouting dynamics of 'Valencia' sweet orange grafted onto 16 rootstocks. **Tropical Plant Pathology** 45:611-619.

Rolim GDS, Camargo MBPD, Lania DG, Moraes JFLD (2007) Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia** 4:711-720.

Saeed M, Dodd PB, Sohail L (2010) Anatomical studies of stems, roots and leaves of selected rootstock varieties in relation to their vigour. **Journal of Horticulture and Forestry** 2:87-94.

Saunt J (2000) **Citrus varieties of the world**. 2. ed. Norwich: Sinclair International, 156 p.

Shapiro SS, Wilk MB (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika** 52:591-611.

Simonetti LM, Cristofani-Yaly M, Barros VLNP, Schinor EH, Fadel AL, Sousa MC, Leonel S, Tecchio MA (2015) Porta-enxertos alternativos para cultivo de laranja Valência na região sudoeste do estado de São Paulo. **Citrus R&T** 36:49-58.

Stover E, Inch S, Richardson ML, Hall DG (2016) Conventional citrus of some scion/rootstock combinations show field tolerance under high Huanglongbing disease pressure. **HortScience** 51:127-132.

Stuchi ES, Donadio LC, Sempionato OR (2000) Avaliação da laranjeira 'Folha Murcha' sobre dez porta-enxertos em Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura** 22:446-453.

Stuchi ES, Donadio LC, Sempionato OR (2002) Qualidade industrial e produção de frutos de laranjeira 'Valência' enxertada sobre sete porta-enxertos. **Laranja** 23:453-471.

Stuchi ES, Donadio LC, Sempionato OR (2003) Performance of Tahiti lime on *Poncirus trifoliata* var. monstrosa Flying Dragon in four densities. **Fruits** 58:13-17.

Stuchi ES, Girardi EA, Silva SR, Sempionato OR, Parolin LG, Müller GW, Donadio LC (2020) Desempenho de clones pré-imunizados de laranjeiras Valência e Natal no Norte do Estado de São Paulo. **Citrus R&T** 41.

Teixeira DC, Wulff NA, Lopes AS, Yamamoto PT, Miranda MP, Spósito MB, Belasque Júnior J, Bassanezi RB (2010) Caracterização e etiologia das bactérias associadas ao huanglongbing. **Citrus Research & Technology** 31:115-128.

Thornthwaite CW, Mather RJ (1955) **The water balance**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, p. 104.

Wutscher HK, Hill L (1995) Performance of ‘Hamlin' Orange on 16 Rootstocks in East-central Florida, **HortScience** 30:41-43.

Wutstcher HK, Bowman KD (1999) Performance of 'Valência' orange on 21 rootstocks in Central Flórida. **HortScience** 34:622-624.

APÊNDICES

Apêndice 1A

Tabela 6. Produção média de frutos e eficiência produtiva de laranjeira 'Valência' enxertada em 16 porta-enxertos no período de 2014 a 2020 (três a nove anos após o plantio em sequeiro). Bebedouro, SP

Porta-enxerto	Produção (kg planta-¹)						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Limoeiro 'Cravo'	6,1 a	57,4 a	64,7 a	81,8 a	107,4 a	92,7 a	54,9 b
Citrumelo 'Swingle'	2,3 b	52,4 a	66,9 a	90,7 a	97,1 a	82,8 a	67,9 a
Tangerineira 'Sunki'	1,3 c	38,1 b	21,5 c	59,3 b	104 a	88,5 a	33,1 c
Citrandarin 'IAC 1711'	1,6 c	26,1 c	58,2 a	53,2 b	93,9 a	75,6 a	32,6 c
Citrandarin 'IAC 1697'	0,9 c	18,4 c	65,2 a	48,9 b	81,4 a	50,5 b	20,0 d
Citrandarin 'IAC 1615'	0,6 c	6,4 d	28,1 c	39,8 c	72,1 b	54,3 b	24,1 d
Citrandarin 'IAC 715'	0,6 c	9,1 d	26,1 c	33,6 c	66,9 b	53,9 b	23,2 d
Citrandarin 'IAC 1614'	1,8 c	33,1 b	41,0 b	38,8 c	47,3 c	29,0 c	12,9 e
Citrandarin 'IAC 1600'	0,8 c	22,2 c	58,2 a	38,6 c	62,8 b	33,4 c	14,1 e
Citrandarin 'IAC 712'	2,9 b	36,8 b	68,2 a	56,8 b	70,7 b	49,4 b	13,3 e
Citradia 'IAC 1708'	1,8 c	25,9 c	41,5 b	41,2 c	53,0 c	36,1 c	20,3 d
Citrange 'IAC 385'	2,7 b	21,3 c	43,2 b	46,8 b	71,1 b	62,8 b	21,8 d
Citrange 'IAC 387'	2,9 b	51,7 a	80,7 a	55,0 b	87,5 a	43,3 b	19,4 d
RR + VK	1,6 c	22,6 c	44,3 b	38,9 c	69,8 b	44,3 b	23,5 d
Trifoliateiro	0,6 c	10,8 d	27,5 c	42,8 c	40,1 c	59,4 b	15,1 e
Trifoliateiro 'Flying Dragon'	3,2 b	17,8 c	10,5 c	18,9 d	23,3 d	22,3 c	8,0 e
p-valor	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
CV (%)	34,41	22,22	12,9	13,31	15,29	10,29	15,73

Médias seguidas de letras iguais na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (P < 0,05).
RR + VK: Laranja 'Rhode Red' + limoeiro 'Volkameriano'.

Apêndice 2A

Tabela 7. Nota visual de tolerância ao déficit hídrico de laranjeira 'Valência' enxertada em 16 porta-enxertos em sequeiro, no período de 2014 a 2020. Bebedouro, SP

Porta-enxerto	2014	2016	2017	2018	2019	2020
Limoeiro 'Cravo'	2,1 a	2,0 a	2,4 a	2,7 a	2,2 a	2,1 a
Citrumelo 'Swingle'	1,4 b	1,96 a	1,5 c	2,1 a	2,0 a	1,9 a
Tangerineira 'Sunki'	1,9 a	2,0 a	2,0 b	2,4 a	2,0 a	1,5 a
Citrandarin 'IAC 1711'	1,4 c	1,8 b	1,3 d	2,8 a	1,8 a	2,2 a
Citrandarin 'IAC 1697'	2,0 a	2,0 a	1,6 c	1,6 b	2,0 a	1,8 a
Citrandarin 'IAC 1615'	1,6 b	1,95 a	1,3 d	1,7 b	1,6 b	1,5 b
Citrandarin 'IAC 715'	1,6 b	2,0 a	1,2 d	1,8 b	1,9 a	1,3 c
Citrandarin 'IAC 1614'	1,7 a	2,0 a	1,3 d	1,3 b	1,7 b	1,5 b
Citrandarin 'IAC 1600'	1,8 a	2,0 a	1,2 d	1,5 b	1,8 a	1,3 c
Citrandarin 'IAC 712'	1,6 b	1,9 a	1,2 d	1,4 b	1,9 a	1,5 b
Citradia 'IAC 1708'	1,4 c	1,9 a	1,2 d	1,6 b	1,9 a	1,2 c
Citrange 'IAC 385'	1,5 b	1,6 c	1,6 c	1,7 b	1,9 a	1,4 b
Citrange 'IAC 387'	1,9 a	1,9 a	1,1 d	2,2 a	2,0 a	2,0 a
RR + VK	1,5 b	1,6 c	1,4 d	1,7 b	1,6 b	1,3 c
Trifoliateiro	1,3 c	1,8 b	1,2 d	1,4 b	1,3 c	1,2 c
Trifoliateiro 'Flying Dragon'	1,1 c	1,1 d	1,0 d	1,4 b	1,1 c	1,0 c
p-valor	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
CV (%)	15,44	9,23	16,53	20,87	12,78	16,17
PM (mm)	369	891,3	535,5	430,5	798,6	703,7
DEF (mm)	322,18	170,07	126,44	265,69	293,36	340,73
NDT ≥ 32 °C	23	4	0	0	29	27

* Nota 1 – menor tolerância à deficiência hídrica; nota 2 – tolerância intermediária à deficiência hídrica; nota 3 – maior tolerância à deficiência hídrica.

Dados analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal Wallis, indicado pelo valor de P.

Médias seguidas de letras iguais na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (P < 0,05).

PM: Precipitação média em milímetros, calculada de janeiro até a data de avaliação de cada ano.

DEF: deficiência hídrica em milímetros, calculada de janeiro até a data de avaliação de cada ano.

NDT ≥ 32 °C: Número de dias com temperatura igual ou superior a 32 °C nos 60 dias anteriores à avaliação.

RR+VK: Laranja 'Rhode Red' + limoeiro 'Volkameriano'.

Apêndice 3A



Figura 6. Imagens de referência da nota visual descritiva de tolerância ao déficit hídrico. Nota 1 – menor tolerância à deficiência hídrica, com enrolamento acentuado e generalizado do limbo foliar (A); nota 2 – tolerância intermediária à deficiência hídrica, com leve murchamento do limbo foliar (B); nota 3 – maior tolerância à deficiência hídrica, com ausência de enrolamento do limbo foliar (C)

Apêndice 4A

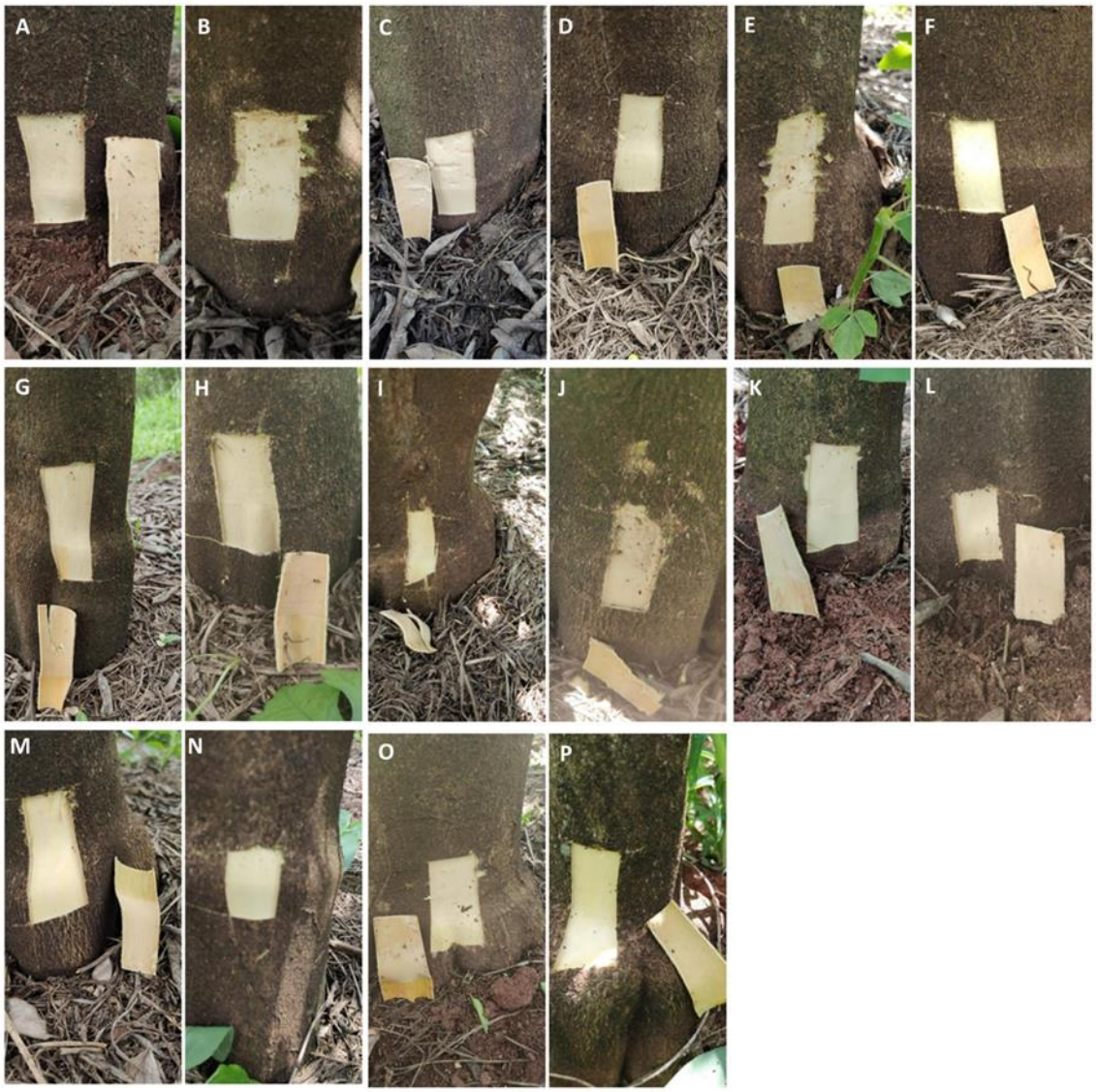


Figura 7. Compatibilidade de enxertia na união entre laranjeira ‘Valência’ e os porta-enxertos: limoeiro ‘Cravo’ (A), citrumelo ‘Swingle’ (B), tangerineira ‘Sunki’ (C), citrandarin ‘IAC 1711’ (D), citrandarin ‘IAC 1697’ (E), citrandarin ‘IAC 1615’ (F), citrandarin ‘IAC 715’ (G), citrandarin ‘IAC 1614’ (H), citrandarin ‘IAC 1600’ (I), citrandarin ‘IAC 712’ (J), citradia ‘IAC 1708’ (K), citrange ‘IAC 385’ (L), citrange ‘IAC 387’ (M), laranja ‘Rhode Red’ + limoeiro ‘Volkameriano’ (N), trifoliateiro (O), trifoliateiro ‘Flying Dragon’ (P). Análise realizada após nove anos de plantio em sequeiro. Bebedouro, SP, 2020

CAPÍTULO 3 – Incidência de HLB e sobrevivência em quatro copas comerciais enxertadas em porta-enxertos contrastantes para vigor

RESUMO – O desenvolvimento vegetativo, a incidência de HLB, a sobrevivência de plantas e a dinâmica de brotação foram analisados em quatro copas comerciais, buscando compreender a interação entre copa e porta-enxerto na manifestação da doença. A limeira-ácida 'Tahiti', a tangerineira 'Ponkan' e as laranjeiras 'Pera' e 'Folha Murcha' foram enxertadas em porta-enxertos contrastantes para vigor, em delineamento inteiramente casualizado no município de Bebedouro, São Paulo. Após 69 meses do plantio, a 'Ponkan' teve volume de copa e incidência acumulada de HLB maiores, seguida do 'Tahiti', da 'Pera' e da 'Folha Murcha'. Na média geral, porta-enxertos mais vigorosos tendem a ter maior incidência da doença. Entretanto, os porta-enxertos ananicantes TRFD e 245 apresentaram menores volumes de copa e incidência acumulada nas plantas de todas as copas. Entre os porta-enxertos de vigor intermediário, o citrandarin 287 se destacou, pois não apresentou sintomas para as copas. Plantas de sete porta-enxertos apresentaram o mesmo padrão geral de brotação, mas com diferentes intensidades e frequências. Maior incidência de plantas infectadas foi encontrada nos limoeiros LCR-L, LRF e LVK-LG, com vigor elevado e alta intensidade de brotação. Houve correlação entre a incidência de HLB e o volume de copa, a frequência e a intensidade de brotação apenas na copa de 'Tahiti'. Evidenciou-se, assim, que é essencial avaliar individualmente cada combinação, pois o comportamento se mostra diferente a depender da interação entre copa e porta-enxerto.

Palavras-chave: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, volume de copa, análise de sobrevivência, brotação

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o principal produtor e exportador de suco de laranja (*Citrus* ×*aurantium* var. *sinensis* L.), com uma produção de 15.745.940 toneladas em 2020, sendo a região sudeste responsável por 82% do total produzido em 644,9 mil hectares (IBGE, 2020). O cinturão citrícola, que abrange pomares do estado de São Paulo, do Triângulo Mineiro e do sudoeste de Minas Gerais, produziu 262,97 milhões de caixas de 40,8 kg na safra 2021/2022, em 166 milhões de árvores produtivas (Fundecitrus, 2022). O país é o quarto maior produtor de tangerinas, com 1,02 milhões de toneladas, e o quinto de limas-ácidas e limões, com 1,58 milhões de toneladas (FAO, 2022; IBGE, 2020). Essa produção está concentrada no estado de São Paulo, responsável por

77,50% de laranjas, 32,90% de tangerinas e 70% de limas-ácidas/limões em 2020 (IBGE, 2020).

A citricultura brasileira tem sido acometida por inúmeros problemas fitossanitários, como o cancro cítrico, a morte súbita dos citros (MSC) e o huanglongbing (HLB) (Donadio et al., 2005; Neves et al., 2010), agravados pela baixa diversificação varietal. Em termos globais, o maior desafio fitossanitário da área tem sido o HLB, a doença mais destrutiva dos citros devido à rápida disseminação, às perdas para a produtividade e ao aumento dos custos de produção (Bové, 2006; Bassanezi et al., 2020).

A doença está associada à bactéria *Candidatus* Liberibacter asiaticus (*C*Las), que é transmitida pelo psilídeo asiático dos citros (ACP), *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Sternorrhyncha: Psylloidea) (Bové, 2006; Bassanezi et al., 2020). Estudos mostram que todas as espécies são suscetíveis a ela, com diferentes intensidades de danos, e que os porta-enxertos podem influenciar a sua incidência e severidade (Folimonova et al., 2009; Westbrook et al., 2011; Ramadugu et al., 2016; Miles et al., 2017). O controle do HLB é realizado a partir do plantio de mudas sadias, da remoção de fontes de inóculo nos pomares e em áreas próximas a eles, do monitoramento e do controle do psilídeo com pulverizações frequentes e do manejo em nível regional (Bassanezi et al., 2020).

O psilídeo cítrico é atraído pelos novos brotos em árvores cítricas, de modo que os picos de brotação estão associados ao aumento da população do psilídeo e, consequentemente, à transmissão de *C*Las (Sétamou et al., 2016; Cifuentes-Arenas et al., 2018; Lopes e Cifuentes-Arenas, 2021). Citros cultivados apresentam três ou mais períodos de brotação a cada ano, que variam em função dos ciclos fisiológicos e das condições climáticas, principalmente temperatura e umidade do solo (Spiegel-Roy e Goldschmidt, 1996; Primo-Millo e Agustí, 2020). A dinâmica de brotação também é influenciada pelo tipo de solo, pelas práticas culturais e pela interação entre as variedades copa e porta-enxerto.

Dessa forma, compreender a dinâmica de brotação pode auxiliar nos problemas associados a pragas e doenças como o HLB, e o uso de combinações alternativas de copa e porta-enxerto pode alterar a disseminação da doença, como tem sido feito nos casos de danos provocados por gomose, tristeza dos citros, morte

súbita dos citros, entre outros (Pompeu Junior, 2005). Os porta-enxertos associados a outros fatores, como condições climáticas, também podem afetar essa disseminação.

O porta-enxerto é responsável por controlar o vigor e o tamanho da árvore, alterando o crescimento vegetativo da copa (Cantuarias-Avilés et al., 2011) e influenciando a produção de frutos, a densidade de plantio e práticas culturais como a colheita e o volume de pulverização (Girardi et al., 2021). Porta-enxertos ananicantes resultam em menor número de brotos e menor comprimento (Carvalho et al., 2021), o que pode estar associado a uma menor incidência de HLB.

Assim, o progresso da incidência da doença pode ser acompanhado pela análise de sobrevivência, que é baseada em modelos matemáticos. O modelo estimado Kaplan-Meyer, já utilizado para citros, leva em consideração o tempo de sobrevivência de plantas e a ocorrência de intervalo de eventos (Gottwald et al., 2008). Rodrigues et al. (2020), ao avaliarem o progresso da doença a longo prazo, constataram que os porta-enxertos que induzem nanismo nas copas, como o Flying Dragon, resultaram em menor incidência de HLB na laranjeira ‘Valência’ em relação a porta-enxertos vigorosos, como o limoeiro ‘Cravo’.

Entretanto, ainda não está claro até que ponto os porta-enxertos com menor vigor da copa podem reduzir o progresso do HLB. De acordo com Carvalho et al. (2021), deve-se considerar que a disseminação da doença envolve, além da ocorrência de novos brotos, o inseto-vetor e o patógeno, que também são impactados pelo clima e devem ser ponderados em qualquer estratégia de controle.

Portanto, visando um melhor entendimento sobre a interação entre copa e porta-enxerto na brotação e na incidência do HLB, foi realizado o presente trabalho, que avaliou a incidência da doença e sua relação com o volume de copa, o desenvolvimento vegetativo e a sobrevivência de 102 combinações de copas comerciais e porta-enxertos. Entre elas, foram selecionadas 28 combinações, com quatro copas e sete porta-enxertos contrastantes para a avaliação da dinâmica de brotação em condições de média e alta pressão de inóculo. A pesquisa pode contribuir para o manejo da cultura com a seleção de um porta-enxerto que proporcione maior sobrevivência útil aos pomares na presença do HLB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área experimental

Os experimentos foram instalados em fevereiro de 2016 no município de Bebedouro (20°53’16’’ S, 48°28’11’’ W, 680 m de altitude), São Paulo, e avaliados entre 2019 e 2020. O clima da região é considerado Aw, segundo classificação de Köppen (Rolim et al., 2007), e o plantio foi feito em um latossolo vermelho-escuro profundo típico com textura média. Os registros climatológicos coletados na localidade durante o período experimental (2016 a 2020) indicaram que a precipitação anual média foi de 1.264 mm e que as temperaturas médias máximas e mínimas foram de 29,9 °C e 17,1 °C, respectivamente (Figura 1). Os dados foram obtidos diariamente por estação meteorológica automatizada (Campbell Scientific Lts., modelo CR-10), e o déficit hídrico (mm) foi calculado no período das avaliações conforme Thornthwaite e Mather (1995), baseando-se na capacidade de água disponível de 100 mm.

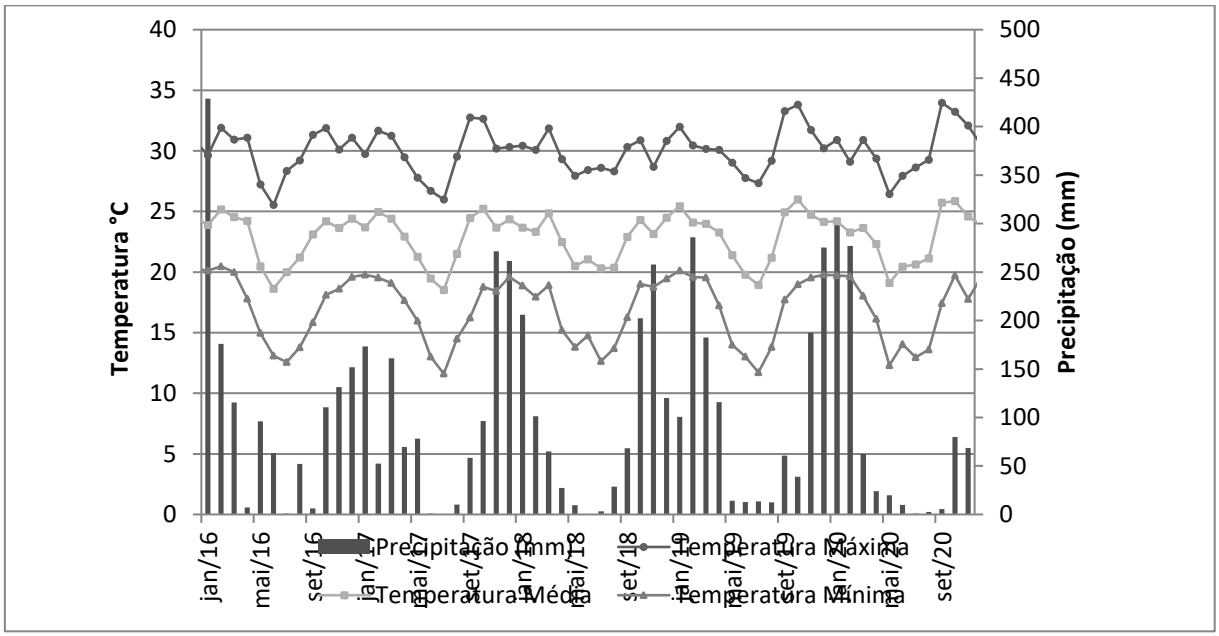


Figura 1. Médias mensais de temperatura do ar (máxima, mínima e média) e precipitação pluviométrica na área experimental obtidas entre janeiro de 2016 e outubro de 2020. Bebedouro, SP

O controle químico do psilídeo e de outras pragas foi realizado com aplicação de inseticidas foliares específicos e rotação de grupos químicos, com intervalo de 15 a 20 dias e ocasionalmente de 30 dias. Foram iniciadas avaliações visuais de sintomas de HLB, planta a planta, com intervalo de dois meses do plantio até outubro de 2021 (69 meses).

O plantio foi feito sem irrigação no espaçamento de plantio de 5,0 m entre linhas x 2,0 m entre linhas, com cada experimento em formato quadrado totalizando 0,8 ha. A adubação média anual foi de 160,5 kg N/ha, 48 kg/ha P_2O_5 e 160,5 kg/ha K_2O por hectare, seguindo o Boletim 100. Os atributos do solo, coletados entre 0-20 cm de profundidade para análise química, são demonstrados na Tabela 1, com registros antes da instalação dos experimentos e após cinco anos.

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental antes dos experimentos e cinco anos após sua implantação

Ano	P resina	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
	mg/dm³	g/dm³	CaCl2	----------mmolc/dm³----------						%
2014	14	19	5	1,4	20	8	21	29,4	50,4	58
2021	40,3	16,5	4,6	3,8	18,8	9,85	38,5	32,3	70,8	45,8

M.O. – matéria orgânica; H+Al – acidez potencial; SB – soma de bases; T – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases.

2.2. Material vegetal e delineamento experimental

A área experimental foi composta de variedades copa de limeira-ácida ‘Tahiti’ ‘BRS EECB IAC Ponta Firme’, tangerineira ‘Ponkan’ IAC, laranjeiras ‘Pera’ IAC e ‘Folha Murcha’ IAC, avaliadas em diferentes porta-enxertos (Tabela 2). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com 30 repetições em 25 porta-enxertos para todas as copas. Especificamente para as copas ‘Tahiti’ e ‘Pera’, acrescentou-se o porta-enxerto laranjeira azeda ‘Goutoucheng’. Ademais, cada unidade experimental foi composta de uma planta.

Tabela 2. Nomes comuns e científicos das espécies e/ou parentais dos porta-enxertos enxertados em limeira-ácida Tahiti 'BRS EECB IAC Ponta Firme', tangerineira 'Ponkan' IAC e laranjeiras 'Pera' IAC e 'Folha Murcha' IAC avaliados no norte do estado de São Paulo, Brasil

Acrônimo	Nome comum	Espécies/parentais
LCR-03	limoeiro Cravo CNPMF-03	*Citrus* ×*limonia* Osbeck
LCRSTC	limoeiro Cravo BRS Santa Cruz	*C.* ×*limonia*
LC-L	limoeiro Cravo Limeira	*C.* ×*limonia*
LRF	limoeiro Rugoso da Flórida	*C.* ×*jambhiri* Lush.
LRFM	limoeiro Rugoso FM	*C.* ×*jambhiri*
LVK-LG	limoeiro Volkameriano Lagoa Grande	*C.* ×*volkameriana* (Risso) V. Ten. & Pasq.
CLEO	tangerina Cleópatra	*C. reshni* hort. ex Tanaka
TSKC	tangerina Sunki Comum	*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka
TSKTR	tangerina Sunki BRS Tropical	*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka
CTSW	citrumelo Swingle 4475	*C.* ×*paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.
LAZG*	laranja Azeda Goutoucheng	C. ×aurantium (L.)
256	citrandarin Indio	*C. sunki* x *P. trifoliata* cv. English
001	citrimonia BRS H Montenegro-001	*C.* ×*limonia* x *P. trifoliata*
005	citrimoniambhiri BRS N Gimenes Fernandes	*C.* ×*jambhiri* x (*C.* ×*limonia* x *P. trifoliata*)
038	limoeiro BRS Ary-038	*C.* ×*volkameriana* x *C.* ×*limonia*
069	BRS Santana -069	Híbrido de *P. trifoliata*
CO	citrandarin Ríos Castaño	*C. reshni* x *P. trifoliata* cv. 'Rubidoux'
287	citrandarin BRS San Francisco	*C. reshni* x *P. trifoliata* cv. 'Swingle'
006	citrandarin BRS Matta-006	*C. reticulata* 'Sunki' x *P. trifoliata* var. *montrosa* 'Flying Dragon'
059	citrimoniandarin BRS Bravo-059	*C. reticulata* 'Sunki' x (*C.* ×*limonia* var. limonia x *P. trifoliata*)
073	citrimoniandarin TSK x (LCR x TR) -073	*C. sunki* x (*C.* ×*limonia* x *P. trifoliata*)
025	citrumelandarin TSKC x CTSW-025	*C. sunki* x (*C.* ×*paradisi* x *P. trifoliata*)
033	citrumelandarin TSKC x CTSW-033	*C. sunki* x (*C.* ×*paradisi* x *P. trifoliata*)
041	citrumelandarin BRS Cunha Sobrinho-041	*C. reticulata* 'Sunki' x (*C.* ×*aurantium* var. *paradisi* ×*P. trifoliata*)
245	citrandarin BRS Lindcove-245	*C. reticulata* 'Reshni' x *P. trifoliata* 'Barnes'
TRFD	trifoliata 'Flying Dragon'	*P. trifoliata* var. monstrosa

* Porta-enxerto utilizado somente na limeira-ácida 'Tahiti' e na laranjeira 'Pera'.

2.3. Volume de copa

O tamanho das copas 'Tahiti', ´Ponkan', 'Pera' e 'Folha Murcha' foi avaliado pela determinação do volume da copa (m^3) no ano de 2021, e os valores de altura foram obtidos pela medida do nível do solo até o topo das plantas, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, em 10 plantas por tratamento. Os valores do diâmetro da copa foram obtidos pela média de duas medidas, tomadas paralela e perpendicularmente à fileira de plantas mensuradas com trena, e o volume da copa foi estimado mediante a seguinte equação (Mendel, 1956):

$$V = \frac{2}{3} . \pi \, x \left(\frac{d}{2}\right)^2 . H$$

sendo V o volume (m^3), d o diâmetro médio da copa (m) e H a altura da planta (m).

Os porta-enxertos foram classificados de acordo com o volume médio do dossel em 2021, segundo a proposta de Phillips e Castle (1977). O limoeiro ‘Cravo’ Limeira foi definido como padrão e usado como referência em todas as copas, considerando o seu volume de copa igual a 100%. Assim, em relação ao dossel de referência, os porta-enxertos foram divididos em ananicantes (com menos de 40% do dossel), semiananicantes (entre 40% e menos de 60%), semipadrões/intermediários (de menos de 80% até 60%), padrões (entre 80% e 110%) e superpadrões (com volume do dossel superior a 110%).

2.4. Incidência acumulada de HLB

Todas as plantas foram inspecionadas mensalmente para diagnóstico de sintomas visuais de HLB por profissionais capacitados para detecção, com o intuito de acompanhar a incidência da doença. Essa incidência foi avaliada com base no percentual de plantas sintomáticas em relação ao número total de plantas iniciais. A confirmação ou não da bactéria nas plantas ocorreu por análise de q-PCR (Teixeira et al., 2010). Além disso, os psilídeos foram monitorados visualmente por armadilhas adesivas amarelas nas bordas do talhão de cada copa, as quais foram instaladas em oito plantas por copa e trocadas a cada 15 dias.

2.5. Avaliação de dinâmicas de brotação

Os porta-enxertos contrastantes – limoeiros ‘Cravo’ Limeira, ‘Volkameriano’ e ‘Rugoso’ da Flórida, tangerineira ‘Sunki’ comum, citrumelo ‘Swingle’, trifoliata ‘Flying Dragon’ e ‘Cleópatra’ x ‘Barnes’-245 – foram selecionados para avaliação de dinâmica de brotação nas quatro copas. Por sua vez, os porta-enxertos ‘Cravo’ Limeira, ‘Volkameriano’ e ‘Rugoso’ da Flórida foram selecionados em função do alto vigor e por serem resistentes à seca; os intermediários ‘Swingle’ e ‘Sunki’, por apresentarem resistência intermediaria à seca; e ‘Flying Dragon’ e 245, por serem ananicantes e sensíveis à seca.

Em 2020, foram selecionadas oito plantas assintomáticas, escolhidas aleatoriamente para cada combinação (copa/porta-enxerto), de acordo com o relatado

por Carvalho et al. (2021). As fases de desenvolvimento vegetativo das plantas foram avaliadas a cada 20 dias, contando-se o número de brotos em dois lados da copa da emergência dos brotos (estágio V1) até o desdobramento de todas as folhas e a definição do número final de folhas (estágio V4), conforme classificado por Cifuentes-Arenas et al. (2018). Realizou-se a contagem com o auxílio de uma moldura de tubos de PVC com 0,5 m x 0,5 m (0,25 m^2), colocada na região central de cada planta, nos dois lados da copa.

2.6. Análise de dados

O volume de copa (m^3) foi analisado por meio do teste de Fisher, e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott (P<0,05) com o auxílio do programa estatístico AgroEstat – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos (Barbosa e Maldonado Junior, 2015). Posteriormente, foi realizada a análise de correlação de Pearson entre o volume de copa (m^3) e a incidência de HLB (%) para cada copa e para todas as copas em conjunto, sempre considerando a incidência acumulada após 69 meses.

A contagem de brotos foi usada para calcular a área abaixo da curva, considerando o número total de brotos por m^2 de copa (AACB) para cada repetição, empregando-se a fórmula para cálculo da área do trapézio, sendo a base do trapézio a média da soma de brotos (por planta e por data de avaliação), em dois lados da copa, e a altura o número de dias entre as avaliações, pela fórmula:

$$\mathrm{AACB} = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{NB_{i+1} + NB_i}{2} \right) * (T_{i+1} - T_i)$$

onde NB_i é o número de brotos entre os estágios V1 e V6 na *i*ésima observação e $T_{i+1} - T_i$ é o número de dias entre as observações (Campbell e Madden, 1990).

A intensidade de brotos foi avaliada comparando-se as médias de AACB e a frequência de brotos para todo o período de avaliação, tendo as médias sido agrupadas usando o teste de Scott-Knott (p<0,05) em esquema fatorial 4 x 7 (4 copas em 7 porta-enxertos), conforme Barbosa e Maldonado Junior (2015).

A incidência de plantas com sintomas de HLB foi determinada ao longo do tempo. Posteriormente, foi feita uma análise de sobrevivência a partir do método Kaplan-Meyer, utilizado quando a variável resposta é o tempo até a ocorrência (1) ou não (0) de um evento de interesse, assumindo que sua ocorrência é a presença de sintomas (1).

Dessa forma, o evento final se refere a eventos indesejáveis, como a morte de indivíduos, mas foram consideradas plantas sintomáticas, pois, uma vez infectada, a planta não tem cura, e a recomendação é eliminá-la. O tempo de sobrevivência, em meses, de cada porta-enxerto ou grupo foi obtido com base no tempo entre o plantio e a ocorrência de sintomas de HLB até a última avaliação.

A partir disso, foi gerada a curva de Kaplan-Meyer, indicando a probabilidade de uma determinada planta não apresentar sintomas em um dado momento para sete porta-enxertos avaliados e agrupados em limoeiros (LCR-L, LRF, LVK-LG), ananicantes (245 e TRFD), TSKC e CTSW. As curvas foram comparadas entre si pelo teste F de Cox ($P<0,05$), com o uso do programa Statistica 13.0 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA).

As análises de correlação de Pearson foram utilizadas para avaliar a relação entre incidência acumulada de HLB, AACB, frequência de brotação e volume de copa, usando o pacote de estatísticas em R 3.6.1 (R Development Core Team, 2015).

3. RESULTADOS

3.1. Volume do dossel

A tangerineira ‘Ponkan’ teve o maior volume de copa, seguida de ’Tahiti’, ‘Pera’ e ‘Folha Murcha’ (Tabela 3). Todas as copas enxertadas no TRFD apresentaram menor volume de copa, variando entre 0,74 e 1,47 m^3. Na média de todas as copas, a partir do critério de classificação de Phillips e Castle (1977), os porta-enxertos 245 e 069 foram considerados semiananicantes. Os maiores volumes para todas as copas ocorreram quando os porta-enxertos eram de limoeiros (LCR-03, LCRSTC, LCR-L, LRF, LRFM), tangerinas (CLEO, TSKC e TSKTR) e híbridos 256, 005, 059 e 073, sendo considerados combinações de vigor padrão. Além disso, plantas enxertadas

em LVK-LG foram classificadas como superpadrão, e os demais porta-enxertos se comportaram de forma variável, oscilando entre vigor intermediário e vigor padrão, a depender da copa.

Tabela 3. Volume da copa (m³) de limeira-ácida 'Tahiti', tangerineira 'Ponkan' e laranjeiras 'Pera' e 'Folha Murcha' enxertadas em 26 porta-enxertos avaliados no norte do estado de São Paulo, Brasil, em 2020

Porta-enxerto	Volume de copa (m³)								Classificação
	Tahiti		Ponkan		Pera		Folha Murcha		
LCR-03	5,50	aA	5,39	cA	4,74	aB	3,09	aB	Padrão
LCRSTC	5,82	aA	4,81	dB	4,44	aB	3,10	aC	Padrão
LCR-L	5,74	aA	5,31	cA	4,51	aB	3,28	aC	Padrão
LRF	6,00	aA	5,47	cA	4,00	bB	3,47	aB	Padrão
LRFM	5,85	aA	5,67	cA	3,91	bB	3,09	aB	Padrão
LVK-LG	5,95	aB	7,71	aA	4,72	aC	3,22	aD	Superpadrão
CLEO	5,49	aA	6,07	bA	4,55	aB	3,37	aC	Padrão
TSKC	4,85	bB	6,39	bA	4,79	aB	3,14	aC	Padrão
TSKTR	5,70	aA	6,27	bA	4,90	aB	3,34	aC	Padrão
CTSW	4,27	bB	5,42	cA	3,10	cC	2,24	bD	Semipadrão/intermediário
LAZG	5,23	aA	*		0,89	dB	*		Semipadrão/intermediário
256	5,48	aA	6,20	bA	4,15	bB	3,15	aC	Padrão
001	4,75	bA	4,57	dA	3,84	bB	2,16	bC	Semipadrão/intermediário
005	5,23	aA	6,00	bA	4,20	bB	3,49	aB	Padrão
038	4,36	bA	3,59	eB	3,11	cB	2,08	bC	Semipadrão/intermediário
069	3,28	dA	3,94	eA	2,00	cB	1,53	cC	Semiananicante
CO	3,60	cB	4,65	dA	3,44	bB	2,76	aB	Semipadrão/intermediário
287	4,58	bA	3,5	dA	4,04	aA	2,73	aB	Semipadrão/intermediário
006	3,59	cA	3,56	eA	2,77	cB	2,12	bB	Semipadrão/intermediário
059	4,98	bA	5,10	cA	4,02	bB	2,78	aC	Padrão
073	4,97	bA	4,80	dA	3,64	bA	2,85	aB	Padrão
025	4,02	cA	4,50	dA	3,45	bA	2,11	bB	Semipadrão/intermediário
033	4,53	bA	4,50	cA	3,12	cB	2,71	aB	Semipadrão/intermediário
041	4,69	bA	4,50	dA	3,32	bB	2,43	bC	Semipadrão/intermediário
245	2,81	dA	3,08	eA	1,78	dB	1,23	cB	Semiananicante
TRFD	1,41	eA	1,47	fA	1,32	dA	0,74	cA	Ananicante

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

* Porta-enxerto utilizado somente na limeira-ácida 'Tahiti' e na laranjeira 'Pera'.

LCR: limoeiro Cravo CNPMF-03, LCRSTC: limoeiro Cravo BRS Santa Cruz, LCL: limoeiro Cravo Limeira, LRF: limoeiro Rugoso da Flórida, LRFM: limoeiro Rugoso FM, LVK-LG: limoeiro Volkameriano Lagoa Grande, CLEO: tangerina Cleópatra, TSKC: tangerina Sunki Comum, TSKTR: tangerina Sunki BRS Tropical, CTSW: citrumelo Swingle 4475, LAZG: laranja Azeda Goutoucheng, 256: citrandarin Indio, 001: citrimonia BRS H Montenegro, 005: citrimoniambhiri BRS N Gimenes Fernandes, 038: limoeiro BRS Ary, 069: BRS Santana, CO: citrandarin Ríos Castaño, 287: citrandarin BRS San Francisco, 006: citrandarin BRS Matta, 059: citrimoniandarin BRS Bravo, 073: citrimoniandarin TSK x (LCR x TR), 025: citrumelandarin TSKC x CTSW, 033: citrumelandarin TSKC x CTSW, 041: citrumelandarin BRS Cunha Sobrinho, 245: citrandarin BRS Lindcove, TRFD: trifoliata Flying Dragon.

3.2. Incidência acumulada de HLB e análise de sobrevivência

Após 69 meses de avalição, a tangerineira ‘Ponkan’ teve maior incidência acumulada, seguida da limeira-ácida ‘Tahiti’, da laranjeira ‘Pera’ e da laranjeira ‘Folha Murcha’ (Figura 2). Em todas as copas, a incidência acumulada média foi maior nas plantas enxertadas em LCR-03, LCRSTC, LVK-LG e 005, com mais de 30%, e no 025, com 26,6%. Para as plantas nos porta-enxertos LRF, TSKC, 069, 041, LCR-L, CLEO, TSKTR, 038 e LRFM, a incidência variou entre 13% e 23%. Foi detectada incidência de 3,3% em plantas enxertadas em 033, 006, 073, CTSW, CO, 059, LAZ, 256 e 001, mas nenhuma em 287, 245 e TRFD.

A correlação de Pearson foi significativa entre a incidência acumulada de HLB (%) e o volume (m^3) para todas as copas em conjunto e para cada copa, exceto na copa ‘Folha Murcha’ (Tabela 4).

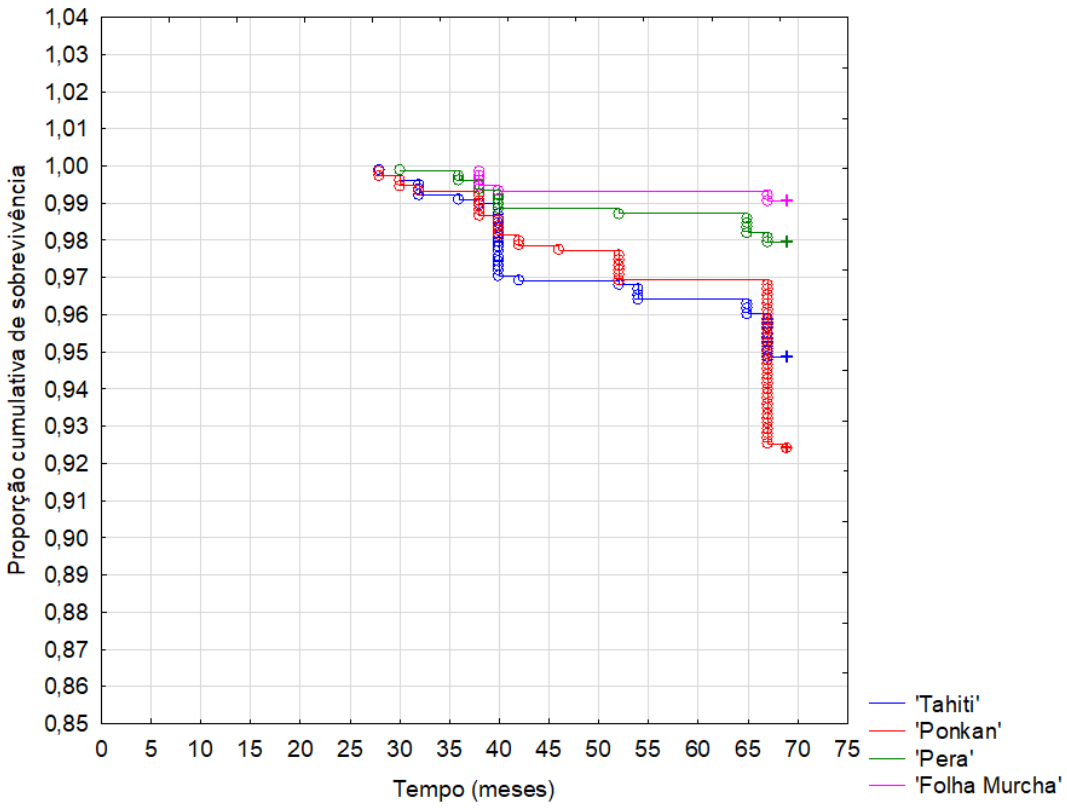


Figura 2. Proporção cumulativa de árvores HLB sintomáticas (PCR+) de limeira-ácida ‘Tahiti’ (A), tangerineira ‘Ponkan’ (B) e laranjeira ‘Folha Murcha’ (C), independentemente do porta-enxerto, durante 69 meses de avaliação

Valores de P correspondem ao teste de Cox.

Tabela 4. Incidência acumulada de HLB (%) por copa, incidência média por porta-enxerto, coeficiente de correlação (r) de Pearson entre a incidência e o volume de copa (m³) e número de psilídeos por armadilhas de limeira-ácida 'Tahiti', tangerineira 'Ponkan' e laranjeiras 'Pera' e 'Folha Murcha' enxertadas em porta-enxertos contrastantes para vigor avaliados no norte do estado de São Paulo, Brasil, em 2021

Porta-enxerto	Incidência de HLB (%)				
	'Tahiti'	'Ponkan'	'Pera'	'Folha Murcha'	Média
LCR-03	6,7	16,7	6,7	3,3	8,3
LCRSTC	6,7	16,7	6,7	0	7,5
LCR-L	10	6,7	0	3,3	5,0
LRF	6,7	6,7	3,3	0	4,2
LRFM	10	10	0	3,3	5,8
LVK-LG	10	16,7	3,3	3,3	8,3
CLEO	3,3	13,3	3,3	0	5
TSKC	6,7	10	0	0	4,2
TSKTR	6,7	3,3	6,7	3,3	5
CTSW	0	6,7	0	3,3	2,5
LAZG	6,7	-	0	-	3,3
256	0	10	3,3	0	3,3
001	3,3	10	0	0	6,7
005	6,7	13,3	10	0	4,2
038	10	10	0	0	4,2
069	10	3,3	3,3	0	5
CO	0	10	0	0	2,5
287	0	0	0	0	2,5
006	3,3	0	0	3,3	0,8
059	10	0	0	0	2,5
073	3,3	3,3	0	0	4,2
025	13,3	10	3,3	0	3,3
033	0	3,3	0	0	0,8
041	0	10	3,3	0	2,5
245	0	0	0	0	0
TRFD	0	0	0	0	0
p-valor (correlação)	0,38**	0,60*	0,43**	0,19^{ns}	0,62*
Nº de psilídeo/armadilhas	500	551	474	460	

* Coeficiente de correlação de Pearson (r) significativo a 1% de probabilidade.

** Coeficiente de correlação de Pearson (r) significativo a 5% de probabilidade.

^{ns} Valores não significativos.

- Porta-enxerto utilizado somente na limeira-ácida 'Tahiti' e na laranjeira 'Pera'.

LCR: limoeiro Cravo CNPMF-03, LCRSTC: limoeiro Cravo BRS Santa Cruz, LCL: limoeiro Cravo Limeira, LRF: limoeiro Rugoso da Flórida, LRFM: limoeiro Rugoso FM, LVK-LG: limoeiro Volkameriano Lagoa Grande, CLEO: tangerina Cleópatra, TSKC: tangerina Sunki Comum, TSKTR: tangerina Sunki BRS Tropical, CTSW: citrumelo Swingle 4475, LAZG: laranja Azeda Goutoucheng, 256: citrandarin Indio, 001: citrimonia BRS H Montenegro, 005: citrimoniambhiri BRS N Gimenes Fernandes, 038: limoeiro BRS Ary, 069: BRS Santana, CO: citrandarin Ríos Castaño, 287: citrandarin BRS San Francisco, 006: citrandarin BRS Matta, 059: citrimoniandarin BRS Bravo, 073: citrimoniandarin TSK x (LCR x TR), 025: citrumelandarin TSKC x CTSW, 033: citrumelandarin TSKC x CTSW, 041: citrumelandarin BRS Cunha Sobrinho, 245: citrandarin BRS Lindcove, TRFD: trifoliata Flying Dragon.

3.2.1. ‘Tahiti’

Plantas do porta-enxerto 025 apresentaram maior incidência acumulada de HLB, com 13,3% das plantas sintomáticas, enquanto limoeiros LCR-L, LRFM e LVK-LG e híbridos 038, 069 e 059 registraram 10%. Já as plantas nos porta-enxertos CTSW, 256, CO, 287, 033, 041 e 245 TRFD não apresentaram sintomas. Para os demais porta-enxertos, houve incidência entre 3,3% e 6,7%.

A análise de sobrevivência para HLB indicou diferenças entre 025 e os porta-enxertos CTSW, 256, CO, 287, 033, 044 e 245 ($p = 0,04$), e nenhuma diferença foi observada na proporção de sobrevida para as outras combinações (Tabela 5).

3.2.2. ‘Ponkan’

A maior incidência ocorreu em tangerineiras ‘Ponkan’ enxertadas sobre os limoeiros ‘Cravo’ (LCR-03 e LCRSTC) e o limoeiro ‘Volkameriano’ (LVK-LG), com 16,7% de plantas sintomáticas, que foram seguidas de CLEO e 005, com 13,3%. Os demais porta-enxertos apresentaram incidência intermediária, variando de 3,3% a 10%.

Os porta-enxertos 287, 006, 059, 245 e TRFD não apresentaram plantas com sintomas, e a análise de sobrevivência para HLB indicou diferenças entre os porta-enxertos 287, 006, 059, 245 e TRFD com LCR-03 ($p = 0,02$), LVK-LG ($p = 0,02$), CLEO ($p = 0,04$) e 005 ($p = 0,04$). Porém, nenhuma diferença foi observada na proporção de sobrevida entre as outras combinações (Tabela 6).

3.2.3. ‘Pera’

A maior incidência acumulada ocorreu nas plantas do porta-enxerto 005, com 10% das plantas sintomáticas, e, em seguida, nos limoeiros LCR-03 e LCRSTC, com 6,7%, e nas plantas enxertadas em LRF, LVK-LG, CLEO, 256, 069, 025 e 041, com 3,3%. Plantas enxertadas nos demais porta-enxertos não apresentaram sintomas. No entanto, apesar de apresentar plantas sintomáticas para HLB, a análise de

sobrevivência não indicou diferenças significativas entre os porta-enxertos na laranjeira ‘Pera’ (Tabela 7).

3.2.4. ‘Folha Murcha’

Entre as plantas enxertadas nos porta-enxertos LCR-03, LCR-L, LRFM, LVK-LG, TSKTR, CTSW e 006, apenas 3,3% tiveram incidência de sintomas, enquanto cerca de 72% dos porta-enxertos avaliados não apresentaram sintomas da doença. A análise de sobrevivência para HLB não indicou diferenças significativas entre os porta-enxertos na laranjeira ‘Folha Murcha’, mas o padrão geral de brotação foi semelhante entre as copas (Tabela 8).

Tabela 5. Valores *P* da análise de sobrevivência para todas as comparações de porta-enxertos e incidência acumulativa (IA) de HLB em árvores 'Tahiti' enxertadas em 26 porta-enxertos até 69 meses após plantio

	LCR-03	LCRSTC	LCR-L	LRF	LRFM	LVK-LG	CLEO	TSKC	TSKTR	CTSW	LAZG	256	001	005	038	069	CO	287	006	059	073	025	033	041	245	TRFD	IA(%)
LCR-03	-	1,00	0,67	0,95	0,69	0,67	0,59	0,98	0,98	0,16	0,95	0,16	0,59	1,00	0,63	0,63	0,16	0,16	0,59	0,65	0,54	0,45	0,16	0,16	0,16	0,16	6,7
LCRSTC		-	0,67	0,95	0,69	0,67	0,59	0,98	0,98	0,16	0,95	0,16	0,59	1,00	0,63	0,63	0,16	0,16	0,59	0,65	0,54	0,45	0,16	0,16	0,16	0,16	6,7
LCR-L			-	0,61	0,98	0,99	0,33	0,65	0,64	0,08	0,62	0,08	0,33	0,67	0,96	0,95	0,08	0,08	0,33	0,97	0,29	0,73	0,08	0,08	0,08	0,08	10,0
LRF				-	0,63	0,58	0,59	0,98	0,99	0,16	1,00	0,16	0,59	0,95	0,62	0,58	0,16	0,16	0,59	0,60	0,55	0,40	0,16	0,16	0,16	0,16	6,7
LRFM					-	0,95	0,33	0,66	0,65	0,08	0,63	0,08	0,33	0,69	0,96	0,93	0,08	0,08	0,33	0,96	0,29	0,73	0,08	0,08	0,08	0,08	10,0
LVK-LG						-	0,33	0,63	0,63	0,08	0,58	0,08	0,33	0,67	0,97	0,95	0,08	0,08	0,33	0,99	0,28	0,77	0,08	0,08	0,08	0,08	10,0
CLEO							-	0,59	0,59	0,32	0,59	0,32	1,00	0,59	0,32	0,33	0,32	0,32	0,99	0,33	0,99	0,19	0,32	0,32	0,32	0,32	3,3
TSKC								-	0,99	0,16	0,98	0,16	0,59	0,98	0,63	0,60	0,16	0,16	0,59	0,63	0,54	0,43	0,16	0,16	0,16	0,16	6,7
TSKTR									-	0,16	0,99	0,16	0,59	0,98	0,62	0,60	0,16	0,16	0,59	0,62	0,55	0,41	0,16	0,16	0,16	0,16	6,7
CTSW										-	0,16	1,00	0,32	0,16	0,08	0,08	1,00	1,00	0,32	0,08	0,32	0,04*	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
LAZG											-	0,15	0,59	0,95	0,62	0,58	0,16	0,16	0,59	0,60	0,55	0,40	0,16	0,16	0,16	0,16	6,7
256												-	0,32	0,16	0,08	0,08	1,00	1,00	0,32	0,08	0,32	0,04*	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
001													-	0,59	0,33	0,33	0,32	0,32	0,99	0,33	0,99	0,19	0,32	0,32	0,32	0,32	3,3
005														-	0,63	0,63	0,16	0,16	0,59	0,65	0,54	0,45	0,16	0,16	0,16	0,16	6,7
038															-	0,98	0,08	0,08	0,31	0,97	0,29	0,75	0,08	0,08	0,08	0,08	10,0
069																-	0,08	0,08	0,32	0,97	0,28	0,79	0,08	0,08	0,08	0,08	10,0
CO																	-	1,00	0,32	0,08	0,32	0,04*	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
287																		-	0,32	0,08	0,32	0,04*	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
006																			-	0,33	0,99	0,19	0,32	0,32	0,32	0,32	3,3
059																				-	0,28	0,77	0,08	0,08	0,08	0,08	10,0
073																					-	0,16	0,32	0,32	0,32	0,32	3,3
025																						-	0,04*	0,04*	0,04*	0,04*	13,3
033																							-	1,00	1,00	1,00	0,0
041																								-	1,00	1,00	0,0
245																									-	1,00	0,0
TRFD																										-	0,0

* Valores *P* menor que 0,05 (5% de significância pelo teste Cox).

LCR: limoeiro Cravo CNPMF-03, LCRSTC: limoeiro Cravo BRS Santa Cruz, LCL: limoeiro Cravo Limeira, LRF: limoeiro Rugoso da Flórida, LRFM: limoeiro Rugoso FM, LVK-LG: limoeiro Volkameriano Lagoa Grande, CLEO: tangerina Cleópatra, TSKC: tangerina Sunki Comum, TSKTR: tangerina Sunki BRS Tropical, CTSW: citrumelo Swingle 4475, LAZG: laranja Azeda Goutoucheng, 256: citrandarin Indio, 001: citrimonia BRS H Montenegro, 005: citrimoniambhiri BRS N Gimenes Fernandes, 038: limoeiro BRS Ary, 069: BRS Santana, CO: citrandarin Ríos Castaño, 287: citrandarin BRS San Francisco, 006: citrandarin BRS Matta, 059: citrimoniandarin BRS Bravo, 073: citrimoniandarin TSK x (LCR x TR), 025: citrumelandarin TSKC x CTSW, 033: citrumelandarin TSKC x CTSW, 041: citrumelandarin BRS Cunha Sobrinho, 245: citrandarin BRS Lindcove, TRFD: trifoliata Flying Dragon.

Tabela 6. Valores *P* da análise de sobrevivência para todas as comparações de porta-enxertos e incidência acumulativa (IA) de HLB em árvores 'Ponkan' enxertadas em 25 porta-enxertos até 69 meses após o plantio

	LCR-03	LCRSTC	LCR-L	LRF	LRFM	LVK-LG	CLEO	TSKC	TSKTR	CTSW	256	001.	005.	038.	069.	CO	287	006.	059.	073.	025.	033.	041.	245	TRFD	IA(%)
LCR-03	-	0,80	0,19	0,20	0,36	0,80	0,62	0,42	0,08	0,19	0,35	0,35	0,61	0,47	0,08	0,36	0,02*	0,02*	0,02*	0,08	0,48	0,09	0,46	0,02*	0,02*	16,7
LCRSTC		-	0,26	0,25	0,45	0,98	0,72	0,46	0,08	0,24	0,41	0,41	0,74	0,52	0,08	0,46	0,02*	0,02*	0,02*	0,08	0,58	0,10	0,52	0,02*	0,02*	16,7
LCR-L			-	1,00	0,68	0,27	0,43	0,67	0,54	0,99	0,72	0,72	0,42	0,63	0,54	0,67	0,16	0,15	0,15	0,54	0,58	0,59	0,67	0,16	0,16	6,7
LRF				-	0,67	0,26	0,40	0,65	0,55	0,99	0,68	0,68	0,40	0,62	0,55	0,66	0,16	0,16	0,16	0,55	0,58	0,59	0,62	0,16	0,16	6,7
LRFM					-	0,46	0,69	0,99	0,30	0,66	0,97	0,97	0,68	0,95	0,30	0,99	0,08	0,08	0,08	0,30	0,90	0,33	0,95	0,08	0,08	10,0
LVK-LG						-	0,74	0,48	0,09	0,24	0,43	0,43	0,78	0,53	0,09	0,48	0,02*	0,02*	0,02*	0,09	0,58	0,10	0,53	0,02*	0,02*	16,7
CLEO							-	0,71	0,16	0,40	0,67	0,67	0,98	0,74	0,16	0,69	0,04*	0,04*	0,04*	0,16	0,75	0,18	0,74	0,04*	0,04*	13,3
TSKC								-	0,30	0,65	0,97	0,97	0,69	0,98	0,30	0,99	0,08	0,08	0,08	0,30	0,97	0,32	0,99	0,08	0,08	10,0
TSKTR									-	0,55	0,31	0,31	0,16	0,29	1,00	0,30	0,32	0,32	0,32	1,00	0,28	0,99	0,29	0,32	0,32	3,3
CTSW										-	0,68	0,68	0,40	0,62	0,55	0,65	0,16	0,16	0,16	0,55	0,58	0,59	0,62	0,16	0,16	6,7
256											-	1,00	0,64	0,94	0,31	0,97	0,80	0,08	0,08	0,31	0,90	0,33	0,94	0,08	0,08	10,0
001.												-	0,64	0,94	0,31	0,97	0,08	0,08	0,08	0,31	0,90	0,33	0,94	0,08	0,08	10,0
005.													-	0,74	0,16	0,68	0,04*	0,04*	0,04*	0,16	0,77	0,18	0,74	0,04*	0,04*	13,3
038.														-	0,29	0,95	0,08	0,08	0,08	0,29	0,99	0,30	0,99	0,08	0,08	10,0
069															-	0,30	0,32	0,32	0,32	1,00	0,28	0,99	0,29	0,32	0,32	3,3
CO																-	0,08	0,08	0,08	0,30	0,90	0,33	0,95	0,08	0,08	10,0
287																	-	1,00	1,00	0,32	0,08	0,32	0,08	1,00	1,00	0,0
006																		-	1,00	0,32	0,08	0,32	0,08	1,00	1,00	0,0
059																			-	0,32	0,08	0,32	0,08	1,00	1,00	0,0
073																				-	0,28	0,99	0,29	0,32	0,32	3,3
025.																					-	0,29	0,99	0,08	0,08	10,0
033																						-	0,30	0,32	0,32	3,3
041																							-	0,08	0,08	10,0
245																								-	1,00	0,0
TRFD																									-	0,0

* Valores *P* menor que 0,05 (5% de significância pelo teste Cox).

LCR: limoeiro Cravo CNPMF-03, LCRSTC: limoeiro Cravo BRS Santa Cruz, LCL: limoeiro Cravo Limeira, LRF: limoeiro Rugoso da Flórida, LRFM: limoeiro Rugoso FM, LVK-LG: limoeiro Volkameriano Lagoa Grande, CLEO: tangerina Cleópatra, TSKC: tangerina Sunki Comum, TSKTR: tangerina Sunki BRS Tropical, CTSW: citrumelo Swingle 4475, 256: citrandarin Indio, 001: citrimonia BRS H Montenegro, 005: citrimoniambhiri BRS N Gimenes Fernandes, 038: limoeiro BRS Ary, 069: BRS Santana, CO: citrandarin Ríos Castaño, 287: citrandarin BRS San Francisco, 006: citrandarin BRS Matta, 059: citrimoniandarin BRS Bravo, 073: citrimoniandarin TSK x (LCR x TR), 025: citrumelandarin TSKC x CTSW, 033: citrumelandarin TSKC x CTSW, 041: citrumelandarin BRS Cunha Sobrinho, 245: citrandarin BRS Lindcove, TRFD: trifoliata Flying Dragon.

Tabela 7. Valores *P* da análise de sobrevivência para todas as comparações de porta-enxertos e incidência acumulativa (IA) de HLB em árvores 'Pera' enxertadas em 26 porta-enxertos até 69 meses após o plantio

	LCR-03	LCRSTC	LCR-L	LRF	LRFM	LVK-LG	CLEO	TSKC	TSKTR	CTSW	LAZG	256	001.	005.	038.	069.	CO	287	006.	059.	073.	025.	033.	041.	245	TRFD	IA(%)
LCR-03	-	1,00	0,16	0,55	0,16	0,54	0,54	0,16	0,95	0,16	0,16	0,54	0,16	0,72	0,16	0,54	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,54	0,16	0,54	0,16	0,16	6,7
LCRSTC		-	0,16	0,55	0,16	0,55	0,56	0,16	0,96	0,16	0,16	0,56	0,16	0,65	0,16	0,56	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,56	0,16	0,54	0,16	0,16	6,7
LCR-L			-	0,32	1,00	0,32	0,32	1,00	0,16	1,00	1,00	0,32	1,00	0,08	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
LRF				-	0,32	1,00	0,99	0,32	0,58	0,32	0,32	0,99	0,32	0,28	0,32	0,99	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,99	0,32	0,99	0,32	0,32	3,3
LRFM					-	0,32	0,32	1,00	0,16	1,00	1,00	0,32	1,00	0,08	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
LVK-LG						-	0,99	0,32	0,58	0,32	0,32	0,99	0,32	0,28	0,32	0,99	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,99	0,32	0,99	0,32	0,32	3,3
CLEO							-	0,32	0,59	0,32	0,32	0,99	0,32	0,28	0,32	0,99	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,99	0,32	0,99	0,32	0,32	3,3
TSKC								-	0,16	1,00	1,00	0,32	1,00	0,08	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
TSKTR									-	0,16	0,16	0,59	0,16	0,58	0,16	0,59	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,59	0,16	0,55	0,16	0,16	6,7
CTSW										-	1,00	0,32	1,00	0,08	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
LAZG											-	0,32	1,00	0,08	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
256												-	0,32	0,30	0,32	1,00	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,99	0,32	0,99	0,32	0,32	3,3
001													-	0,08	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
005														-	0,08	0,30	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,32	0,08	0,28	0,08	0,08	10,0
038															-	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
069																-	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,99	0,32	0,99	0,32	0,32	3,3
CO																	-	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
287																		-	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
006																			-	1,00	1,00	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
059																				-	1,00	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
073																					-	0,32	1,00	0,32	1,00	1,00	0,0
025																						-	0,32	0,99	0,32	0,32	3,3
033																							-	0,32	1,00	1,00	0,0
041																								-	0,32	0,32	3,3
245																									-	1,00	0,0
TRFD																										-	0,0

* Valores *P* menor que 0,05 (5% de significância pelo teste Cox).

LCR: limoeiro Cravo CNPMF-03, LCRSTC: limoeiro Cravo BRS Santa Cruz, LCL: limoeiro Cravo Limeira, LRF: limoeiro Rugoso da Flórida, LRFM: limoeiro Rugoso FM, LVK-LG: limoeiro Volkameriano Lagoa Grande, CLEO: tangerina Cleópatra, TSKC: tangerina Sunki Comum, TSKTR: tangerina Sunki BRS Tropical, CTSW: citrumelo Swingle 4475, LAZG: laranja Azeda Goutoucheng, 256: citrandarin Indio, 001: citrimonia BRS H Montenegro, 005: citrimoniambhiri BRS N Gimenes Fernandes, 038: limoeiro BRS Ary, 069: BRS Santana, CO: citrandarin Ríos Castaño, 287: citrandarin BRS San Francisco, 006: citrandarin BRS Matta, 059: citrimoniandarin BRS Bravo, 073: citrimoniandarin TSK x (LCR x TR), 025: citrumelandarin TSKC x CTSW, 033: citrumelandarin TSKC x CTSW, 041: citrumelandarin BRS Cunha Sobrinho, 245: citrandarin BRS Lindcove, TRFD: trifoliata Flying Dragon.

Tabela 8. Valores *P* da análise de sobrevivência para todas as comparações de porta-enxertos e incidência acumulativa (IA) de HLB em árvores 'Folha Murcha' enxertadas em 25 porta-enxertos até 69 meses após o plantio

	LCR-03	LCRSTC	LCR-L	LRF	LRFM	LVK-LG	CLEO	TSKC	TSKTR	CTSW	256	001.	005.	038.	069.	CO	287	006.	059.	073.	025.	033.	041.	245	TRFD	IA(%)
LCR-03	-	0,32	1,00	0,32	1,00	0,99	0,32	0,32	0,99	0,99	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	1,00	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	3,3
LCRSTC		-	0,32	1,00	0,32	0,32	1,00	1,00	0,32	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
LCR-L			-	0,32	1,00	0,99	0,32	0,32	0,99	0,99	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	1,00	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	3,3
LRF				-	0,32	0,32	1,00	1,00	0,32	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
LRFM					-	0,99	0,32	0,32	0,99	0,99	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	1,00	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	3,3
LVK-LG						-	0,32	0,32	1,00	0,99	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,99	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	3,3
CLEO							-	1,00	0,32	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
TSKC								-	0,32	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
TSKTR									-	0,99	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,99	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	3,3
CTSW										-	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,99	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	3,3
256											-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
001												-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
005													-	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
038														-	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
069															-	1,00	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
CO																-	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
287																	-	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
006																		-	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	3,3
059																			-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
073																				-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
025																					-	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0
033																						-	1,00	1,00	1,00	0,0
041																							-	1,00	1,00	0,0
245																								-	1,00	0,0
TRFD																									-	0,0

* Valores *P* menor que 0,05 (5% de significância pelo teste Cox).

LCR: limoeiro Cravo CNPMF-03, LCRSTC: limoeiro Cravo BRS Santa Cruz, LCL: limoeiro Cravo Limeira, LRF: limoeiro Rugoso da Flórida, LRFM: limoeiro Rugoso FM, LVK-LG: limoeiro Volkameriano Lagoa Grande, CLEO: tangerina Cleópatra, TSKC: tangerina Sunki Comum, TSKTR: tangerina Sunki BRS Tropical, CTSW: citrumelo Swingle 4475, 256: citrandarin Indio, 001: citrimonia BRS H Montenegro, 005: citrimoniambhiri BRS N Gimenes Fernandes, 038: limoeiro BRS Ary, 069: BRS Santana, CO: citrandarin Ríos Castaño, 287: citrandarin BRS San Francisco, 006: citrandarin BRS Matta, 059: citrimoniandarin BRS Bravo, 073: citrimoniandarin TSK x (LCR x TR), 025: citrumelandarin TSKC x CTSW, 033: citrumelandarin TSKC x CTSW, 041: citrumelandarin BRS Cunha Sobrinho, 245: citrandarin BRS Lindcove, TRFD: trifoliata Flying Dragon.

3.3. Dinâmica de brotação

Os dados climatológicos indicam que, durante o período de avaliação, a temperatura máxima e mínima foi em média de 30,38 °C e 17,39 °C, respectivamente (Figura 3), com precipitação acumulada em 1919,72 mm. Nas mesmas condições ambientais, as copas se comportaram de maneira diferente: dependendo da copa, houve maior intensidade de brotos, independentemente do porta-enxerto. Entretanto, o padrão geral de brotação foi semelhante entre as copas.

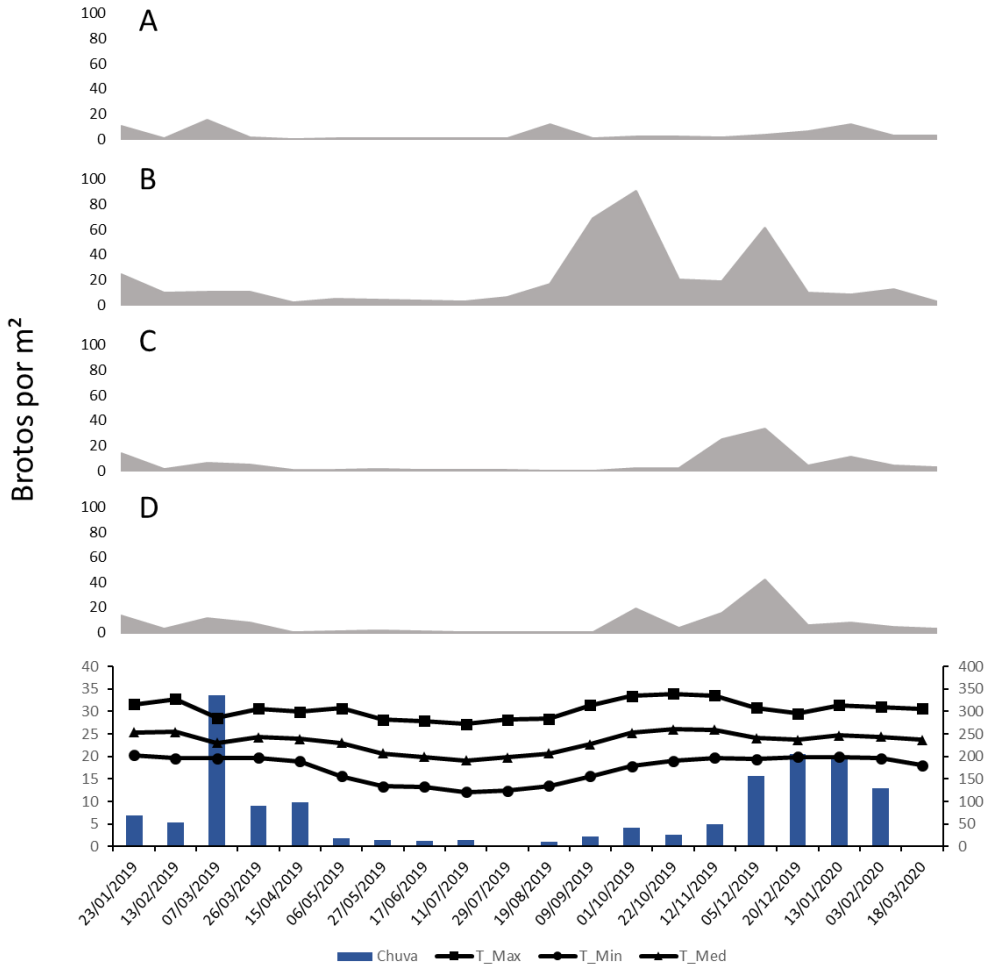


Figura 3. Padrões de dinâmica e intensidades de ocorrência de brotos no dossel de limeira-ácida ‘Tahiti’ (A), tangerineira ‘Ponkan’ (B) e laranjeiras ‘Pera’ (C) e ‘Folha Murcha’ (D) enxertadas em sete porta-enxertos. (D) Precipitação acumulada em milímetros (barras) e temperatura do ar máxima (■), média (▲) e mínima (♦) registrada a cada 20 dias de avaliação, nos períodos de janeiro de 2019 a março de 2020, em Bebedouro, SP

A intensidade (área abaixo da curva) e a frequência de brotação diferiram entre os sete porta-enxertos para cada copa. Em todas as copas, os porta-enxertos de limoeiro LCR-L, LRF e LVK-LG e de tangerina TSKC induziram maior número de brotos, exceto TSKC na copa 'Tahiti'. Os valores de intensidade, frequência de brotação e análise de sobrevivência são apresentados nas Figuras 4 e 5 conforme cada copa, como se segue.

3.3.1. 'Tahiti'

Na lima-ácida 'Tahiti', as plantas nos porta-enxertos LCR-L, LRF e LVK-LG apresentaram maior quantidade de brotos em relação às plantas dos demais porta-enxertos, com área média de 1525, 1546 e 1957 m²/dia, respectivamente. Árvores enxertadas em limoeiros LCR-L, LRF, LVK-LG e TSCK tiveram os primeiros sintomas de HLB aos 40 meses após o plantio (Figura 4A), e aquelas enxertadas no CTSW e nos ananicantes (245 e TRFD) não apresentaram plantas sintomáticas. A análise de sobrevivência entre os grupos selecionados demonstrou diferenças significativas somente entre limoeiros e ananicantes ($p = 0,02$) e entre TSCK e ananicantes (0,04).

3.3.2. 'Ponkan'

Na tangerineira 'Ponkan', os porta-enxertos LCR-L, LRF, LVK-LG, TSKC e CTSW induziram maior número de brotos, com intensidade significativamente menor nos ananicantes 245 e TRFD. Os primeiros sintomas surgiram em TSKC após 28 meses de plantio, em limoeiros após 40 meses e no CTSW após 52 meses (Figura 4B). Já os porta-enxertos ananicantes (245 e TRFD) não induziram plantas com sintomas da doença.

3.3.3. ‘Pera’

Na copa ‘Pera’, os porta-enxertos influenciaram a intensidade de brotos. Quando comparadas aos porta-enxertos 245 e TRFD, plantas enxertadas em LCR-L, LRF, LVK-LG, TSKC e CTSW produziram maior quantidade de brotos. O porta-enxerto LRF induziu em média três vezes mais brotos do que os ananicantes 245 e TRFD. Apenas as plantas enxertadas em LRF e LVK-LG apresentaram incidência da doença (Figura 4C). Consequentemente, a análise de sobrevivência não mostrou diferenças significativas entre os grupos ($p = 0,44$).

3.3.4. ‘Folha Murcha’

Na laranjeira ‘Folha Murcha’, os porta-enxertos influenciaram a intensidade de brotação, sendo LCR-L, LRF, LVK-LG, TSKC e CTSW os que produziram maior número de brotos. Além disso, árvores enxertadas nos limoeiros mostraram sintomas 38 meses após o plantio, enquanto o CTSW apresentou aos 40 meses após o plantio (Figura 4D). Os demais grupos não tiveram incidência, e as diferenças estatísticas foram não significativas entre os grupos ($p = 0,48$).

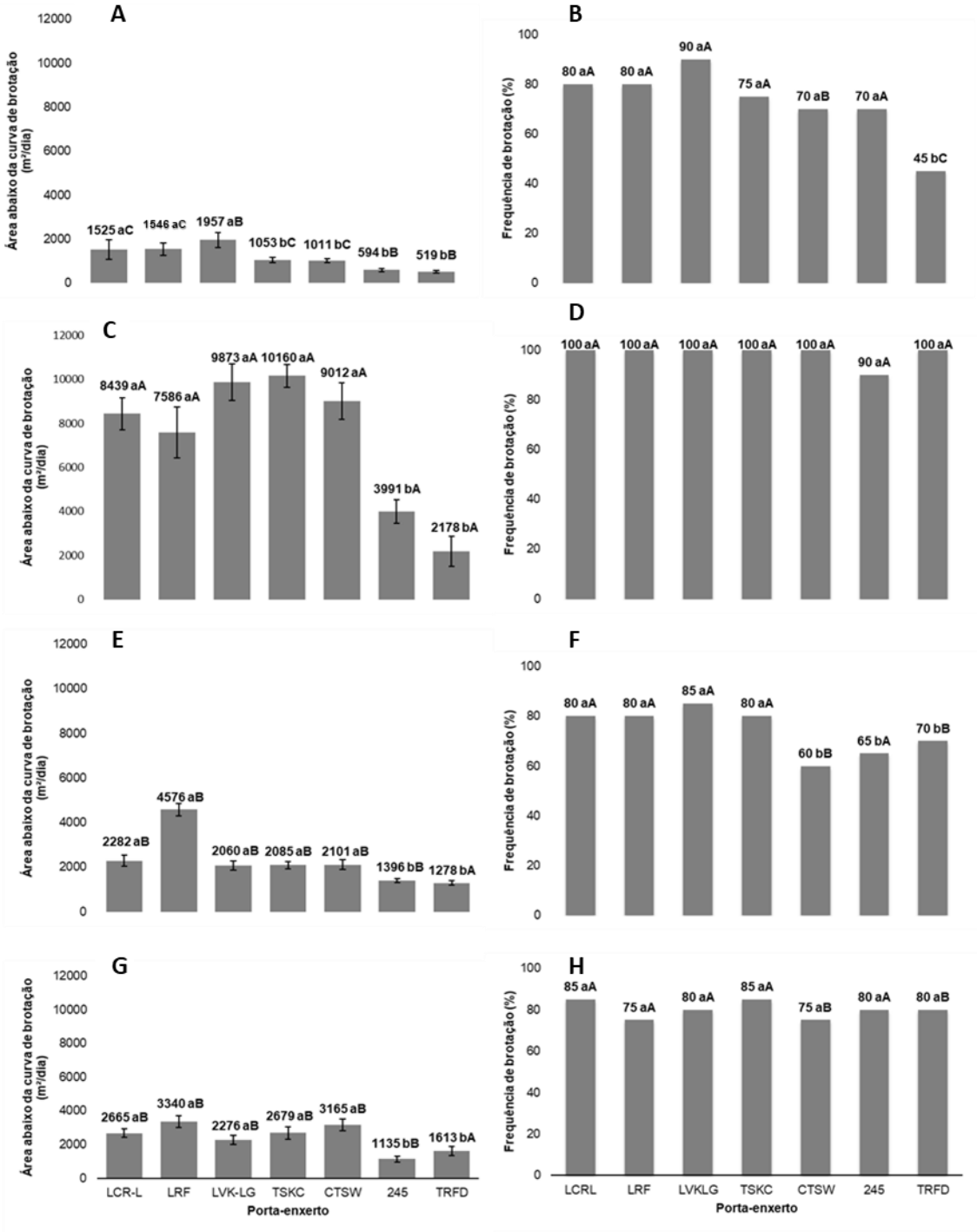


Figura 4. Intensidade de brotação (AACB) (A) e frequência de brotação (B) em área de 0,50 m^2 de copas de limeira-ácida 'Tahiti', intensidade de brotação (AACB) (C) e frequência de brotação (D) em área de 0,50 m^2 de copas de tangerineira 'Ponkan', intensidade de brotação (AACB) (E) e frequência de brotação (F) em área de 0,50 m^2 de copas de laranjeiras 'Pera' e intensidade de brotação (AACB) (G) e frequência de brotação (H) em área de 0,50 m^2 de copas de 'Folha Murcha' enxertadas em sete porta-enxertos. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

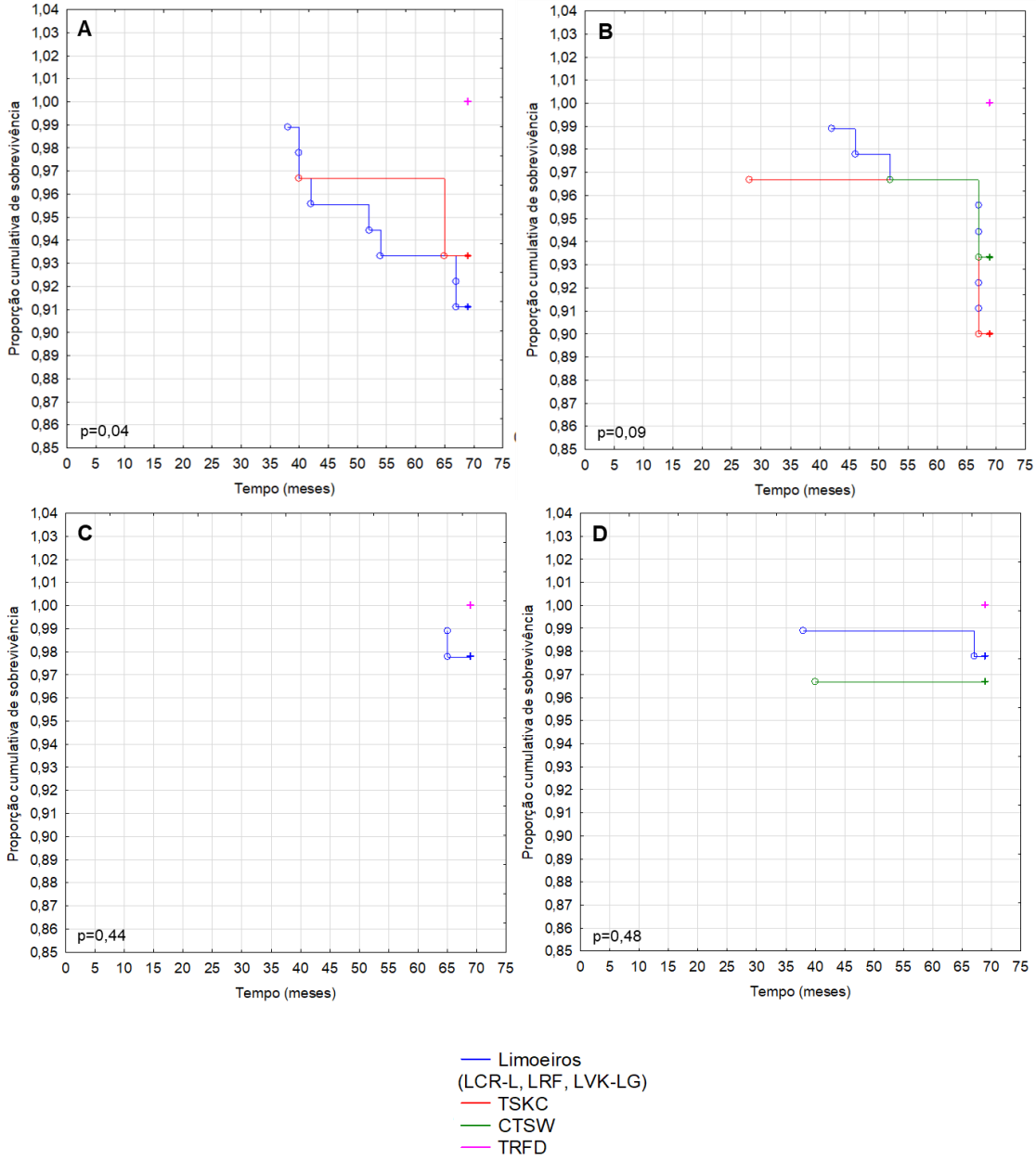


Figura 5. Proporção cumulativa de árvores HLB sintomática (PCR+) de limeira-ácida 'Tahiti' (A), tangerineira 'Ponkan' (B), laranjeira 'Pera' (C) e laranjeira 'Folha Murcha' (D) enxertadas em quatro grupos de porta-enxertos durante 69 meses de avaliação. Valores de P correspondem ao teste de Cox

LCRL: limoeiro Cravo 'Limeira', LRF: limoeiro Rugoso da 'Flórida', LVK-LG: limoeiro Volkameriano 'Lagoa Grande', TSKC: tangerineira 'Sunki' comum, CTSW: citrumelo 'Swingle', 245: citrandarin BRS 'Lindcove', TRFD: trifoliata 'Flying Dragon'.

3.4. Correlação AACB x incidência HLB

A análise de correlação de Pearson foi utilizada para avaliar a associação da incidência acumulada de HLB com a intensidade (AACB) de brotação, a frequência de brotação e o volume de copa apenas nos sete porta-enxertos (Tabela 9). As associações entre a incidência acumulada de HLB com a AACB e a incidência da doença com o volume de copa foram positivas (p = 0,01) e significativas nas copas 'Tahiti' e 'Ponkan'.

Isso indica que: quanto maior a intensidade de brotos, maior a incidência acumulada de HLB; quanto maior o volume de copa, porta-enxertos mais vigorosos tendem a apresentar maior a incidência acumulada da doença em campo. Nas copas 'Tahiti' e 'Pera', quanto maior a frequência do broto, maior a incidência da doença. Nas demais copas, a frequência de brotação não correlacionou significativamente com a presença da doença.

Tabela 9. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre incidência acumulada (IA) de HLB com área abaixo da curva (AACB), frequência de brotação e volume das copas limeira-ácida 'Tahiti', tangerineira 'Ponkan' e laranjeiras 'Pera' e 'Folha Murcha' em sete porta-enxertos contrastantes para vigor

Copa	AACB	Frequência	Volume de copa
'Tahiti'			
IA HLB (%)	0,93**	0,82**	0,91**
'Ponkan'			
IA HLB (%)	0,86**	$0,51^{ns}$	0,95**
'Pera'			
IA HLB (%)	$0,61^{ns}$	0,74*	$0,61^{ns}$
'Folha Murcha'			
IA HLB (%)	$0,34^{ns}$	$0,00^{ns}$	$0,37^{ns}$
Geral	0,59**	0,52**	0,61**

* Coeficiente de correlação de Pearson (r) significativo a 5% de probabilidade.

** Coeficiente de correlação de Pearson (r) significativo a 1% de probabilidade.

^{ns} Valores não significativos.

4. DISCUSSÃO

Nenhuma combinação de copa ou porta-enxerto foi identificada como imune ao HLB, sendo a escolha do porta-enxerto essencial para plantios comerciais. Resultados contrastantes quanto à incidência e à severidade do HLB já foram encontrados, pois alguns porta-enxertos que anteriormente eram de uso comercial expressaram sensibilidade à doença em alguns plantios comerciais, enquanto novos porta-enxertos parecem ser superiores para uso nessas condições (Albrecht e Bowman, 2012; Bowman e McCollum, 2015; Castle et al., 2015; Stover et al., 2016). Diferentes níveis de tolerância ao HLB já foram identificados em cultivares e parentes próximos de *Citrus* spp. (Folimonova et al., 2009; Ramadugu et al., 2016; Miles et al., 2017; Alves et al., 2021).

Em estudos anteriores, os trifoliatas e seus híbridos mostraram-se resistentes (Albrecht e Bowman, 2012) ou com diferentes níveis de resistência (Folimonova et al., 2009). Identificar combinações de copa e porta-enxertos que favoreçam a manutenção do cultivo de citros na presença do HLB é fundamental para o seu manejo. Para essa identificação, o entendimento sobre a influência do desenvolvimento vegetativo, a incidência e a sobrevivência das combinações na presença da doença é um passo primordial. Neste estudo, observou-se que a incidência de HLB nas plantas está relacionada à intensidade de brotação e ao vigor.

Em combinações vigorosas, observou-se um número maior de plantas infectadas, pois o volume de copa apresentou correlação positiva entre a incidência de HLB e o volume de copa em todas as copas em conjunto e para cada uma delas, exceto na ‘Folha Murcha’. No Paraná, laranjeiras ‘Folha Murcha’ IAC e ‘Folha Murcha’ IPR mostraram menor incidência de árvores afetadas pelo HLB em comparação com a laranjeira ‘Pera’ (Almeida et al., 2016; Carvalho et al., 2021). A ‘Folha Murcha’, por sua vez, apesar de estar mais próxima da borda da fazenda em comparação às demais copas, em uma área mais exposta à chegada de psilídeos infectivos, foi a copa com menor número de psilídeos capturados.

A menor incidência de HLB nessas duas copas pode ser explicada pelo maior tempo para produzir novos brotos no início da primavera (Cantuarias-Avilés et al., 2011; Carvalho et al., 2021), associado às características morfológicas das folhas

enroladas. Dessa forma, plantas menos vigorosas, quando enxertadas na ‘Folha Murcha’, podem ser uma alternativa para o manejo do HLB, justamente por apresentarem baixa ocorrência da doença ao longo dos 69 meses.

Quando porta-enxertos contrastantes foram estudados, a incidência foi tão maior quanto a intensidade de brotos e vigor, independentemente do porta-enxerto. A intensidade de brotação e o volume de copa apresentaram correlação positiva com a ocorrência de HLB, de modo que o porta-enxerto de vigor intermediário 287 e os ananicantes 245 e TRFD não apresentaram sintomas em todas as copas.

A disseminação do HLB envolve, além da presença de novos brotos, o inseto-vetor e a bactéria. O aumento da brotação influencia diretamente o aumento da população do inseto-vetor, sendo um fator importante para o controle da doença em campo (Tsai e Liu, 2000; Hall et al., 2008; Pluke et al., 2008; Kistner et al., 2016). As copas ‘Pera’, ‘Folha Murcha’ e ‘Tahiti’, independentemente do porta-enxerto, correlacionaram positivamente a emergência de novos brotos com a variação de temperatura e a disponibilidade hídrica (Carvalho et al., 2021).

O TRFD foi o único porta-enxerto de menor vigor para todas as copas. A menor incidência de HLB em plantas ananicantes pode estar relacionada à menor disponibilidade de novos tecidos para alimentação e/ou oviposição pelos vetores (Carvalho et al., 2021). Em condição natural de campo, o *P. trifoliata* também apresenta baixa colonização do vetor (Westbrook et al., 2011). Rodrigues et al. (2020) avaliaram diferenças de porta-enxertos contrastantes quanto ao vigor conferido à copa, e observaram que as plantas de laranjeira ‘Valência’ enxertadas em ‘Flying Dragon’ apresentaram volume de copa menor e incidência da doença 64% menor do que quando enxertadas em limoeiro ‘Cravo’.

Como porta-enxerto em laranjeira ‘Valência’, o 287 se destacou entre os porta-enxertos intermediários, expressando eficiência produtiva próxima à do limão ‘Cravo’ por apresentar tamanho reduzido e produção por árvore similar (Costa et al., 2021). Ademais, Carvalho et al. (2021) classificaram esse porta-enxerto como de vigor e fluxo de brotação intermediários.

A copa ‘Folha Murcha’ foi a de menor incidência acumulada, com plantas de 72% dos porta-enxertos sem sintomas de HLB. Em seguida, vieram a copa ‘Pera’, com plantas de 62% dos porta-enxertos, a limeira-ácida ‘Tahiti’ e a tangerineira

‘Ponkan’, com plantas de 30% e 20% dos porta-enxertos, respectivamente. A tangerineira ‘Ponkan’ apresentou a maior intensidade de brotação, o que provavelmente pode ter favorecido a maior incidência de HLB. A alta intensidade da ‘Ponkan’ já foi relatada em estudo anterior, cuja brotação foi 30% maior do que a média das copas ‘Tahiti’, ‘Pera’ e ‘Folha Murcha’ enxertadas nos porta-enxertos vigorosos limoeiro ‘Cravo’, tangerina ‘Sunki’, 059, 041, citrumelo ‘Swingle’, 287, 245, 006 e trifoliata ‘Flying Dragon’ (Carvalho et al., 2021).

O porta-enxerto semiananicante citrandarin 245 e o ananicante TRFD apresentaram intensidade baixa de brotação e permaneceram assintomáticos para HLB até os 69 meses após o plantio. Entre os porta-enxertos de vigor intermediário, o citrandarin 287 foi o único cujas plantas de todas as copas não apresentaram sintomas, também até os 69 meses após o plantio. Nos citrandarins, os sintomas são poucos e não tão definidos como em laranjeiras-doces, mas algumas plantas podem estar contaminadas mesmo sem apresentar sintomas visíveis.

Os limoeiros LCR-L, LRF e LVK-LG, como porta-enxertos para todas as copas, apresentaram vigor elevado, alta intensidade de brotação e, consequentemente, maior incidência de plantas infectadas. O volume das copas, a frequência e a intensidade de brotação se correlacionaram positivamente com a incidência de plantas sintomáticas de HLB apenas quando a copa foi de ‘Tahiti’.

Entre as 28 combinações contrastantes ao vigor da copa, o TRFD e o 245 permaneceram assintomáticos, provavelmente devido ao seu hábito de crescimento ananicante. Entre os intermediários, o porta-enxerto 287 pode ser uma alternativa aos porta-enxertos tradicionais por proporcionar maior sobrevivência aos pomares na presença do HLB para as quatro variedades copa.

5. CONCLUSÃO

A interação entre copa e porta-enxerto não é uniforme, logo deve ser considerada caso a caso, uma vez que, para a copa lima-ácida ‘Tahiti’, a alta incidência de HLB está relacionada com alto vigor, intensidade e frequência de brotação proporcionada por porta-enxertos. Por sua vez, para as copas de ‘Ponkan’,

laranjeiras ‘Pera’ e ‘Folha Murcha’, no caso de porta-enxertos contrastantes para vigor, não houve essa relação.

Combinações de copa e porta-enxerto com vigor intermediário apresentaram menor incidência de HLB quando comparadas às vigorosas, o que favoreceu uma maior taxa de sobrevivência para esse grupo. As plantas de todas as copas nos porta-enxertos ananicantes FD e 245 e no intermediário 287 não apresentaram sintomas de HLB. Sendo assim, o papel de porta-enxertos ananicantes, e mesmo dos menos vigorosos, deve ser objeto de mais estudos.

6. REFERÊNCIAS

Albrecht U, Bowman KD (2012) Tolerance of trifoliate citrus rootstock hybrids to Candidatus Liberibacter asiaticus. **Scientia Horticulturae** 147:71-80.

Almeida EP, Janeiro V, Guedes TA, Mulati F, Carneiro JWP, Nunes WMC (2016) Modeling citrus huanglongbing data using a zero-inflated negative binomial distribution. **Acta Scientiarum Agronomy** 38, 299-306.

Alves MN, Lopes SA, Raiol-Junior LL, Wulff NA, Girardi EA, Ollitrault P, Peña L (2021) Resistance to ‘*Candidatus* Liberibacter asiaticus,’ the Huanglongbing Associated Bacterium, in Sexually and/or Graft-Compatible Citrus Relatives. **Frontiers in Plant Science** 11:1-16.

Bassanezi RB, Lopes SA, Miranda MP, Wulff NA, Volpe HXL, Ayres, AJ (2020). Overview of citrus huanglongbing spread and management strategies in Brazil. **Tropical Plant Pathology** 45:251-264.

Bové JM (2006) Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology** 88:7-37.

Bowman KD, McCollum G (2005) Five New Citrus Rootstocks with Improved Tolerance to Huanglongbing. **Hortscience** 50:1731-1734.

Campbell CL, Madden LV (1990) **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley and Sons, 532 p.

Cantuarias-Avilés T, Mourão-Filho FAA, Stuchi ES, Silva SR, Espinoza-Nunez E (2011) Horticultural performance of ‘Folha Murcha’ sweet Orange onto twelve rootstocks. **Scientia Horticultura** 129:259-265.

Carvalho EV, Cifuentes-Arenas JC, Raiol-Junior LL, Stuchi, ES, Girardi EA, Lopes, SA (2021) Modeling seasonal flushing and shoot growth on different citrus scion-rootstock combinations. **Scientia Horticulturae** 288:110358.

Castle WS, Bowman KD, Grosser JW, Futch SH, Graham JH (2015) **Florida Citrus Rootstock Selection Guide**. 3. ed. UF Electronic Data Information Source [EDIS].

Cifuentes-Arenas JC, Oliveira Góes A, Miranda MP, Beattie GAC, Lopes SA (2018) Citrus flush shoot ontogeny modulates biotic potential of *Diaphorina citri*. **Plos One** 13:e0190563.

Costa DP et al. (2021) Less Is More: A Hard Way to Get Potential Dwarfing Hybrid Rootstocks for Valencia Sweet Orange. **Agriculture** 11:354.

Donadio LC, Mourão Filho FAA, Moreira CS (2005) Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In.: Mattos Junior D, De Negri JD, Pio RM, Pompeu Junior J (Eds) **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico, Fundag, p. 1-18.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020) **FAOSTAT**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 21 nov. 2021.

Folimonova SY, Robertson CJ, Garnsey CS, Gowda S, Dawson WO (2009) Examination of the responses of different genotypes of citrus to Huanglongbing (citrus greening) under different conditions. **Phytopathology** 99:1346-1354.

Fundecitrus (2022a) Fundo de Defesa da Citricultura. **Reestimativa da safra de laranja 2021/22 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro – fechamento em abril/2021**. Araraquara: Fundecitrus, 5 p. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0422__Fechamento_da_Safra_de_Laranja.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2022.

Fundecitrus (2022b) Fundo de Defesa da Citricultura. **Inventário de árvores e estimativa de safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**. Araraquara: Fundecitrus, 116 p. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2022_07_01_Inventario_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2022-2023.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2022.

Girardi EA et al. (2021) **Guia de reconhecimento dos citros em campo: um guia prático para o reconhecimento em campo de variedades de laranjeira-doce e outras espécies de citros cultivadas no estado de São Paulo e Triângulo Mineiro**. Araraquara: Fundecitrus, 158 p.

Gottwald TR, Irey M, Taylor E (2008) HLB survival analysis – A spatiotemporal assessment of the threat of an HLB-positive tree to its neighbors. **Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing** 291-295.

Hall DG (2008) Biology, history and world status of Diaphorina citri. **Proceedings of the International Workshop on Huanglongbing and Asian citrus psyllid** 1-11.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020) **Área plantada ou destinada a colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457 - notas-tabela>. Acesso em: 5 jun. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022) **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola abril 2022**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2022_abr.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2022.

Kistner EJ, Amrich R, Castillo M, Strode V, Hoddle MS (2016) Phenology of Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae), with special reference to biological control by Tamarixia radiata, in the residential landscape of southern California. **Journal of Economic Entomology** 109:1047-1057.

Lopes SA, Cifuentes-Arenas JC (2021) Protocol for Successful Transmission of '*Candidatus* Liberibacter asiaticus' from Citrus to Citrus Using *Diaphorina citri*. **Phytopathology** 111:2367-2374.

Mendel K (1956) Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. **Ktavim** 6:35-60.

Miles GP, Stover ED, Ramadugu EC, Keremane ML, Lee RF (2017) Apparent tolerance to huanglongbing in citrus and citrus-related germplasm. **HortScience** 52:31-39.

Neves MF et al. (2010) **O Retrato da Citricultura Brasileira**. 1. ed. Ribeirão Preto: Markestrat, 138 p. Disponível em: <https://citrusbr.com/biblioteca/publicacoes-citrusbr/>. Acesso em: 5 jun. 2022.

Phillips RL, Castle WS (1977) Evaluation of twelve rootstocks for dwarfing citrus. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 102:526-528.

Pluke RWH, Qureshi JA, Stansly PA (2008) Citrus flushing patterns, Diaphorina citri (Hemiptera: Psyllidae) populations and parasitism by Tamarixia radiata (Hymenoptera: Eulophidae) in Puerto Rico. **Florida Entomologist** 91:36-42.

Pompeu Junior J (2005) Porta-enxertos. In.: Mattos Junior D, Negri JD, Pio RM, Pompeu Junior P (Eds.) **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, Fundag, p. 61-104.

Primo-Millo E, Agustí M (2020) Flowering and fruit set. In.: Talón M, Caruso M, Gmitter Junior FG (Eds.) **The Genus citrus**. Elsevier, p. 219-244.

R Development Core Team R (2015) **A language and environment for statistical computing**. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 19 nov. 2022.

Ramadugu C, Keremane ML, Halbert SE, Duan YP, Roose ML, Stover E, Lee R. F (2016) Long-term field evaluation reveals Huanglongbing resistance in citrus relatives. **Plant Disease** 100:1858-1869.

Rodrigues JD, Moreira AS, Stuchi ES, Bassanezi RB, Laranjeira FF, Girardi EA (2020) Huanglongbing incidence, canopy volume, and sprouting dynamics of 'Valencia' sweet orange grafted onto 16 rootstocks. **Tropical Plant Pathology** 45:611-619.

Sétamou M, Simpson CR, Alabi OJ, Nelson SD, Telagamsetty S, Jifon JL (2016) Quality matters: influences of citrus flush physicochemical characteristics on population dynamics of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae). **PLoS One** 11:e0168997.

Spiegel-Roy P, Goldschmidt EE (1996) **Biology of citrus**. Cambridge: Cambridge University Press.

Stover E, Inch S, Richardson ML, Hall DG (2016) Conventional citrus of some scion/rootstock combinations show field tolerance under high Huanglongbing disease pressure. **HortScience** 51:127-132.

Teixeira DC, Wulff NA, Lopes AS, Yamamoto PT, Miranda MP, Spósito MB, Belasque Júnior J, Bassanezi RB (2010) Caracterização e etiologia das bactérias associadas ao huanglongbing. **Citrus Research & Technology** 31:115-128.

Tsai JH, Liu YH (2000) Biology of Diaphorina citri (Hemiptera: Psyllidae) on four host plants. **Journal of Economic Entomology** 93:1721-1725.

Westbrook CJ, Hall DG, Stover E, Duan YP, Lee RF (2011) Colonization of citrus and citrus-related germplasm by *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **HortScience** 46:997-1005.

Yamamoto PT, Rodrigues Alves G, Beloti VH (2015) Manejo e controle do huanglongbing (HLB) dos cítricos. **Investigación Agraria** 16:69-82.

APÊNDICES

Apêndice 1A



Figura 6. Disposição das copas limeira-ácida 'Tahiti', tangerineira 'Ponkan' e laranjeiras 'Pera' e 'Folha Murcha' em porta-enxertos contrastantes para vigor

CAPÍTULO 4 – Considerações finais

A interação entre copa e porta-enxerto mostrou que os citrandarins podem ser opções adicionais de porta-enxertos para as cinco copas estudadas, considerando o menor impacto de HLB que esses materiais proporcionaram em condições de sequeiro. Entretanto, nas copas ‘Tahiti’, ‘Ponkan’, ‘Pera’ e ‘Folha Murcha’ é necessária a avaliação de produção e qualidade de frutos em condições de média e alta pressão de HLB.