

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL EM
CONTROLE DE DOENÇAS E PRAGAS DOS CITROS**

JOÃO GABRIEL PANEGOSSO SOLA

Produção e qualidade de frutos, eficiência de colheita, cobertura de pulverização e incidência de huanglongbing em pomar de laranjeira doce com diferentes porta-enxertos e espaçamentos de plantio

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Eduardo Augusto Girardi

Coorientador: Me. Marcelo da Silva Scapin

**Araraquara
Março 2019**

JOÃO GABRIEL PANEGOSSO SOLA

Produção e qualidade de frutos, eficiência de colheita, cobertura de pulverização e incidência de Huanglongbing em pomar de laranjeira doce com diferentes porta-enxertos e espaçamentos de plantio

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Eduardo Augusto Girardi

Coorientador: Me. Marcelo da Silva Scapin

**Araraquara
Março 2019**

S684p

Sola, João Gabriel Panegossi

Produção e qualidade de frutos, eficiência de colheita, cobertura de pulverização e incidência de huanglongbing em pomar de laranjeira doce com diferentes porta-enxertos e espaçamentos de plantio / João Gabriel Panegossi Sola, 2019.

36 f.

Orientador: Dr. Eduardo Augusto Girardi

Coorientador: Me. Marcelo da Silva Scapin

Dissertação (Mestrado) – Fundo de Defesa da Citricultura, Araraquara, 2019.

1. *Citrus* spp 2. *Poncirus trifoliata* 3. Densidade de plantio 4. Desempenho 5. Nanismo 6. Progresso de doença 7. Tecnologia de aplicação I. Título

JOÃO GABRIEL PANEGOSSO SOLA

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade.

Araraquara, 18 de março de 2019.

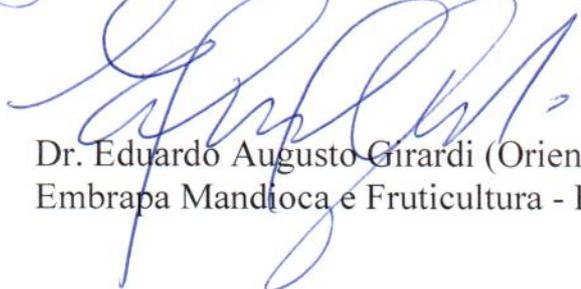
BANCA EXAMINADORA



Dr. Eduardo Sanches Stuchi
Embrapa Mandioca e Fruticultura - EMBRAPA, Cruz das Almas/BA



Dr. Franklin Behlau
Fundo de Defesa da Citricultura - FUNDECITRUS, Araraquara/SP



Dr. Eduardo Augusto Girardi (Orientador)
Embrapa Mandioca e Fruticultura - EMBRAPA, Cruz das Almas/BA

DEDICATÓRIA

A Deus, por me iluminar todos os dias de minha vida.

Aos meus pais, Giampaolo Sola e Fabiana Panegossi Sola, pelos conselhos, incentivos e exemplos para minha vida.

Ao meu irmão, João Rafael Panegossi Sola, pelo companheirismo e amizade.

À minha namorada, Laís Medeiros Cardoso, pelo companheirismo, paciência, e por toda ajuda nesta trajetória.

À minha tia Carolina Panegossi, pela atenção, por se dedicar tanto para me ajudar.

AGRADECIMENTOS

Ao professor, pesquisador e orientador Dr. Eduardo Augusto Girardi, pela atenção, paciência e profissionalismo na condução deste trabalho.

Ao professor, pesquisador e coorientador Me. Marcelo da Silva Scapin, por todas as orientações, atenção e paciência.

Ao Fundecitrus – Fundo de Defesa da Citricultura, assim como todos os professores e todos os colaboradores envolvidos, para o acontecimento deste mestrado.

Ao Samuel Silva, Everton Carvalho, Laudecir Raiol Junior e Amanda Oliveira, pela ajuda na condução do trabalho no campo e na elaboração da dissertação.

Aos Drs. Renato Bassanezi e Geraldo Silva Junior por participarem da minha banca de qualificação e que contribuíram significativamente para a melhoria do trabalho.

Ao Dr. Alécio Souza Moreira, por nos ajudar com a estatística do trabalho.

À TERRAL Agricultura e Pecuária S.A., por me dar a oportunidade de fazer o mestrado, em especial ao Eng. Agrônomo Leandro Viscadi e a todos os envolvidos na condução do trabalho em campo.

À Citrosuco, em especial ao Bruno Macial, pelo apoio na condução do trabalho em realização das análises de qualidade do experimento.

À FMC, por fornecer os papéis hidrossensíveis utilizados no experimento.

A todos meus colegas de turma, pela amizade, parceria e troca de experiências vivenciadas.

Produção e qualidade de frutos, eficiência de colheita, cobertura de pulverização e incidência de huanglongbing em pomar de laranjeira doce com diferentes porta-enxertos e espaçamentos de plantio

Autor: João Gabriel Panegossi Sola

Orientador: Dr. Eduardo Augusto Girardi

Coorientador: Me. Marcelo da Silva Scapin

Resumo

A partir dos anos 2000, o adensamento de plantio foi intensificado na citricultura paulista visando ganhos de produtividade e compensação de perda de plantas eliminadas pelo huanglongbing (HLB). O uso de porta-enxertos ananícantes pode beneficiar esse manejo, por facilitar operações como colheita e tratos culturais, desde que a produtividade seja competitiva em relação a porta-enxertos mais vigorosos. Além disso, espaçamento de plantio e vigor do porta-enxerto podem influenciar nas pulverizações fitossanitárias para controle de pragas e doenças, como HLB. Neste trabalho, avaliaram-se a produção e a qualidade de frutos e a eficiência da colheita de laranjeira Valência enxertada em quatro porta-enxertos com vigor contrastante (citrandarins IAC 1710 e IAC 1697, citrumelo Swingle e citrumelo Swingle tetraploide) em três espaçamentos de plantio (5,00 m x 2,00 m, 5,75 m x 2,50 m e 6,50 m x 3,00 m, totalizando 1000, 695 e 512 plantas.ha⁻¹, respectivamente). O plantio foi realizado em 2012 em Gavião Peixoto, SP sem uso de irrigação nem poda. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas com sete repetições de 24 plantas (quatro linhas de seis plantas). A produção acumulada por planta foi medida por quatro anos, estimando-se a produtividade acumulada por área, e a qualidade dos frutos foi avaliada apenas na safra 2016/2017, coletando-se amostras de 60 frutos por parcela. O rendimento operacional de colheita foi avaliado em 2017, quantificando-se o tempo gasto por planta e a quantidade de frutos colhidos por minuto. A cobertura de pulverizações também foi avaliada, utilizando-se volumes de calda de 25, 70 e 120 mL.m⁻³ nas velocidades de 7,8, 4,5 e 1,5 km.h⁻¹, respectivamente. Para essa avaliação, foram utilizados papéis hidrossensíveis distribuídos em diferentes pontos das copas das plantas, apenas sobre citrandarin IAC 1710 (mais vigoroso) e citrumelo Swingle tetraploide (ananicante) nos dois espaçamentos extremos (5,00 m x 2,00 m e 6,50 m x 3,00 m). Por fim, a incidência acumulada de plantas sintomáticas e erradicadas por HLB desde o plantio foi avaliada em todos os tratamentos. Até seis anos de plantio, o porta-enxerto mais produtivo para laranjeira Valência foi o citrandarin IAC 1710, sendo a produtividade diretamente proporcional à densidade de plantio na faixa estudada. O espaçamento de plantio não influenciou na qualidade dos frutos, porém citrumelo Swingle tetraploide e citrandarin IAC 1697 induziram a maior qualidade em geral para processamento de suco. A eficiência de colheita de massa de frutos por minuto foi maior em plantas sobre o porta-enxerto ananicante. A cobertura de pulverização foi maior, em geral, em plantas enxertadas no porta-enxerto mais vigoroso, independentemente do espaçamento utilizado. Contudo, a incidência acumulada de HLB foi menor em laranjeira Valência enxertada em citrumelo Swingle tetraploide somente no espaçamento mais adensado. Os resultados desse trabalho contribuem para a compreensão sobre a influência de porta-enxertos sobre tratos culturais e manejo do HLB visando à diversificação varietal na citricultura.

Palavras-chave: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, Densidade de plantio, Desempenho, Nanismo, Progresso de doença, Tecnologia de aplicação.

Production and quality of fruits, efficiency of harvesting, spray coverage and incidence of huanglongbing in sweet orange orchard using different rootstocks and tree spacing

Author: João Gabriel Panegossi Sola

Advisor: Dr. Eduardo Augusto Girardi

Co-advisor: Me. Marcelo da Silva Scapin

Abstract

Since the 2000s, tree density has increased in the citrus industry of São Paulo in order intention to rise productivity gain and to compensate plant losses by the huanglongbing (HLB). The use of dwarfing rootstocks may benefit this management by facilitating operations such as harvesting and cultural practices, yet yield must be competitive in relation to more vigorous rootstocks. In addition, tree spacing and rootstock vigor may influence the efficiency spraying for pest and disease control, such as HLB. In this study, the yield, fruit quality and the harvesting efficiency of Valencia sweet orange grafted on four rootstocks with contrasting vigor (IAC 1710 and IAC 1697 citrandarins, Swingle citrumelo and tetraploid Swingle citrumelo) at three tree spacing (5.00 m x 2.00 m, 5.75 m x 2.50 m and 6.50 m x 3.00 m, totaling 1,000, 695 and 512 plants.ha⁻¹, respectively) were evaluated. The planting was realized in 2012 in Gavião Peixoto - SP without irrigation or pruning. The experimental design was in randomized blocks with seven replicates of 24 trees (four rows of six plants). The accumulated production per plant was measured for four years, estimating the accumulated productivity per area. The fruit quality was evaluated only in 2016/2017 harvest, and samples of 60 fruits per plot were collected. The operational harvesting efficiency was evaluated in 2017, quantifying the time spent per plant and the amount of fruit harvested per minute. The spray coverage was also evaluated using 25, 70 and 120 mL.m⁻³ spray volumes at the speeds of 7.8, 4.5 and 1.5 km.h⁻¹, respectively. For this evaluation, water sensitive papers distributed on different points of the canopies were used, only on IAC 1710 citrandarin (more vigorous) and tetraploid Swingle citrumelo (dwarfing) at the two extreme spacing (5.00 m x 2.00 m and 6.50 m x 3.00 m). Finally, the accumulated incidence since planting of symptomatic and eradicated plants due to HLB was evaluated in all treatments. Up to six years after planting, the most productive rootstock for Valencia sweet orange was IAC 1710 citrandarin, whose productivity was directly proportional to the evaluated planting density. The tree spacing did not influence in fruit quality, however tetraploid Swingle citrumelo and IAC 1697 citrandarin resulted the highest overall quality for juice processing. The efficiency of fruit mass picked per minute was higher for trees grafted on the dwarfing rootstock. The spray coverage was generally higher on plants grafted on the more vigorous rootstock, regardless of spacing used. However, the cumulative incidence of HLB was lower on Valencia orange grafted on tetraploid Swingle citrumelo at the highest tree density evaluated. The results of this study contribute to the understanding of the influence of rootstocks on cultural practices and HLB management aiming at the varietal diversification in the citrus industry.

Keyword: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, Disease progress, Dwarfism, Performance, Planting density, Phytosanitary application technology.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Aspecto das plantas de laranjeira Valência enxertadas em citrandarin IAC 1710 (esq.) e em citrumelo Swingle tetraploide (dir.) aos seis anos de idade (2018) no espaçamento 5,00 m x 2,00 m em Gavião Peixoto,SP.....11
- Figura 2.** Ilustração do posicionamento dos papeis hidrossensíveis na entrada (a), saída (b) e meio interno (c) e externo (d) de planta de laranjeira Valência enxertada em citrumelo Swingle tetraploide no experimento de avaliação de cobertura de pulverização.....14
- Figura 3.** Posicionamento da turbina do pulverizador em relação à copa de plantas de laranjeira Valência enxertada nos porta-enxertos citrandarin IAC 1710 (A) e citrumelo Swingle tetraploide (B) no espaçamento 6,50 m x 3,00 m avaliados neste experimento em Gavião Peixoto-SP.....15
- Figura 4.** Ilustração da parcela experimental utilizada no experimento de avaliação de cobertura de pulverizações em laranjeira Valência enxertada em porta-enxertos de vigor contrastante em dois espaçamentos de plantio. As plantas representam quatro linhas de seis árvores (parcela inteira), sendo úteis as três plantas centrais com papeis hidrossensíveis representados em amarelo. As setas indicam a direção de movimento do pulverizador na parcela.....15
- Figura 5.** Produção acumulada por planta (kg.planta^{-1}) por quatro safras (2014 – 2017) de laranjeira doce ‘Valência’ enxertada em quatro porta-enxertos de citros cultivados em três espaçamentos de plantio em Gavião Peixoto-SP. 4x = tetraploide. Médias seguidas de letras minúsculas e maiúsculas diferentes, respectivamente entre porta-enxertos dentro de cada espaçamento e entre espaçamentos dentro de cada porta-enxerto, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As barras representam o erro padrão das médias.....18

Figura 6. Cobertura (%) média de pulverização nos volumes de aplicação de 25 (A e B), 75 (C e D) e 120 (E e F) ml.m^{-3} e em quatro posições na copa (B, D, F) utilizando papeis hidrossensíveis distribuídos sobre copa de laranjeira Valência pulverizada em dois espaçamentos de plantio (adensado e não adensado) e sobre dois porta-enxertos (vigoroso citrandarin IAC 1710 e nanico citrumelo Swingle tetraploide), e tratamento adicional de pulverização unilateral em citrumelo Swingle tetraploide, em Gavião Peixoto-SP, 2018. As barras representam o erro padrão das médias.....25

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Volume de copa e tabela de regulagem utilizada em cada tratamento de pulverização, com volume de calda, velocidade, números de bicos, vazão em litros por minutos por ponta, ponta de pulverização e pressão utilizada em Gavião Peixoto-SP, 2018.....13
- Tabela 2.** Produção acumulada de frutos por planta e produtividade acumulada em 2014 a 2017 de laranjeira doce ‘Valência’ enxertada em quatro porta-enxertos de citros e cultivada em três espaçamentos de plantio em Gavião Peixoto-SP.....17
- Tabela 3.** Concentração de sólidos solúveis totais (SS), ratio, índice tecnológico (IT) e massa (Mf) de frutos de laranjeira doce ‘Valência’ enxertada em quatro porta-enxertos de citros e cultivada em três espaçamentos de plantio em Gavião Peixoto-SP, 2017.....20
- Tabela 4.** Eficiência de colheita, em termos de tempo dispendido por planta por colhedor (EfPlanta), quantidade de frutos colhidos por minuto por colhedor (EfQuilo) e tempo estimado para colheita de 1000 frutos (EfFruto), de laranjeira doce ‘Valência’ enxertada em quatro porta-enxertos de citros e cultivada em três espaçamentos de plantio em Gavião Peixoto-SP, 2017.....22
- Tabela 5.** Incidência acumulada (%) de 2012 (plantio) até 2018 de plantas sintomáticas de HLB em laranjeira doce ‘Valência’ enxertada em quatro porta-enxertos de citros e cultivada em três espaçamentos de plantio em Gavião Peixoto-SP.....26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	01
2. MATERIAL E MÉTODOS	08
2.1. Área experimental.....	08
2.2. Material vegetal e espaçamento de plantio.....	09
2.3. Produção de frutos.....	09
2.4. Qualidade de frutos.....	10
2.5. Eficiência de colheita.....	10
2.6. Cobertura de pulverização.....	11
2.7. Incidência de HLB.....	16
2.8. Análises estatísticas.....	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1. Produção de frutos.....	17
3.2. Qualidade de frutos.....	19
3.3. Eficiência de Colheita.....	21
3.4. Cobertura de pulverização.....	23
3.5. Incidência de HLB.....	26
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
5. CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31
ANEXO I	36

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Em 2017, o Brasil foi o maior produtor de laranja, sendo responsável por 34% da produção mundial dessa fruta e mais da metade da produção de seu suco, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) (Neves & Trombin, 2017). Com uma área plantada de 401.470 ha com 194,4 milhões de laranjeiras (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018), a citricultura paulista e mineira gera aproximadamente 200 mil empregos diretos e indiretos e um PIB anual de US\$ 6,5 bilhões de dólares (Neves & Trombin, 2017). Em 2016, o Brasil produziu 1,9 milhão de toneladas de suco do tipo FCOJ (*Frozen and Concentrated Orange Juice*), equivalente a 66° Brix (Neves & Trombin, 2017). Desde o início dos anos 2000, aumentam as exportações de suco NFC (*Not From Concentrate*), que é o suco natural pasteurizado (Darros-Barbosa & Curtolo, 2005). O suco NFC tem maior valor agregado, porém exige mais qualidade da fruta usada como matéria-prima, o que pode ser alterado por diversos fatores, entre eles, clima, irrigação, adubação, doenças, espaçamento de plantio, variedades de copa e porta-enxertos (Pozzan & Triboni, 2005; Costa et al., 2016).

Segundo o inventário de plantas cítricas (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018), em 2018 os pomares do cinturão citrícola de São Paulo e Minas Gerais apresentaram densidade média de plantio de 656 árvores.ha⁻¹, o dobro do que era usado em pomares plantados há 30 anos. Esse aumento foi motivado pela necessidade de obter maior rentabilidade sobre a mesma área cultivada, principalmente pela crescente competitividade e aumento dos custos de produção de laranja (Stuchi & Girardi, 2010). O adensamento de plantio resulta em um maior potencial produtivo devido ao aumento de ocupação de volume de copa por área (Reitz, 1978). Por outro lado, apesar da maior produção por área nos primeiros anos em virtude do adensamento, plantas em espaçamentos maiores produzem mais por planta quando ficam mais velhas, e, dessa forma, a produtividade pode cair em pomares muito adensados quando ficam adultos (De Negri et al., 2005).

Nas condições edafoclimáticas do estado de São Paulo, estudos realizados com diferentes espaçamentos de plantio e combinações de copa e porta-enxertos indicaram aumento na produção acumulada. Em Cordeirópolis, SP, a laranjeira Valência sobre porta-enxerto trifoliata [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] nas densidades de 277, 333, 416, 555, 833 plantas.ha⁻¹, revelou que o plantio mais adensado em sequeiro proporcionou a maior produtividade média de 47 t.ha⁻¹ após 18 safras (Teófilo Sobrinho et al., 1992). Em Cordeirópolis, SP, a laranjeira Folha Murcha enxertada em limoeiro Cravo (*C. limonia* Osbeck) foi avaliada nas densidades

de 256, 307, 384, 512 e 769 plantas.ha⁻¹ por 11 anos em sequeiro, sendo novamente a produção acumulada diretamente proporcional ao adensamento de plantio (Azevedo et al., 2015)

Por outro lado, os efeitos do adensamento de plantio sobre a qualidade dos frutos são menos consistentes em relação ao que se observa para produtividade, havendo maior influência das variedades usadas e do clima durante a safra analisada (Wheaton et al., 1995). Em Colina-SP, Grizotto et al. (2012) relatam que pomares de laranjeira Valência enxertada em limoeiro Cravo usando 727 plantas.ha⁻¹ apresentaram maior produção de sólidos solúveis totais por hectare em relação à densidade de 667 plantas.ha⁻¹ seja com irrigação ou em sequeiro. Contudo, o uso de irrigação apresentou maior influência nos atributos de qualidade de frutos que os adensamentos avaliados.

Além do ganho em produtividade, o adensamento de plantio de citros a partir dos anos 2004 também tem objetivo de compensar as perdas de plantas erradicadas pela doença huanglongbing (HLB) (Stuchi & Girardi, 2010). O adensamento de plantio, especialmente nas bordas dos pomares, é uma das práticas recomendadas no manejo integrado dessa doença (Ayres et al., 2018). Na Flórida, EUA, estimou-se que a rentabilidade de cultivo de laranja na presença endêmica de HLB só foi viável em pomares utilizando adensamento de 749 plantas.ha⁻¹, o dobro em relação à densidade média de plantio empregada tradicionalmente neste estado, de 358 plantas.ha⁻¹, mesmo que o investimento no pomar tenha sido maior com o adensamento (Singerman et al., 2018). Alguns estudos indicaram ainda que a incidência acumulada de plantas sintomáticas é menor em pomares mais adensados (Stuchi et al., 2016; Silva, 2017).

Para que o adensamento de plantio seja uma prática benéfica, é necessário que as variedades de copa e de porta-enxerto escolhidas resultem em tamanho de planta que seja compatível com o espaçamento de plantio a ser utilizado (De Negri et al., 2005). Em longo prazo, pomares adensados sem a escolha correta dos porta-enxertos, adubação e poda, resultam em menor produtividade e, em algumas situações, menor qualidade de fruta também (Wheaton et al., 1995). O porta-enxerto tem capacidade de induzir muitas alterações à variedade copa, que vão desde a qualidade do suco, como os teores de açúcares e acidez, a coloração da casca e o tamanho do fruto, até características morfológicas e fisiológicas, como o tamanho da planta, a precocidade e quantidade de produção, a transpiração, a composição química dos órgãos da planta, tolerância a estresses abióticos, como salinidade, seca, frio, e a resistência a pragas e doenças, como gomose de *Phytophthora* spp., morte súbita dos citros, declínio e nematoides, entre outras (Pompeu Júnior, 2005).

Os principais porta-enxertos utilizados comercialmente para laranjeiras no cinturão citrícola de São Paulo e Minas Gerais são todos vigorosos, como citrumelo Swingle (*C. paradisi*

Macfad. x *P. trifoliata*), limoeiro Cravo e tangerineiras Sunki [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] e Cleópatra (*C. reshni* hort ex. Tanaka), o que dificulta o manejo do adensamento, pois pode implicar em competição entre plantas, principalmente por luz e água, resultando em perda de produtividade. Para pomares adensados, as plantas nanicas seriam mais recomendadas, diminuindo assim problemas por competição entre plantas e a necessidade de poda para controlar o excesso de crescimento que invade as entrelinhas. Com a restrição de uso do limoeiro Cravo devido à sua susceptibilidade à morte súbita dos citros (MSC), do citrumelo Swingle devido à sua maior intolerância à seca e incompatibilidade com algumas copas, e das tangerineiras Sunki e Cleópatra devido à susceptibilidade à gomose de *Phytophthora* spp. e início de produção tardia, respectivamente (Bassanezi et al., 2003; Pompeu Junior, 2005), novos porta-enxertos, especialmente híbridos de *P. trifoliata*, vêm sendo estudados como alternativa aos porta-enxertos tradicionais (Pompeu Junior, 2005; Pompeu & Blumer, 2014). Para serem viáveis, novos porta-enxertos devem apresentar atributos como tolerância à tristeza, exocorte, xiloporose, declínio, gomose de *Phytophthora* spp., aos nematoides dos citros e à MSC, além de induzir alta produção de frutos com elevada qualidade de suco e ser preferencialmente tolerante à seca (Pompeu Junior, 2005).

Os híbridos mais estudados incluem os citrumelos (pomelo x trifoliata), citranges (laranjeiras doces x trifoliatas) e, mais recentemente, os citrandarins (tangerinas x trifoliatas). Entre as novas opções de citrandarins avaliadas em São Paulo, tangerineira Sunki x trifoliata Benecke (IAC 1697) e *C. reticulata* Changsha x trifoliata English Small (IAC 1710) vêm se destacando por induzir elevada produção de frutos de alta qualidade, boa compatibilidade de enxertia com diferentes variedades de copa, ausência de sintomas de tristeza e MSC e boa tolerância à seca, embora induzam tamanho grande às plantas de laranjeiras (Pompeu Junior et al., 2002; Pompeu Junior & Blumer, 2011; Pompeu Junior & Blumer, 2014). Ambos os citrandarins foram desenvolvidos pelo USDA (United States Department of Agriculture) na Flórida, onde são nomeados US-812 e HRS-801, respectivamente, e introduzidos e registrados no Brasil pelo Instituto Agrônômico (IAC).

Apesar dos resultados promissores com esses novos citrandarins, há demanda por plantas de menor tamanho ou nanicas, visando facilitar a adoção de plantios mais adensados conforme mencionado anteriormente. Porta-enxertos verdadeiramente ananicantes ou semi ananicantes são aqueles que reduzem o tamanho da copa em pelo menos 40% em relação ao tamanho de combinações padrão (Bitters et al. 1979 apud Donadio & Stuchi 2001). O porta-enxerto ananicante mais conhecido é o trifoliata Flying Dragon (*P. trifoliata* var. *monstrosa*) que apresentou bom desempenho quando enxertado com a laranjeira Valência em pomar

adensado e irrigado em Bebedouro, SP (Stuchi et al., 2012). Essa espécie é uma mutação natural de trifoliata, mas tem como inconveniente ser incompatível com laranjeira Pera e algumas outras copas, além de ser muito sensível à seca e a algumas doenças como declínio e exocorte (Pompeu Junior, 2005). Alguns híbridos de trifoliata foram indutores de nanismo para a laranjeira Valência e se mostraram tolerantes à seca em plantio de sequeiro no norte do estado de São Paulo, embora ainda não se disponha de informações conclusivas sobre sua reação a diversas doenças dos citros e a outros estresses abióticos (Costa et al., 2016).

Além da formação de híbridos, outra estratégia empregada para se obter nanismo é o uso de porta-enxertos tetraploides, ou seja, em que o número de cromossomos é duplicado. Esse fenômeno pode ocorrer naturalmente, durante a formação de clones nucelares apomíticos, sendo nesse caso denominados autotetraploides, ou artificialmente, por exemplo, via fusão de protoplastos, denominados então alotetraploides (Machado et al., 2005). Plantas tetraploides apresentam diversas alterações morfológicas e fisiológicas em relação às diploides, e seu uso como porta-enxertos tem grande potencial para pomares adensados, pois os mesmos resultam, em geral, em uma árvore de menor porte em relação ao uso dos porta-enxertos diploides originais (Guerra et al., 2014). Alguns estudos em campo no Brasil indicaram o potencial de redução de copa e um bom desempenho de combinações enxertadas em diferentes porta-enxertos tetraploide (Pompeu Junior et al., 2002; Silva et al., 2013).

Por serem mais adequados para uso em plantios adensados, os porta-enxertos ananizantes podem facilitar diversas operações no pomar em função do menor tamanho de planta que induzem. Bitters et al. (1979) apud Donadio & Stuchi, (2001) propuseram uma classificação para tamanho de plantas em que a planta padrão deve ter mais que 6,0 m de altura, enquanto a subpadrão, seminânica e nanica deve ter 4,8 m, 3,6 m e 2,4 m de altura, respectivamente. Por exemplo, nas fazendas em São Paulo, é comum utilizar escadas com diferentes números de degraus à medida que as plantas crescem, especialmente a partir de 3 m de altura, de modo a permitir a colheita de frutos em toda a copa. Segundo Childers (1978), apud Donadio & Stuchi (2001), a colheita com uso de escada duplica o seu custo. Portanto, o uso dos porta-enxertos ananizantes pode facilitar a colheita, com possibilidade de baratear essa operação que é a mais cara dentro do custo de produção (FNP Consultoria & Comércio, 2019). Também se deve levar em conta que plantas menores diminuem o risco de acidente de trabalho. Contudo, não se conhecem estudos detalhados sobre o rendimento operacional da colheita de laranjas em função do porta-enxerto estudado.

Além da colheita, com o uso de porta-enxertos ananizantes também é possível aumentar a eficiência nas inspeções fitossanitárias e na aplicação de agrotóxicos, resultando em um menor

custo de produção (Pompeu Junior & Blumer). Para uma boa eficiência nas pulverizações, vários fatores devem ser levados em consideração, tais como condições meteorológicas, alvo da aplicação, produtos e equipamentos utilizados (Ferreira, 2014). A densidade de plantio também influencia no dimensionamento e execução da pulverização, pois quanto menor o volume de biomassa por área, menor é o volume de água necessário para aplicação, como foi observado, por exemplo, na cultura do café (Santinato et al., 2017). Portanto, espaçamento de plantio e vigor de porta-enxerto são fatores que, conjugados, podem influenciar na modalidade e na qualidade das pulverizações fitossanitárias realizadas e, conseqüentemente, na eficiência de controle de pragas e doenças.

Diversas doenças acometem à citricultura paulista, destacando-se o HLB, o cancro cítrico, a pinta preta e a leprose (Bassanezi et al., 2016). O manejo de todas essas doenças apresenta uma similaridade: o controle químico direto ou de seus vetores via pulverização de produtos fitossanitários sobre a copa das plantas. Com o objetivo de maximizar a eficiência da operação sem prejuízo ao controle fitossanitário e com redução de custos e do impacto ambiental (Scapin & Ramos, 2018), diversos estudos foram realizados para adequar o volume de calda aplicado no manejo dessas doenças com base no volume de copa da planta. A partir desses estudos, têm-se com referência volumes entre 20 e 40 mL.m⁻³ de copa para controle do psilídeo *Diaphorina citri* Kuwayama, vetor das bactérias associadas ao HLB, de 40 a 75 mL.m⁻³ para controle de cancro cítrico, de 75 a 100 mL.m⁻³ para pinta preta e de 100 a 150 mL.m⁻³ para controle do ácaro da leprose dos citros (Scapin & Ramos, 2018). Essas faixas de volume de aplicação possibilitaram uma redução de 40 a 70% no consumo de água para pulverização e mesmo da quantidade usada de ingrediente ativo (Scardelato, 2013; Scapin et al., 2015; Silva Júnior et al., 2016b; Sichieri, 2018). Para ocorrer controle eficiente, todas essas faixas de volume devem resultar em, no mínimo, uma cobertura de pulverização de 30% no exterior da planta para o psilídeo e de 30 e 40% no interior da planta para cancro cítrico, pinta preta e leprose, respectivamente (Scapin & Ramos, 2018).

Em todos esses casos, o volume da planta é estimado a partir das suas medidas de altura e diâmetro de copa, além de outros fatores, como a quantidade de frutos e folhas presentes (Scapin & Ramos, 2018). Assim, com base neste conceito de determinação do volume de calda a ser aplicado por volume de planta, pode-se afirmar que plantas pequenas requerem menores volumes de calda, apresentando potencialmente menor custo e maior rendimento na operação (Ferreira, 2014). Não se sabe, porém, qual impacto resultaria da pulverização de agrotóxicos sobre plantas nanicas de citros sobre a disseminação de doenças.

Embora todas as doenças mencionadas sejam relevantes para o cultivo da laranja, o HLB é a mais destrutiva (Bové, 2006). As bactérias de floema *Candidatus Liberibacter americanus* e *asiaticus* estão associadas ao HLB no Brasil (Lopes et al., 2009). Ambas possuem como vetor o psilídeo *D. citri*, o qual se reproduz principalmente em todas as espécies de citros e em murta (*Murraya paniculata* L.). As bactérias são adquiridas e transmitidas durante a alimentação do inseto, preferencialmente em brotações novas, ou através de borbulhas contaminadas (Ayres et al., 2018). A doença afeta o fluxo de seiva da planta e provoca sintomas como ‘mosqueamento’ irregular nas folhas e, em alguns casos, aumento das nervuras; os frutos geralmente ficam menores e deformados, com sementes abortadas, além de ficarem mais ácidos e caírem precocemente; por fim, as plantas infectadas declinam lentamente e podem perder o valor econômico em poucos anos (Bassanezi et al., 2009, 2011). Em 2018, quinze anos após a detecção do HLB em São Paulo, estimou-se que aproximadamente 18% das plantas de laranja doce do estado apresentavam sintomas de HLB (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018).

Não existem medidas curativas para o HLB e, dessa forma, medidas preventivas são recomendadas, entre as quais o plantio de mudas sadias, a eliminação de fontes de inóculo e o monitoramento e controle do inseto vetor via aplicações de inseticidas ou por meios biológicos e culturais (Bové, 2006). Se essas medidas forem assumidas no contexto de manejo regional, a eficiência do controle será muito maior (Bassanezi et al., 2013). Ações devem ser mais intensas nas bordas das fazendas, onde a infecção primária por insetos que migram de outras áreas é mais frequente, e também devem ser direcionadas em áreas externas à fazenda, como a liberação do parasitoide *Tamarixia radiata* e a eliminação das plantas cítricas e murtas das propriedades vizinhas (Ayres et al., 2018).

Não se conhece variedades comerciais de citros resistentes ao HLB, o que seria a forma mais efetiva de controle (Bové, 2006). Contudo, alguns estudos em condições de campo relatam que espécies próximas de citros podem ser fonte de resistência às bactérias e ao vetor (Ramadugu et al. 2016). No que se refere ao porta-enxerto, até o momento todas as variedades avaliadas foram suscetíveis ao HLB, embora sejam relatados níveis variados de incidência e severidade conforme a espécie e condições de avaliação (Lopes & Frare, 2006; Stover et al., 2016; Widyaningsih et al., 2017). Há evidências de que porta-enxertos ananizantes podem resultar em menor incidência desta doença ao longo do tempo em condições de campo (Stuchi et al., 2018; Rodrigues, 2018), embora sejam suscetíveis às bactérias e não tenha ocorrido influência do porta-enxerto sobre a alimentação e a biologia do psilídeo na variedade copa em condições controladas (Alves et al., 2017). Desta forma, são necessários mais estudos acerca

do comportamento de porta-enxertos ananícantes em relação ao HLB, e mesmo em relação ao psilídeo, a fim de elucidar o real potencial de uso desse tipo de planta no manejo integrado da doença.

Em resumo, a citricultura está utilizando maiores densidades de plantio para atingir maiores produtividades. Porém, estão sendo buscados novos porta-enxertos, preferencialmente ananícantes, que sejam mais adaptados a esse sistema de plantio, desde que resultem em alta produção e qualidade de frutos. O tamanho das plantas induzido pelo porta-enxerto, por sua vez, influenciará em diferentes operações, como colheita e pulverizações fitossanitárias. Isso é importante porque o manejo das principais doenças inclui pulverizações empregando variados volumes de calda dimensionados em função do volume de copa de planta. Conseqüentemente, a incidência das doenças no campo pode ser influenciada pelo espaçamento de plantio e vigor do porta-enxerto, o que seria particularmente relevante para o manejo do HLB.

Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram:

- 1) Avaliar a produção acumulada de frutos de laranja Valência enxertada nos porta-enxertos citrandarin IAC 1710 e IAC 1697 e citrumelos Swingle e Swingle tetraploide em três espaçamentos de plantio até os seis anos de idade.
- 2) Avaliar a qualidade de frutos de laranja Valência enxertada nos porta-enxertos citrandarin IAC 1710 e IAC 1697 e citrumelos Swingle e Swingle tetraploide em três espaçamentos de plantio na quarta safra.
- 3) Determinar a eficiência da operação de colheita de frutos de laranja Valência enxertada nos porta-enxertos citrandarin IAC 1710 e IAC 1697 e citrumelos Swingle e tetraploide em três espaçamentos de plantio na quarta safra.
- 4) Avaliar a cobertura de pulverização em plantas de laranja Valência tratadas com três volumes de calda e enxertadas em citrandarin IAC 1710 (vigoroso) e citrumelo Swingle tetraploide (ananicante) em dois espaçamentos de plantio (adensado e convencional) aos seis anos de idade.
- 5) Avaliar a incidência acumulada de plantas sintomáticas e erradicadas por HLB de laranja Valência enxertada nos porta-enxertos citrandarin IAC 1710 e IAC 1697 e citrumelos Swingle e tetraploide em três espaçamentos desde o plantio até 82 meses de idade

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área experimental e condições de manejo das plantas

O experimento foi plantado em fevereiro de 2012 em uma área de sequeiro instalada em fazenda localizada em Gavião Peixoto, no centro do Estado de São Paulo (21° 43 38,18" S e 48° 23 25,00" O) e altitude próxima a 605 m. Os resultados apresentados nesse trabalho foram obtidos de 2012 a 2018.

As variáveis climáticas registradas durante o período de avaliação, de 2012 a 2017, foram: precipitação média anual de 1400 mm; temperatura média foi de 26,9° C, tendo como máxima 40° C em outubro de 2015 e mínima de 4° C em junho de 2017. O tipo climático da região é tipicamente de Cwa (subtropical de montanha). O solo da área experimental é classificado como latossolo vermelho-escuro com horizonte A moderado e textura média a argilosa.

O manejo fitossanitário realizado no experimento foram: após o plantio do experimento em 2012, todas as plantas de todos os tratamentos receberam quatro aplicações de inseticidas sistêmicos (tiametoxam e imidacloprido) via drench a cada 60 dias, com dose de 1,2 mL do produto por planta; três aplicações mensais de inseticidas de contato em rotação, visando o controle do psíldeo dos citros; uma aplicação anual preventiva contra o ácaro da leprose; quatro aplicações anuais de produtos para controle de cancro e pinta preta; e aplicações para as demais pragas conforme inspeções que foram realizadas quinzenalmente em 1% das plantas do talhão. O manejo de plantas daninhas foi realizado conforme a necessidade, sendo que os grupos químicos mais usados na área foram o paraquat e o glifosato. No primeiro ano de plantio, algumas plantas enxertadas, especialmente no porta-enxerto ananicante, foram danificadas por fitotoxidez dos herbicidas, sendo eliminadas do experimento.

A adubação de cobertura foi realizada três vezes ao ano, aproximadamente em setembro, novembro e março. Desde o plantio até a colheita em 2017, a área experimental com todas as plantas avaliadas recebeu um total de aproximadamente 12 t de fertilizantes, com seis fórmulas NPK distintas ao longo desse período. A recomendação de adubação utilizada foi a mesma para as quatro variedades de porta-enxerto avaliadas, contudo a quantidade aplicada por hectare e por planta variou conforme o espaçamento, pois a dosagem de adubo aplicado por metro linear foi a mesma em todos os tratamentos. Adubos foliares a base de micronutrientes também foram aplicados três vezes ao ano, aproximadamente em outubro, dezembro e março. Até 2018,

nenhuma operação de poda no experimento foi realizada, permitindo o crescimento natural das plantas avaliadas.

2.2. Material vegetal e espaçamentos de plantio

A variedade copa avaliada foi a laranjeira doce Valência [*C. sinensis* (L.) Osbeck]. Foram avaliados quatro porta-enxertos: citrandarins IAC 1710 (*C. reticulata* Blanco cv. Changsha x *Poncirus trifoliata* cv. English Small) e IAC 1697 [*C. sunki* (Hayata) hort. E x Tanaka x *P. trifoliata* Benecke] e os citrumelos Swingle (*C. paradisi* cv. Duncan x *P. trifoliata*) e Swingle tetraploide. O citrandarin IAC 1710 é um porta-enxerto vigoroso, enquanto citrandarin 1697 e citrumelo Swingle são variedades que induzem vigor intermediário, e o citrumelo Swingle tetraploide é ananicante. As mudas foram produzidas em ambiente protegido em viveiro comercial. O citrumelo Swingle tetraploide foi selecionado visualmente na sementeira do citrumelo Swingle no viveiro da própria fazenda, com supervisão do pesquisador do Fundecitrus Dr. Leandro Peña, selecionando-se plantas com morfologia típica de tetraploide, como folhas mais grossas e escuras, raízes mais grossas e menor crescimento vegetativo em relação às plantas diploides nucelares (Guerra et al., 2014).

Os espaçamentos de plantio avaliados foram 5,00 m x 2,00 m; 5,75 m x 2,50 m e 6,50 m x 3,00 m, o que corresponde a 1000, 695 e 512 plantas.ha⁻¹, respectivamente.

O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas, sendo que a parcela (tratamento principal) correspondeu aos espaçamentos de plantio e a subparcela (tratamento secundário) correspondeu aos porta-enxertos. Assim, avaliaram-se 12 tratamentos (três espaçamentos na parcela x quatro porta-enxertos na subparcela), com sete repetições e 24 plantas por parcela. Cada parcela experimental correspondeu a quatro linhas de plantio em paralelo com seis plantas por linha (Anexo I).

2.3. Produção de frutos

A produção de frutos por planta foi medida anualmente de 2014 a 2017 pela pesagem dos frutos colhidos, sendo apresentada a produção acumulada por planta nesse período (kg.planta⁻¹). Em seguida, estimou-se a produtividade acumulada (t.ha⁻¹) no período de 2014-2017 conforme Silva et al (2013).

2.4. Qualidade de frutos

A qualidade dos frutos foi avaliada apenas na safra principal de novembro de 2017 com base nas amostras realizadas periodicamente para acompanhamento de qualidade dos frutos. Foram coletadas amostras de 60 frutos coletados ao acaso por parcela, apenas em quatro repetições (blocos 2, 3, 5 e 6), totalizando 48 amostras. Coletaram-se frutos maduros que estavam distribuídos em todos os quadrantes nos dois lados de cada planta das duas linhas centrais da parcela. As amostras foram analisadas pelo laboratório da Citrosuco em Matão, SP. As variáveis estudadas para a qualidade do fruto incluíram concentração de sólidos solúveis totais (SST, em °Brix), acidez titulável (AT, em %), ratio (SST/AT), rendimento de suco em percentagem (RS, em %), massa de frutos (m, em g) e índice tecnológico [IT, calculado por $IT = (RS \times SS \times 40,8 \text{ kg})/10000$, correspondendo ao peso de uma caixa industrial de laranja sólidos solúveis totais por caixa de 40,8 kg de laranja], seguindo os procedimentos de rotina do laboratório industrial. Neste trabalho, estão apresentados apenas os resultados de SS, ratio, massa de frutos e IT.

2.5. Eficiência de colheita

A avaliação de eficiência de colheita foi realizada em novembro de 2017. Os colhedores foram divididos em oito equipes com cinco colhedores cada, que colheram todos os tratamentos ao acaso, ou seja, revezando diferentes tratamentos para uma mesma equipe, para evitar algum efeito da equipe de colhedores nos tratamentos. As ‘sacolas’ com capacidade para 25 kg de frutas foram pesadas individualmente em uma balança móvel em cada parcela. O tempo de colheita de cada parcela foi cronometrado e correspondeu ao tempo total de deslocamento e colheita de 24 plantas distribuídas em cada parcela. Com esse procedimento, objetivou-se avaliar tanto o efeito do porta-enxerto (eficiência de colheita da planta individual) como do espaçamento (eficiência da colheita em função do deslocamento entre plantas).

Posteriormente, a eficiência de colheita foi calculada de três modos:

a) $EfPlanta = \text{tempo para colher a parcela} \times \text{número de colhedores da parcela} [5] / \text{total de plantas da parcela}$, expresso em minutos dispendidos por planta por colhedor;

b) $EfQuilo = \text{produção média de frutos colhidos por planta na parcela} / EfPlanta$ da respectiva parcela, expressa em quilogramas de frutos colhidos por minuto por colhedor;

c) $EfFruto$ = tempo estimado para a colheita de 1000 frutos, estimado por: $EfFruto = 1000 \times \{1/[(\text{produção por planta na parcela}/\text{massa média do fruto na parcela})/EfPlanta]\}$, expresso em minutos dispendidos para colher 1000 frutos por colhedor.

2.6. Cobertura de pulverização

A pulverização foi avaliada qualitativamente por meio de análise de cobertura em papel hidrossensível em agosto de 2018. As combinações de espaçamento e de porta-enxerto utilizadas para este estudo foram compostas somente pelos espaçamentos extremos, 5,00 m x 2,00 m e 6,50 m x 3,00 m, e os volumes de copa (m^3) extremos, citrandarin IAC 1710 (muito vigoroso) e citrumelo Swingle tetraploide (ananicante) (Figura) 1.



Figura 1. Aspecto das plantas de laranjeira Valência enxertadas em citrandarin IAC 1710 (esq.) e em citrumelo Swingle tetraploide (dir.) aos seis anos de idade (2018) no espaçamento 5,00 m x 2,00 m em Gavião Peixoto, SP.

Os volumes de calda e velocidades de trabalho, avaliados separadamente para cada combinação de porta-enxerto e espaçamento, foram os mesmos utilizados pela propriedade, considerados como padrão para o controle de psilídeo, cancro cítrico/pinta preta e leprose dos citros, sendo eles 25, 70 e 120 $mL.m^{-3}$ de copa nas velocidades de trabalho de 7,8; 4,5 e 1,7 $km.h^{-1}$, respectivamente, adaptados de Scapin & Ramos (2018). Adicionalmente, foram testados os três volumes com aplicação unilateral somente em parcelas com plantas enxertadas no citrumelo Swingle tetraploide no espaçamento 6,50 m x 3,00 m, para avaliar o efeito deste tipo de aplicação somente no porta-enxerto nanico.

As principais condições meteorológicas durante a pulverização no dia 7/05/2018 (primeiro dia da aplicação) foram: temperatura máxima de 29° C, temperatura mínima de 16°C e média de 22,5°C, umidade relativa média do ar de 51% e média de vento de 12,6 km.h⁻¹. Em 08/05/2018 (segundo dia da aplicação), verificaram-se: temperatura máxima de 30°C, temperatura mínima de 17°C e média de 23,5°C, umidade relativa média do ar de 69,5% e média de vento de 11,9 km.h⁻¹.

O volume de copa das plantas foi calculado a partir das medições de altura e de diâmetro de cinco plantas por parcela no momento da aplicação e, em seguida, estimou-se o volume de copa por hectare (Tabela 1). As médias de altura e diâmetro de copa das plantas enxertadas em citrandarin IAC 1710 foram, respectivamente, de 3,40 e 3,50 m no espaçamento de 5,00 m x 2,00 m, e de 3,60 e 4,00 m no espaçamento de 6,50 m x 3,00 m. Para o citrumelo Swingle tetraploide as médias de altura e diâmetro de copa foram 2,40 e 2,50 m no espaçamentos de 5,00 m x 2,00 m e de 2,00 e 2,40 m no espaçamento de 6,50 m x 3,00 m. O cálculo para o dimensionamento do volume de calda foi realizado conforme Scapin (2014). A pulverização foi realizada com trator LS 75 e turbo atomizador FMCopling equipado com bicos marca Jacto, modelo Disc e Core, sendo que as regulagens para aplicação dos diferentes volumes de calda nas velocidades definidas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Volume de copa e tabela de regulagem utilizada em cada tratamento de pulverização, com volume de calda, velocidade, números de bicos, vazão em litros por minutos por ponta, ponta de pulverização e pressão utilizada em Gavião Peixoto-SP, 2018.

Porta-enxerto (tipo de pulverização)	Espaçamento (m)		Volume de copa (m ³ .ha ⁻¹)	Volume de calda		Vel. (km.h ⁻¹)	Nº ponta	Vazão (L.min ⁻¹ .ponta ⁻¹)	Ponta de pulverização ¹	Pressão (psi)
	rua	planta		(mL.m ⁻³)	(L.ha ⁻¹)					
IAC 1710 (bilateral)	5,00	2,00	28682	25	717	7,8	52	0,896	AD2/AC25	116
				70	2008	4,5	52	1,448	AD4/AC25	101
				120	3442	1,7	52	0,938	AD2/AC25	127
	6,50	3,00	21225	25	531	7,8	52	0,862	AD2/AC25	108
				70	1486	4,5	52	1,393	AD3/AC25	189
				120	2547	1,7	52	0,902	AD2/AC25	118
Swingle tetraploide (bilateral)	5,00	2,00	11048	25	276	7,8	30	0,598	AD2/AC23	128
				70	773	4,5	30	0,967	AD2/AC25	135
				120	1326	1,7	30	0,626	AD2/AC23	140
	6,50	3,00	7147	25	179	7,8	30	0,503	AD2/AC23	90
				70	500	4,5	30	0,813	AD2/AC25	96
				120	858	1,7	30	0,526	AD2/AC23	99
Swingle tetraploide (unilateral)	6,50	3,00	7147	25	179	7,8	15	0,503	AD2/AC23	90
				70	500	4,5	15	0,813	AD2/AC25	96
				120	858	1,7	15	0,526	AD2/AC23	99

¹ Ponta de pulverização da marca Jacto, modelo Disc e Core, sendo AD o disco de pulverização e AC o difusor.

Os blocos extremos 1 e 7 do experimento original foram desconsiderados para a avaliação da cobertura de pulverização, utilizando-se apenas os blocos 2, 3, 4, 5 e 6 como repetições. Para a análise da cobertura, foram utilizados papéis hidrossensíveis colocados na altura do terço mediano da planta, em quatro posições na copa: no centro da copa, cerca de 1 m dentro da mesma (meio interno); no centro da copa, externamente (meio externo); na extremidade da copa pela qual o equipamento iniciou a pulverização no sentido de seu deslocamento na linha de plantio (entrada); e na extremidade da copa pela qual o equipamento finalizou a pulverização no sentido de seu deslocamento na linha de plantio (saída) (Figura 2). Neste estudo, não se posicionou papel hidrossensível no topo da copa devido à menor altura das plantas nanicas, assim a distância entre o topo e a posição central na copa era próxima.



Figura 2. Ilustração do posicionamento dos papéis hidrossensíveis na entrada (a), saída (b) e meio interno (c) e externo (d) de planta de laranjeira Valência enxertada em citrumelo Swingle tetraploide no experimento de avaliação de cobertura de pulverização.

Na pulverização bilateral, o pulverizador foi posicionado no eixo central da entrelinha, resultando em diferentes distâncias e projeção da pulverização em relação às copas das plantas em função do porta-enxerto e do espaçamento de plantio utilizados (Figura 3).

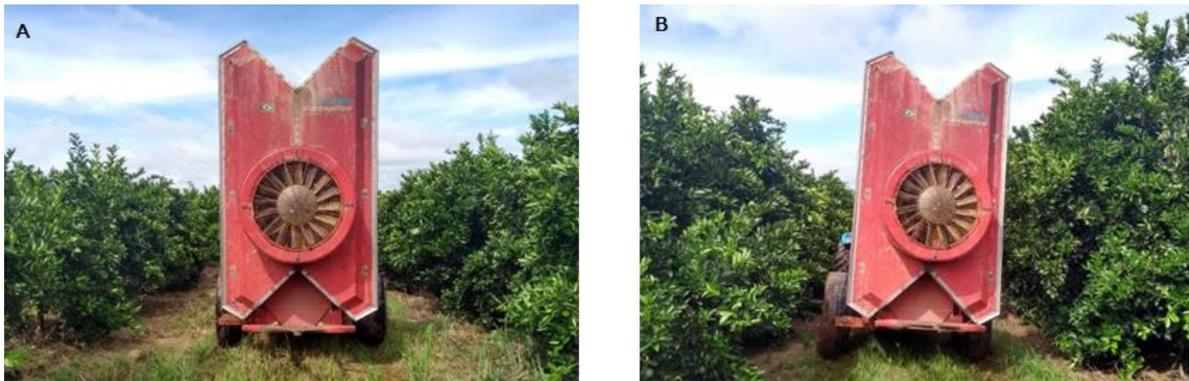


Figura 3. Posicionamento da turbina do pulverizador em relação à copa de plantas de laranja Valência enxertada nos porta-enxertos citrumelo Swingle tetraploide (A) e citrandarin IAC 1710 (B) no espaçamento 6,50 m x 3,00 m avaliados neste experimento em Gavião Peixoto, SP.

Para análise, foram utilizadas as três plantas centrais em cada parcela, nas quais os papéis hidrossensíveis foram posicionados em ambos os lados da planta, ou seja, foram adicionados quatro papéis em cada um dos lados, totalizando oito papéis por planta e 24 papéis por parcela (Figura 4). Cada lado das plantas foi considerado uma repetição para a de análise estatística.

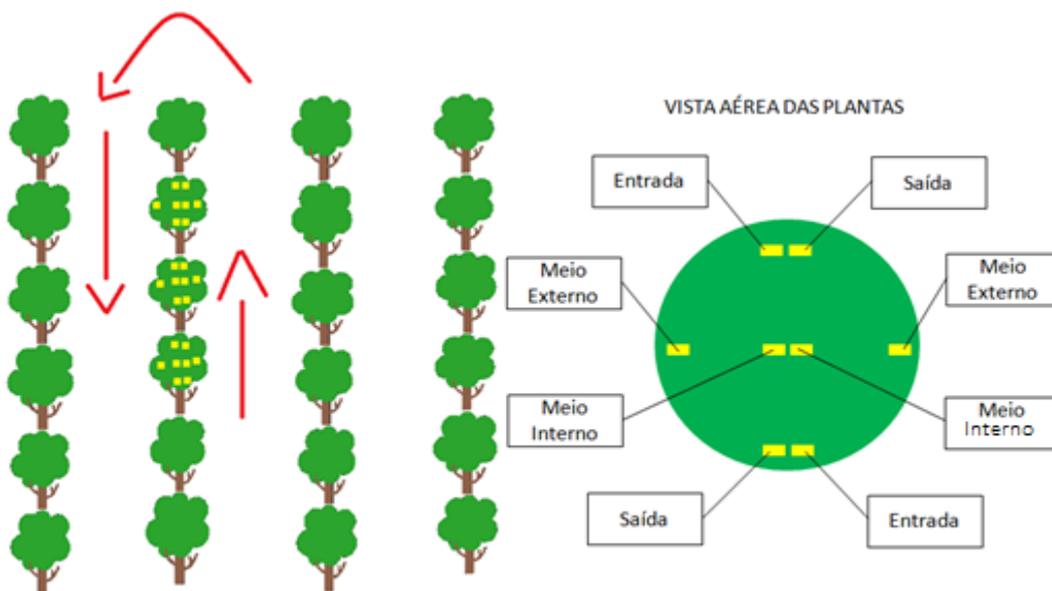


Figura 4. Ilustração da parcela experimental utilizada no experimento de avaliação de cobertura de pulverizações em laranja Valência enxertada em porta-enxertos de vigor contrastante em dois espaçamentos de plantio. As plantas representam quatro linhas de seis árvores (parcela inteira), sendo utilizadas nesta avaliação as três plantas centrais com papéis hidrossensíveis representados em amarelo. As setas indicam a direção de movimento do pulverizador na parcela.

Após a pulverização, aguardou-se a secagem natural das plantas para se coletar os papéis hidrossensíveis. Estes foram armazenados em sacos de papel após estarem completamente secos. Posteriormente, em laboratório do Fundecitrus, cada papel foi digitalizado em escâner convencional na resolução de 600 dpi, e a imagem salva em formato JPG. Para quantificar a porcentagem de cobertura de pulverização, utilizou-se o software Image J– Image Processing and Analysis in Java (Bethesda, EUA) por contraste de cores conforme descrito por Scapin (2014).

2.7. Incidência de HLB

A incidência de HLB foi avaliada desde o plantio em 2012 até dezembro de 2018 (82 meses). Foram realizadas inspeções trimestrais para detecção visual de plantas sintomáticas de HLB, que foram erradicadas junto à inspeção, sem haver replantio. Em dezembro de 2018, realizou-se a contagem de falhas correspondentes às plantas erradicadas por HLB e de plantas sintomáticas remanescentes. A incidência acumulada desde o plantio foi expressa em termos percentuais (número de plantas erradicadas e sintomáticas por HLB na parcela até 82 meses após plantio dividido pelo número total inicial de plantas na parcela).

A área experimental avaliada totalizou 2016 plantas, que estavam cercadas no mesmo talhão por uma bordadura que totalizava 17.776 plantas de laranjeira Valência enxertada em citrumelo Swingle no espaçamento 6,50 m x 2,20 m. Nesta área de bordadura, a incidência média acumulada de HLB do plantio em 2012 até dezembro de 2018, informada pela fazenda, foi de 7,59%. No talhão vizinho a oeste do talhão em que o experimento foi conduzido, havia um total de 16.508 plantas de laranjeira Hamlin enxertada em citrumelo Swingle no espaçamento 6,50 m x 2,20 m com mesma idade, em que a incidência média acumulada de HLB do plantio em 2012 até dezembro de 2018, informada pela fazenda, era de 10,5%. Ao lado norte do talhão em que se conduziu o experimento, havia uma área de mata natural. O talhão do experimento estava localizado em área central (além da borda) da fazenda.

2.8. Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as variáveis foram transformadas por $\sqrt{(x + 0,5)}$ para atendimento dos pressupostos de normalidade, com exceção das variáveis de sólidos solúveis totais (SST), ratio e índice tecnológico (IT).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Produção de frutos

Houve influência dos porta-enxertos e dos espaçamentos sobre a produção de frutos de laranjeira Valência. Houve interação significativa para produção por planta, mas não para a produtividade acumulada até o sexto ano (Tabela 2). Houve efeito significativo do bloco, o que pode ser explicado por um gradiente de declive no sentido do bloco 1 ao 7.

Nos dados de produção acumulada por planta, independentemente do espaçamento utilizado, o citrandarin IAC 1710 foi superior, seguido, em ordem decrescente, pelo citrandarin IAC 1697 e citrumelos Swingle e Swingle tetraploide. (Tabela 2). Esses resultados corroboram estudos anteriores conduzidos em São Paulo e na Flórida, avaliando o desempenho de laranjeira Valência enxertada nos citrandarins IAC 1710 e IAC 1697, que também se destacaram pela alta produção que induziram a essa variedade de copa, enquanto genótipos tetraploides e ananicanos foram menos produtivos (Wutscher & Bowman, 1999; Pompeu Junior et al., 2002; Pompeu Junior & Blumer, 2011).

Tabela 2. Produção acumulada de frutos por planta e produtividade acumulada em 2014 a 2017 de laranjeira doce ‘Valência’ enxertada em quatro porta-enxertos de citros e cultivada em três espaçamentos de plantio em Gavião Peixoto-SP.

Tratamentos	Produção acumulada por planta (kg.planta ⁻¹)	Produtividade acumulada (t.ha ⁻¹)
Espaçamentos		
5,00 m x 2,00 m	121,50 ± 6,86 C	121,50 ± 6,86 A
5,75 m x 2,50 m	141,64 ± 9,56 B	99,48 ± 6,65 B
6,50 m x 3,00 m	163,53 ± 10,48 A	83,78 ± 5,37 C
Porta-enxertos		
Citrandarin IAC 1710	184,34 ± 7,75 A	130,39 ± 5,38 A
Citrandarin IAC 1697	170,68 ± 5,46 B	121,39 ± 4,64 B
Citrumelo Swingle	148,04 ± 5,06 C	101,74 ± 4,13 C
Citrumelo Swingle 4x	70,83 ± 2,49 D	51,40 ± 3,09 D
Fonte de variação		Valores de p
Espaçamento (E)	0,0001	0,0001
Porta-enxerto (P)	0,0001	0,0001
P x E	0,0004	0,2163
Bloco	0,0057	0,0079
CV (%)	4,71	10,02

4x = tetraploide. CV = coeficiente de variação. Médias ± erro padrão seguidas por mesma letra em coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

No entanto, ao analisar o efeito dos espaçamentos de plantio em cada porta-enxerto, houve respostas distintas (Figura 5). O citrumelo Swingle tetraploide não diferiu em produção por planta em função dos espaçamentos estudados. Por outro lado, os dois citrandarins apresentaram produção por planta crescente em função dos espaçamentos mais largos. Citrumelo Swingle só apresentou maior produção por planta quando espaçado de 6,50 x 3,00 m. Por ser uma planta nanica, os espaçamentos de plantio não influenciaram na produção por planta de laranjeira Valência enxertada em citrumelo Swingle tetraploide até o sexto ano de idade. Por outro lado, porta-enxertos vigorosos de citrandarin demonstram que espaçamentos menos largos tendem a reduzir a produção por planta, provavelmente devido ao auto sombreamento das plantas.

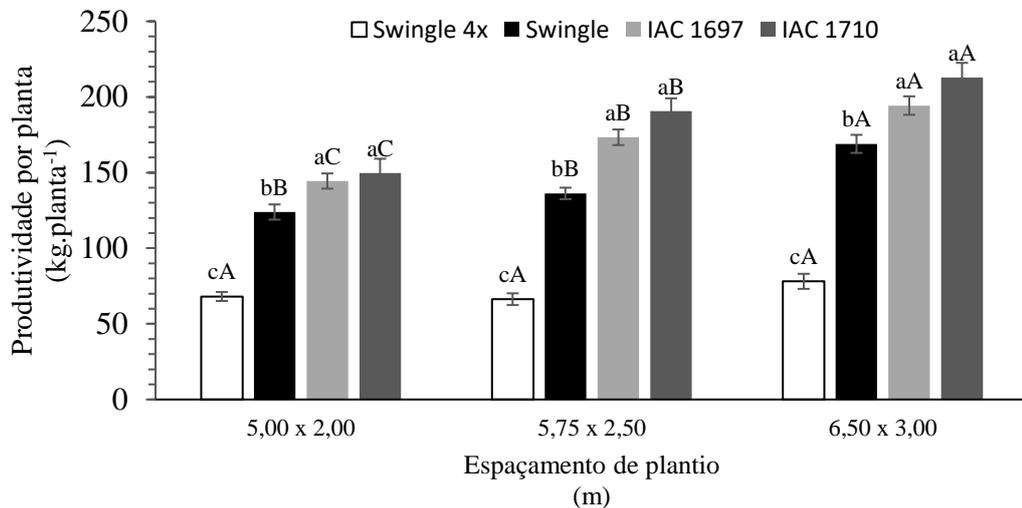


Figura 5. Produção acumulada por planta (kg.planta⁻¹) por quatro safras (2014 – 2017) de laranjeira doce ‘Valência’ enxertada em quatro porta-enxertos de citros cultivados em três espaçamentos de plantio em Gavião Peixoto-SP. 4x = tetraploide. Médias seguidas de letras minúsculas e maiúsculas diferentes, respectivamente entre porta-enxertos dentro de cada espaçamento e entre espaçamentos dentro de cada porta-enxerto, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As barras representam o erro padrão das médias.

A produtividade acumulada até o sexto ano de idade apresentou resultados inverso aos da produção por planta, pois, à medida que o espaçamento foi aumentado, houve redução da produtividade em até 44% (Tabela 2). Apesar da redução de produção por planta em função do espaçamento de plantio, os dois citrandarins continuaram a resultar em maior produtividade, independente do espaçamento, seguidos do citrumelo Swingle e, por último, do tetraploide. A produção por planta apresentada pelo citrumelo Swingle tetraploide foi tão inferior à dos demais porta-enxertos, até um terço do citrandarin IAC 1710 (Figura 5), que, mesmo usando maiores densidades de plantio, não se obteve ganho de produtividade que compensasse (Tabela 2).

Por outro lado, embora as produtividades dos citrandarins tenham sido excepcionais mesmo no espaçamento de 5,00 x 2,00 m, deve-se levar em consideração que o estudo avaliou até seis anos após o plantio e que, com o passar do tempo, provavelmente a produtividade deva cair mais no caso dos porta-enxertos mais vigorosos (Wheaton et al., 1995). Em trabalho entre densidades de plantio com laranja Valência sobre trifoliata Limeira, implantado em Cordeirópolis, SP em 1972, o menor adensamento (833 plantas.ha⁻¹) foi o mais produtivo no acumulado de 18 anos de colheita, sendo que a produção por planta passou a ser maior no espaçamento menos adensado (277 plantas.ha⁻¹) a partir do 8º ano após o plantio (Teófilo Sobrinho et al., 1992). Em estudo conduzido em Colina- SP, a produtividade de pomares irrigados e não irrigados nas densidades de 727, 667 e 615 plantas.ha⁻¹ foi avaliada em uma única safra, tendo como variedade de copa laranja Valência sobre limoeiro Cravo com 33 meses de idade (Grizotto et al., 2012). A produtividade foi duas vezes maior no tratamento mais adensado, sendo que o espaçamento foi mais determinante do que a própria irrigação para se aumentar a produtividade do pomar. Os resultados apresentados no presente estudo corroboram para a importância do adensamento de plantio como ferramenta para aumento da produtividade média de laranja durante a vida útil do pomar.

Adicionalmente, foi realizada uma inspeção visual sobre o estande das plantas em dezembro de 2018. As plantas avaliadas apresentavam aspecto sadio em geral, porém as árvores enxertadas em citrumelo Swingle tetraploide apresentaram maior variação de tamanho entre as plantas, possivelmente em virtude de sua origem a partir de *seedlings* de porta-enxertos naturais, coletados diretamente nas sementeiras, e isso pode ter acarretado em variação genética dos genótipos tetraploides ou escape de algumas plantas diploides. Plantas sobre citrandarin IAC 1697 apresentaram menor vigor e brilho em relação a citrandarin IAC 1710; existem relatos de declínio para ambas as variedades (Pompeu Junior et al., 2002).

3.2. Qualidade de frutos

O espaçamento de plantio não alterou as variáveis de qualidade de suco estudadas no ano de 2017 (Tabela 3). Teófilo Sobrinho et al. (1992) também não observaram qualquer influência do adensamento de plantio na qualidade dos frutos de laranja Valência em trifoliata Limeira após 18 anos de avaliação empregando de 277 a 833 plantas.ha⁻¹ em plantio de sequeiro em Cordeirópolis-SP.

O citrandarin IAC 1697 e o citrumelo Swingle tetraploide resultaram em concentração de sólidos solúveis totais superior à de frutos em plantas sobre citrumelo 'Swingle', que por sua

vez resultou em maior concentração de que citrandarin IAC 1710 (Tabela 3). Resultado semelhante foi obtido para o índice tecnológico. Com relação aos valores de ratio dos frutos de laranjeira Valência, os porta-enxertos avaliados foram equivalentes entre si. Para os dados de massa de frutos de laranja, o citrandarin IAC 1710 e citrumelo Swingle induziram as maiores massas. Essa relação inversa entre tamanho de fruto e concentração de sólidos solúveis totais está coerente com o que se observa historicamente (Pozzan & Triboni, 2005).

Tabela 3. Concentração de sólidos solúveis totais (SS), ratio, índice tecnológico (IT) e massa (Mf) de frutos de laranjeira doce ‘Valência’ enxertada em quatro porta-enxertos de citros e cultivada em três espaçamentos de plantio em Gavião Peixoto-SP, 2017.

Tratamentos	SS (°Brix)	ratio (SS/AT)	IT (kg SS.caixa ⁻¹)	Mf (g frutos)
Espaçamentos				
5,00 m x 2,00 m	12,88±0,23A	16,67±0,48A	3,07±0,05A	169,6±5,26A
5,75 m x 2,50 m	12,86±0,20A	16,18±0,42A	2,99±0,05A	166,6±4,28A
6,50 m x 3,00 m	12,62±0,17A	16,94±0,53A	2,98±0,04A	176,9±3,50A
Porta-enxertos				
Citrandarin IAC 1710	11,66±0,13C	17,44± 0,37A	2,79±0,04C	187,2±3,88A
Citrandarin IAC 1697	13,30±0,09A	16,61±0,36A	3,20±0,03A	159,7±1,23B
Citrumelo Swingle	12,60±0,16B	15,29±0,60A	2,95±0,03B	178,2±6,97A
Citrumelo Swngle 4x	13,60±0,12A	17,05±0,90A	3,11±0,03A	159,7±3,35B
Fonte de variação		Valores de p		
Espaçamento (E)	0,2067	0,5500	0,0892	0,0900
Porta-enxerto (P)	0,0001	0,0627	0,0001	0,0001
P x E	0,6952	0,6741	0,8273	0,5685
Bloco	0,0467	0,0695	0,0300	0,0179
CV (%)	2,90	11,37	2,71	3,55

4x = tetraploide. CV = coeficiente de variação. Médias ± erro padrão seguidas por mesma letra em coluna não diferem pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A faixa de valores médios para as variáveis de qualidade de fruto e de suco observadas nesse ano de estudo foi similar às de frutos de laranjeira Valência enxertada em citrumelo Swingle e IAC 1697 (ou US-812) reportadas em São Paulo e na Flórida, respectivamente (Wutscher & Bowman, 1999; Girardi et al., 2017). Os valores médios observados para a qualidade dos frutos de laranja Valência foram condizentes com as demandas comerciais das empresas processadoras de suco para todos os porta-enxertos estudados.

Não houve interação significativa entre os porta-enxertos e os espaçamentos estudados sobre quaisquer variáveis de qualidade de frutos (Tabela 3). Na Flórida, um estudo avaliou o desempenho dos 9 aos 13 anos de idade de combinações de dois porta-enxertos, citrange Rusk (*C. sinensis* x *P. trifoliata*) e limoeiro Milam (*C. jambhiri* Lush.), e de duas variedades de copa,

laranjeiras Valência e Hamlin, em quatro espaçamentos (370, 494, 667 e 889 plantas.ha⁻¹) (Wheaton et al., 1995). Os autores observaram que com o aumento da densidade, a qualidade do suco induzida pelo porta-enxerto Milam caiu, o que foi atribuído ao vigor excessivo dessa espécie. A queda de qualidade de frutos ficou mais evidente na variedade de copa Hamlin, mas, em contrapartida, o citrange Rusk implicou em pouca alteração de qualidade de suco em função do espaçamento. Os autores do estudo ponderaram que as variedades de citros podem responder de forma diferente ao adensamento de plantio em longo prazo conforme o vigor da combinação de enxertia usada, e que as condições climáticas influenciam significativamente nessas respostas. Por esta razão, novas safras devem ser acompanhadas no presente estudo a fim de observar o comportamento para qualidade ao longo dos anos.

3.3. Eficiência de colheita

Plantas enxertadas em citrandarin IAC 1710 demandaram cerca de três vezes mais tempo de colheita do que aquelas enxertadas em citrumelo Swingle tetraploide, já que estas produziram menos, enquanto os outros porta-enxertos resultaram em tempos de colheita por planta intermediários (Tabela 4). Com exceção das plantas enxertadas em citrumelo Swingle tetraploide, todas as demais plantas foram colhidas com auxílio de escada de sete degraus em função de seu maior tamanho. Essa condição também contribuiu para reduzir a velocidade da operação. Além disso, plantas enxertadas em citrandarin IAC 1710 levaram mais tempo para serem colhidas porque esse porta-enxerto induziu maior produção de frutos por planta. Portanto, o tempo de colheita por planta foi diretamente proporcional ao tamanho e produção das copas de laranja Valência em função do vigor do porta-enxerto e da necessidade de se usar escada.

Com relação ao espaçamento, plantas em parcelas menos adensadas (6,50 m x 3,00 m) requereram mais tempo de colheita do que aquelas em espaçamentos mais adensados (Tabela 4). No caso do espaçamento 6,50 m x 3,00 m, além de haver uma maior produção por planta na maioria dos porta-enxertos (Figura 5), além de que o maior tempo de colheita por planta se deve a um maior deslocamento do colhedor entre as plantas na área, pois estão mais distantes entre si.

Tabela 4. Eficiência de colheita, em termos de tempo dispendido por planta por colhedor (EfPlanta), quantidade de frutos colhidos por minuto por colhedor (EfQuilo) e tempo estimado para colheita de 1000 frutos (EfFruto), de laranja doce ‘Valência’ enxertada em quatro porta-enxertos de citros e cultivada em três espaçamentos de plantio em Gavião Peixoto, SP, 2017.

Tratamentos	EfPlanta (min.planta ⁻¹)	EfQuilo (kg.min ⁻¹)	EfFruto (min.1000 frutos ⁻¹)
Espaçamentos			
5,00 m x 2,00 m	16,53 ± 1,11 B	4,40 ± 0,17 A	40,54 ± 1,80 A
5,75 m x 2,50 m	17,98 ± 1,33 B	4,56 ± 0,15 A	37,31 ± 1,45 A
6,50 m x 3,00 m	21,78 ± 1,67 A	4,72 ± 0,14 A	38,54 ± 1,37 A
Porta-enxertos			
Citrandarin IAC 1710	26,2 ± 1,29 A	4,34 ± 0,16 B	44,33 ± 1,70 B
Citrandarin IAC 1697	19,2 ± 0,74 B	4,61 ± 0,16 B	35,38 ± 1,14 A
Citrumelo Swingle	20,9 ± 0,98 B	4,19 ± 0,15 B	43,54 ± 1,58 B
Citrumelo Swingle 4x	8,6 ± 0,41 C	5,11 ± 0,22 A	31,95 ± 1,05 A
Fonte de variação		Valor de p	
Espaçamento (E)	0,0005	0,1503	0,1313
Porta-enxerto (P)	0,0001	0,0001	0,0001
P x E	0,1846	0,0649	0,5100
Bloco	0,0253	0,0012	0,0016
CV (%)	15,98	12,68	14,15

4x = tetraploide. CV = coeficiente de variação. Médias ± erro padrão seguidas por mesma letra em coluna não diferem pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A eficiência de colheita em termos de quilogramas de fruto por minuto só foi influenciada pelo porta-enxerto (Tabela 4). Essa variável permite avaliar a eficiência operacional da colheita, ou seja, do processo de colheita em si. De fato, a eficiência foi 17% maior nas plantas nanicas, porque não foi necessário usar escada na colheita e isso tornou o processo mais rápido, além de mais fácil apanhar os frutos que ficam mais próximos na copa da planta nanica. O deslocamento do colhedor também é facilitado, por exemplo, no momento de atravessar a linha de plantio. Porém, ao se estimar a eficiência de colheita em minutos dispendidos por 1000 frutos, embora novamente o espaçamento não tenha influenciado o resultado, o porta-enxerto citrumelo Swingle tetraploide se equivaleu ao citrandarin IAC 1697, ambos com maior eficiência do que os demais. Isso é explicado porque esses dois porta-enxertos induziram menor massa de fruto (Tabela 3), portanto, 1000 frutos corresponderam a uma menor massa colhida, sendo mais rápida sua colheita. Na literatura, não se dispõe de muitos estudos sobre eficiência operacional de colheita de fruteiras em função do tamanho da planta. Na cultura do mirtilo (*Vaccinium* spp.), observou-se eficiência de colheita manual de frutos 50% menor como ao em plantas não podadas, o que foi relacionado tanto ao maior tamanho da planta e menor tamanho do fruto em relação aos de plantas podadas (Strik et al., 2003).

Embora a operação de colheita tenha sido mais eficiente em geral nas plantas sobre o porta-enxerto ananicante (Tabela 4), e isso é uma vantagem no planejamento da colheita, a produtividade dos porta-enxertos mais vigorosos foi muito superior, mesmo em maior adensamento de plantio. Dessa forma, porta-enxertos vigorosos demandaram maior esforço de colheita, porém resultaram em produção total muito maior e foram, assim, mais vantajosos aos citricultores até o sexto ano de plantio. No futuro, plantios ainda mais adensados podem ser avaliados no caso dos porta-enxertos ananicantes, o que vai requerer ajustes em diversas práticas, como os modelos dos equipamentos utilizados para colheita e tratos culturais (Bordas et al., 2012).

3.4. Cobertura de pulverização

No volume de calda de 25 mL.m⁻³ de copa, os tratamentos com porta-enxerto mais vigoroso (citrandarin IAC 1710) proporcionaram a maior cobertura de pulverização, independentemente do espaçamento, em relação aos tratamentos com porta-enxerto ananicante de Swingle tetraploide adensado e Swingle tetraploide com pulverização unilateral, sem diferir, no entanto, de Swingle tetraploide não adensado (Figura 6A). Nesse volume, a maior cobertura foi observada no meio externo em relação ao meio interno da copa da planta, enquanto as posições de entrada e saída não diferiram das demais (Figura 6B).

No volume de calda de 70 mL.m⁻³ de copa (Figura 6C), as coberturas resultantes nos diferentes porta-enxertos e adensamentos, bem como as posições dos papéis (Figura 6D) não diferenciaram estatisticamente entre si. Na cobertura de 120 mL.m⁻³ (Figura 6E), os resultados dos tratamentos foram similares aos de 25 mL.m⁻³, exceto pela inversão dos tratamentos com Swingle tetraploide adensado e não adensado, além de não haver diferenças significativas de cobertura entre as posições dos papéis na copa das plantas (Figura 6F). Em geral, a porcentagem média de cobertura foi proporcional ao volume de calda aplicado.

No porta-enxerto mais vigoroso, em ambos os espaçamentos, os resultados de cobertura utilizando 25 mL.m⁻³ de copa estiveram muito próximos da cobertura satisfatória de $\geq 30\%$ na parte externa da copa (Scapin & Ramos, 2018). Nos tratamentos sobre porta-enxerto nanico, a cobertura foi menor e não satisfatória, o que pode ser explicado pelo equipamento inadequado ao tamanho das plantas, proporcionando uma distância maior das pontas de pulverização até a planta, que é menor em comparação àquelas sobre porta-enxertos vigorosos, bem como a elevada altura da caixa defletora e centro da turbina (Figura 3). É possível que com equipamentos mais modernos e mais adequados para a pulverização de plantas menores, pode-

se ter maior eficiência, atingindo a cobertura necessária para o controle e prevenção das pragas e doenças de forma mais econômica. Alguns produtores estão testando pulverizar pomares novos com equipamento autopropelido, que tem a capacidade de aplicar em até sete linhas de plantio de laranjeira e que poderia ser mais adequado no caso de plantas com menor tamanho, como no caso das culturas do café, milho e soja (Dornelles et al., 2011).

Scardelato (2013) obteve resultado satisfatório para controle de psilídeo testando volume de calda de 23 mL.m^{-3} em pomar de laranjeira Pera em tangerina Sunki com três anos de idade, instalado no município de Colômbia-SP na densidade de $518 \text{ árvores.ha}^{-1}$. Apesar de mais novas, as plantas enxertadas em Sunki possuíam volume de copa de $19,5$ e 25 m^3 em duas datas distintas de avaliação, valores superiores aos de plantas sobre Swingle tetraploide neste estudo, que tiveram em média 9 m^3 , e muito próximos dos de plantas em citrandarin IAC 1710, que tiveram média de $24,5 \text{ m}^3$ aos 5,5 anos de idade. Para o volume de calda de 25 mL.m^{-3} , a média inferior de cobertura do papel instalado no meio interno era um resultado já esperado, pois este volume é recomendado para pragas e doenças de ocorrência predominante na parte externa da planta.

Para o volume de 70 mL.m^{-3} utilizado principalmente para o controle da pinta preta e do cancro cítrico, controlados em todas as localidades da planta, em todos os tratamentos a cobertura obtida apresentou resultados médios satisfatórios, $\geq 30\text{-}40\%$ no interior da copa segundo Scapin & Ramos (2018). Utilizando esse volume de aplicação, Silva Júnior et al. (2016a) encontraram o melhor custo benefício para o controle de pinta preta dos citros em laranjeira Valência enxertada em limão Cravo em Mogi-Guaçu-SP, com estande de $549 \text{ plantas.ha}^{-1}$ e volume de copa de 44 m^3 por planta, o que proporcionou 1811 L de calda por hectare.

No volume de 120 mL.m^{-3} , todos os resultados dos tratamentos foram satisfatórios para controle de leprose [$\geq 40\%$ no interior da copa segundo Scapin & Ramos (2018)], porém com vantagem para plantas sobre o citrandarin IAC 1710 que obtiveram a maior cobertura (60-70%) (Figura 6E). Sichieri (2018) obteve bom controle do ácaro da leprose com volumes de 100 mL.m^{-3} , que proporcionou 1674 litros de calda por hectare em laranjeira Pera enxertada em citrumelo Swingle com seis anos de idade em Prata-MG. A cobertura obtida pelos papeis hidrossensível neste tratamento foi em média de 48%, valor inferior à média para o citrandarin IAC 1710 testado neste trabalho. A diferença pode ser atribuída ao dimensionamento de volume de calda utilizado, que, neste experimento, foi de 120 mL.m^{-3} .

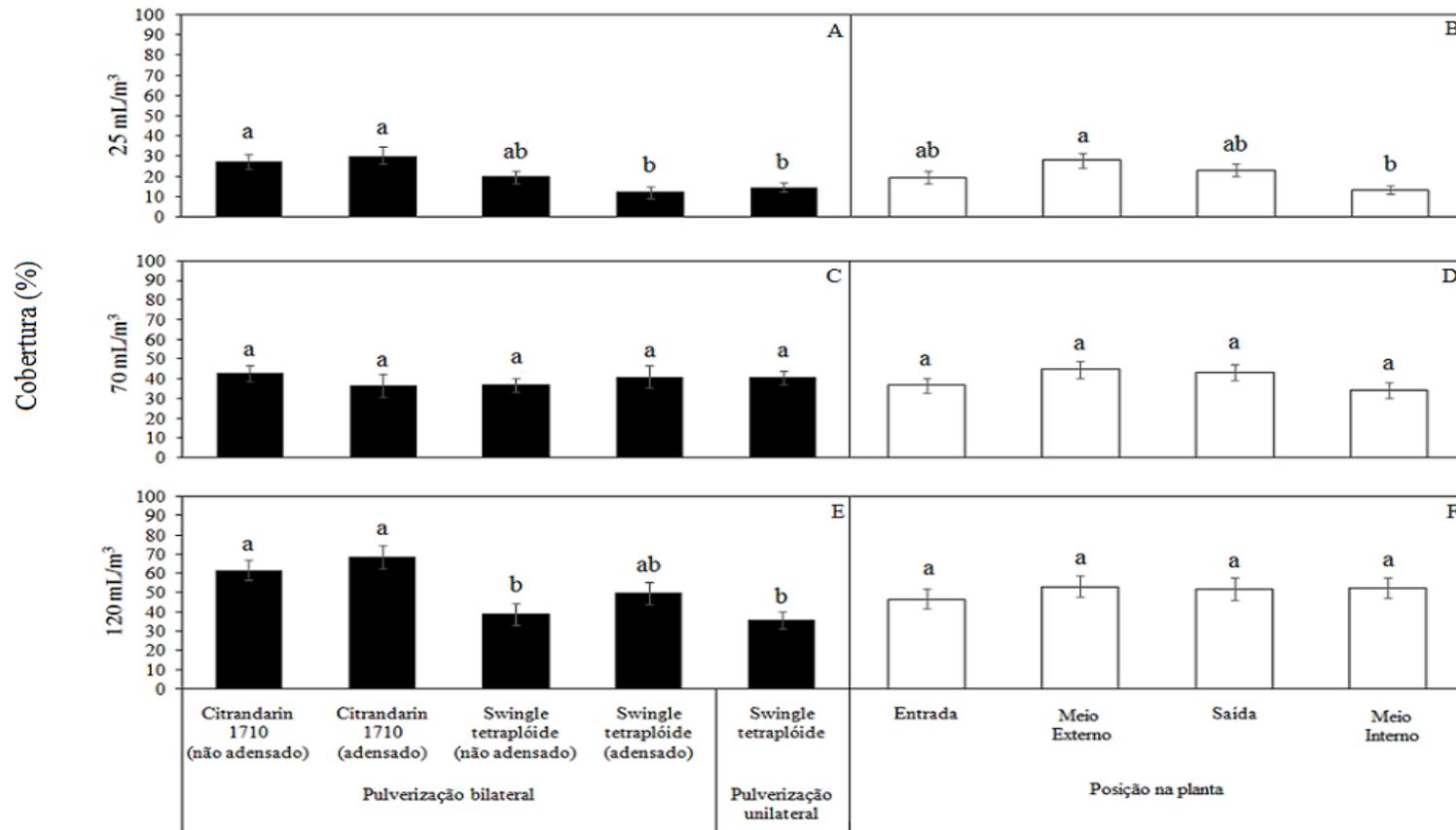


Figura 6. Cobertura (%) média de pulverização nos volumes de aplicação de 25 (A e B), 70 (C e D) e 120 (E e F) mL.m⁻³ e em quatro posições na copa (B, D, F) utilizando papeis hidrossensíveis distribuídos sobre copa de laranjeira Valência pulverizada em dois espaçamentos de plantio (adensado e não adensado) e sobre dois porta-enxertos (vigoroso citrandarin IAC 1710 e nanico citrumelo Swingle tetraploide), e tratamento adicional de pulverização unilateral em citrumelo Swingle tetraploide, em Gavião Peixoto-SP, 2018. As barras representam o erro padrão das médias.

Os resultados apresentados demonstraram que, nas condições avaliadas nesse estudo, a cobertura de pulverização foi, em geral, superior para plantas enxertadas no porta-enxerto mais vigoroso. Porém, ao se analisar a quantidade de volume de calda aplicada por hectare, o citrumelo Swingle tetraploide necessitou de um volume de calda 64% inferior comparado ao citrandarin IAC 1710, na média dos dois espaçamentos e dos volumes de calda testados (Tabela 1). Essa redução se deve ao menor volume das plantas enxertadas no porta-enxerto ananicante, o que resultou em um volume de copa por área 2,6 a 3,0 vezes menor do que em citrandarin IAC 1710 em pomares adensados (5,00 m x 2,00 m) e menos adensados (6,50 m x 3,00 m), respectivamente. Dessa forma, a variação de consumo total de calda de aplicação em função do tipo de porta-enxerto pode apresentar implicações econômicas e ambientais relevantes.

3.5. Incidência de HLB

Com relação à incidência acumulada de plantas de laranjeira Valência eliminadas por HLB desde o plantio até 82 meses de idade, houve interação significativa entre o espaçamento do plantio e a variedade de porta-enxerto ($p < 0,0156$).

A única variedade de porta-enxerto influenciada pelo espaçamento foi o citrumelo Swingle tetraploide, que no espaçamento 6,50 m x 3,00 m obteve maior incidência acumulada de HLB em relação ao espaçamento 5,00 m x 2,00 m (Tabela 5). No espaçamento 5,00 m x 2,00 m, obteve-se a menor quantidade de plantas sintomáticas de HLB em plantas sobre o citrumelo Swingle tetraploide em relação aos demais porta-enxertos. No espaçamento 5,75 m x 2,50 m, o citrumelo Swingle tetraploide apresentou menor incidência da doença em relação aos citrandarins IAC 1710 e IAC 1697, mas sem diferir de citrumelo Swingle, e no espaçamento 6,50 m x 3,0 m os porta-enxertos não se diferenciaram estatisticamente.

Tabela 5. Incidência acumulada (%) de 2012 (plantio) até 2018 de plantas sintomáticas de HLB em laranjeira doce ‘Valência’ enxertada em quatro porta-enxertos de citros e cultivada em três espaçamentos de plantio em Gavião Peixoto-SP.

Porta-enxerto	Espaçamento de plantio (m)			Média
	5,00 x 2,00	5,75 x 2,50	6,50 x 3,00	
Citrumelo Sw 4x	2,4 ± 1,2 bB	6,5 ± 2,4 abB	11,9 ± 2,12 aA	6,9 ± 1,4 B
Citrumelo Sw	8,9 ± 1,4 aA	10,1 ± 2,4 aAB	8,9 ± 1,7 aA	9,3 ± 1,0 AB
IAC 1697	15,4 ± 3,1 aA	14,3 ± 3,0 aA	11,9 ± 1,4 aA	13,9 ± 1,5 A
IAC 1710	11,3 ± 1,5 aA	19,0 ± 5,4 aA	12,5 ± 3,4 aA	14,3 ± 2,2 A
Média	9,5 ± 1,3 a	11,3 ± 1,9 a	12,5 ± 1,1 a	

4x = tetraploide. Médias ± erro padrão seguidas de letras minúsculas e maiúsculas diferentes em linhas e colunas, respectivamente, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Dessa análise, pode-se inferir que o porta-enxerto ananicante, ou seja, que reduziu o porte da copa de laranjeira Valência, resultou em menor incidência acumulada de HLB à medida que se adensou o pomar. Stuchi et al. (2018) observaram incidência de HLB em centenas de combinações de copa e porta-enxerto de citros, sem evidência de haver resistência genética. Porém, assim como neste trabalho, os autores observaram que frequentemente havia menor incidência acumulada da doença em combinações que utilizavam porta-enxertos ananicanos. Rodrigues (2018) constatou, em avaliações de 16 porta-enxertos até seis anos após o plantio em Bebedouro-SP, que porta-enxertos menos vigorosos, notadamente o trifoliata Flying Dragon, resultaram em menor incidência de HLB na copa de laranjeira Valência em relação ao uso de porta-enxertos mais produtivos e vigorosos, como limoeiro Cravo. Contudo, citrumelo Swingle não diferiu do trifoliata Flying Dragon, de modo similar ao observado nesse estudo na comparação entre Swingle e tetraploide nos espaçamentos mais largos. No estudo de Rodrigues (2018), plantas enxertadas em citranges Carrizo e Troyer tetraploides foram medianamente vigorosas e foram afetadas pelo HLB sem diferir de limoeiro Cravo, embora Santos (2013) tenha relatado menor titulação da bactéria em plantas de laranjeira Valência enxertadas no citrange Carrizo tetraploide em condições controladas. Na Flórida, Bowman et al. (2016) observaram que o citrandarin IAC 1710 ou US-801 foi o mais sensível ao HLB em termos de incidência e severidade quando enxertado com laranjeira Valência em comparação a outros 16 porta-enxertos após sete anos de exposição à doença em campo. Esses autores não observaram relação entre o vigor da copa e a incidência de HLB.

A menor incidência de HLB para plantas sobre citrumelo Swingle tetraploide observada nesse estudo ficou mais evidente no maior adensamento de plantio (Tabela 5), embora justamente nesse tratamento se observou a menor percentagem de cobertura na aplicação de 25 mL.m⁻³ (Figura 6). Esse manejo foi, no entanto, empregado apenas na avaliação dessa dissertação. A fazenda usa de rotina na área experimental volume de calda e equipamento de pulverização dimensionados para as maiores plantas. Portanto, as plantas sobre porta-enxerto ananicante receberam um volume de calda desde o plantio acima do dimensionado para esse estudo, o que pode explicar a menor incidência acumulada. Outro ponto relevante que deve ser considerado foi a aplicação de inseticidas sistêmicos na mesma concentração por planta durante o primeiro ano de plantio, o que pode ter sido mais vantajoso às plantas nanicas. Neste estudo, não se avaliou a cobertura da pulverização no topo das plantas porque, no caso das plantas enxertadas em citrumelo Swingle tetraploide, a distância entre o topo e o meio da copa era muito pequena. Assim, não se pode avaliar qual foi a eficiência de cobertura no topo, especialmente nas plantas maiores enxertadas no citrandarin IAC 1710.

A menor incidência acumulada de HLB deve estar associada ao manejo realizado, mediante constantes pulverizações foliares sobre a copa das plantas para controle do vetor. Isso é reforçado por um estudo conduzido na Flórida sem controle do psílídeo que demonstrou que, após 14 anos do plantio e aproximadamente oito anos de exposição ao HLB, a incidência acumulada de HLB foi de 100% em plantas de laranjeira Hamlin no espaçamento de 7,60 x 3,00 m sobre diversos porta-enxertos, incluindo-se o citrumelo Swingle e o trifoliata Flying Dragon (Bowman & McCollum, 2015).

A menor incidência de HLB nos tratamentos mais adensados pode ser em virtude do efeito de barreira sobre a dispersão do psílídeo nas parcelas em função da maior sobreposição entre as plantas. Stuchi et al. (2016) relataram que a incidência de HLB foi inversamente proporcional à densidade de plantio de laranjeira Valência em citrumelo Swingle até o sexto ano de plantio com densidades entre 714 e 1250 plantas.ha⁻¹, o que neste estudo só foi observado com o porta-enxerto ananicante com 1000 plantas.ha⁻¹. Os resultados obtidos até o momento são parciais, sendo necessário um maior período de avaliação para sua adequada consolidação. Além disso, deve-se ponderar que todos esses resultados foram obtidos em áreas experimentais pequenas, com os tratamentos distribuídos ao acaso, o que pode intensificar o efeito de barreira. É necessário comprovar a influência do espaçamento e do tamanho de plantas sobre a incidência de HLB em áreas comerciais com maior dimensão a fim de validar o uso dessas técnicas no manejo da doença, como, por exemplo, em áreas de bordas da propriedade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos envolvendo variedades de copa e porta-enxertos são de extrema importância pelas poucas opções dos mesmos em uso pelo citricultor. Este trabalho forneceu informações preliminares sobre o desempenho agrônomico e a incidência de HLB em laranjeira Valência enxertada em variedades alternativas de porta-enxertos em diferentes espaçamentos, ajudando os citricultores na tomada de decisão para implantação ou reforma de seus pomares. Além disso, resultados inéditos sobre eficiência de colheita e cobertura de pulverização foram obtidos para porta-enxertos com vigor contrastante em pomar adensado e não adensado, ajudando o produtor a atingir maior eficiência em suas operações.

No entanto, as menores coberturas obtidas para as plantas nanicas evidenciam a necessidade de se ajustar os equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários para esse tipo de planta, a fim de que os benefícios do nanismo possam ser mais bem esclarecidos em termos de manejo fitossanitário, especialmente no cenário de adoção crescente de adensamento de plantio.

Por fim, a avaliação das variedades e espaçamentos estudados deve continuar por um maior período de tempo e, sempre que possível, ser repetida em diferentes condições ambientais, pois os resultados agrônomicos podem sofrer alterações em longo prazo conforme a interação da fisiologia da planta com o ambiente.

5. CONCLUSÕES

Até seis anos de plantio, o porta-enxerto mais produtivo para laranjeira Valência foi o citrandarin IAC 1710, sendo a produtividade por planta diretamente proporcional à densidade de plantio no intervalo de 512 a 1000 plantas.ha⁻¹.

O espaçamento de plantio não influenciou na qualidade dos frutos de laranjeira Valência na quarta safra.

Citrumelo Swingle tetraploide e citrandarin IAC 1697 induziram a maior qualidade aos frutos de laranjeira Valência para processamento de suco na quarta safra.

O menor tamanho da copa induzido pelo porta-enxerto ananicante de citrumelo Swingle tetraploide se relacionou a uma maior eficiência de colheita de frutos da copa de laranjeira Valência.

A cobertura de pulverização foi maior, em geral, em plantas de laranjeira Valência sobre porta-enxerto mais vigoroso de citradarin IAC 1710, independentemente do espaçamento de plantio utilizado e do volume de calda aplicado entre 25 e 120 mL.m⁻³.

A incidência acumulada de HLB do plantio até 82 meses de idade foi menor em laranjeira Valência enxertada em citrumelo Swingle tetraploide em relação aos porta-enxertos mais vigorosos de citrumelo Swingle diploide e citrandarins IAC 1710 e IAC 1697 somente no espaçamento de 5,00 m x 2,00 m.

REFERÊNCIAS

- Alves, G.R., Beloti, V.H., Floriano, K.M.F., Carvalho, S.A., Moral, R.A., Demétrio, C.G.B., Parra, J.R.P., Yamamoto, P.Y. 2017. Does the scion or rootstock of Citrus sp. affect the feeding and biology of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae)? **Arthropod-Plant Interactions** 12:77-84.
- Ayres, J., Sala, I., Miranda, M.P., Wulff, N., Bassanezi, R., Lopes, S.A. 2018. **Manejo do greening: 10 mandamentos para o sucesso no controle da doença**. Araraquara, SP: Fundecitrus. 63 p.
- Azevedo, F.A., Pacheco, C.A., Schinor, E.H., Carvalho, S.A., Conceição, P.M. 2015. Produtividade de laranjeira Folha Murcha enxertada em limoeiro Cravo sob adensamento de plantio. **Bragantia** 74:184-188.
- Bassanezi, R.B., Fernandes, N.G., Yamamoto, P.T. 2003. **Morte súbita dos citros**. Araraquara, SP: Fundecitrus. 54 p.
- Bassanezi, R.B., Montesino L.H., Stuchi, E.S. 2009. Effects of huanglongbing on fruit quality of sweet orange cultivars in Brazil. **European Journal of Plant Pathology** 125:565-572.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gasparoto, M.C.G., 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, R.B., Montesino, L.H., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P.T., Gottwald, T.R., Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2013. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of huanglongbing in young sweet orange plantings. **Plant Disease** 97:789-796.
- Bassanezi, R.B., Silva Junior, G.J., Feithtenberger, E., Belasque Junior, J., Behlau, F., Wulff, N.A. 2016. Doenças dos citros In: Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. Ouro fino, MG: Agronômica Ceres. p. 271-306.
- Bordas, M., Torrents, J., Arenas, F.J., Hervalejo, A. 2012. High density plantation system of the spanish citrus industry. **ISHS Acta Horticulturae. I International Symposium on Mechanical Harvesting and Handling Systems of Fruits and Nuts**. Lake Alfred. 2012. p. 123-130.
- Bové, J.M. Huanglongbing. 2006. A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology** 88:7-37.
- Bowman, K.D., McCollum, G. 2015. Five New Citrus rootstocks with improved tolerance to huanglongbing. **Hortscience** 50:1731-1743.
- Bowman, K.D., McCollum, G., Albrecht, U. 2016. Performance of ‘Valencia Orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) on 17 rootstocks in a trial severely affected by huanglongbing. **Scientia Horticulturae** 201:355-361.

Costa, D., Stuchi, E.S., Girardi, E.A., Ramos, Y.C. Fade, A.L., Junior, W.M., Gesteira, A.S. Passos., O.P. Soares, W.S. 2016. Pontencial rootstocks for Valencia sweet orange in rain-fed cultivation in the north of São Paulo, Brazil. **Citrus Research & Technology** 37:26-36.

Darros-Barbosa, R., Curtolo, J.E. 2005. Produção industrial de suco e subprodutos cítricos. In: Mattos Júnior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Júnior, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag. p. 839-870.

De Negri, J.D., Stuchi, E.S., Blasco, E.E.A. 2005. Planejamento e implantação do pomar cítrico. In: Mattos Júnior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Júnior, J. (Ed.). **Citros**. Campinas, SP: Instituto Agrônômico e Fundag. p. 405-423.

Donadio, L.C., Stuchi, E.S. 2001. **Adensamento de plantio e ananicamento em citros**. Jaboticabal, SP: FUNEP. 75 p.

Dornelles, M.E., Schlosser, J.F., Boller, W., Russini, A., Casali, A.L. 2011. Inspeção técnica de tratores e pulverizadores utilizados em pulverização agrícola. **Reveng** 19:1.

Ferreira, C.F. 2014. Aplicação de produtos fitossanitários e calibração de pulverizadores para a cultura dos citros. In: Andrade, D.J., Ferreira, M.C., Martinelli, N.M. (Ed.). **Aspectos da fitossanidade em citros**. Jaboticabal, SP: Cultura Acadêmica. p. 245-265.

FNP Consultoria & Comércio. 2019. Citros. In: _____. **Agrianual 2019**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: IEG/FNP. p. 225-236.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2018. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**: retrato dos pomares em março de Fundecitrus. Araraquara, SP: Fundecitrus. 95 p.

Girardi, E., Cerqueira, T.S., Avilés, T.C., Silva, S.R., Stuchi, E.S. 2017. Sunki mandarin and Swingle citrumelo rootstocks for rain-fed cultivation of late-season sweet orange selections in northern São Paulo state, Brazil. **Bragantia** 76:501-511.

Grizotto, R.K., Silva, J.A.A., Miguel, F.B., Modesto, R.T., Vieira Junior, J.B. 2012. Qualidade de frutos de laranja Valência cultivada sob sistema tecnificado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 16:784-789.

Guerra, D., Wittmann, M.T.S., Schwarz, S.F., De Souza, P.V.D., Gonzatto, M.P., Weiler, R.L. 2014. Comparison between diploid and tetraploid citrus rootstocks: morphological characterization and growth evaluation. **Bragantia** 73:1-7.

Lopes, S.A., Martins, E.C., Frade, G.F. 2006. Detecção de *Candidatus Liberibacter asiaticus* em *Murraya paniculata*. **Fitopatologia Brasileira** 31:303.

Lopes, S.A., Frade, G.F., Bertolini, E., Cambra, M., Fernandes, N.G., Ayres, A.J., Marin, D.R. 2009. Liberibacters associated with citrus huanglongbing in Brazil. *Candidatus Liberibacter* is heat tolerant, *Ca. L. Americanus* is heat sensitive. **Plant Disease** 93:257-262.

- Machado, M.A., Cristofani, M., Amaral, A.M., Oliveira, A.C.O. 2005. Genética, melhoramento e biotecnologia de citros. In: Mattos Júnior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Júnior, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag. p.799-822.
- Neves, M.F. Trombin, V. 2017. **Anuário da citricultura**. Ribeirão Preto: CitrusBR. 57 p.
- Pompeu Junior, J. 2005. Porta-Enxertos. In: Mattos Júnior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., PompeuJúnior, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e FUNDAG. p. 62-106.
- Pompeu Junior, J., Blumer, S. 2001. Porta-enxertos para citros potencialmente ananicantes. **Laranja** 22:147-155.
- 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 Pêra. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 44:9-14.
- Pompeu Junior, P., Laranjeira, F.F., Blumer, S. 2002. Laranjeiras ‘Valência’ enxertadas em híbridos de trifoliata. **Scientia Agricola** 59:93-97.
- Pozzan, M., Triboni, H.R. 2005. Colheita e qualidade do fruto. In: Mattos Júnior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Júnior, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag. p. 799-822.
- Ramadugu, C., Keremane, M.L., Halbert, S.E., Duan, Y.P., Roose, M.L., Stover, E., See, R.F. 2016. Long-term field evacuation reveals huanglongbing resistance in citrus relatives. **Plant Disease** 100:1858-1869.
- Reitz, H. 1978. Higher density plantings for florida citrus. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**. 91:26.
- Rodrigues, B.J. 2018. Análise de sobrevivência ao huanglongbing e desempenho horticultural de laranjeira valência enxertada em 16 cultivares de porta-enxerto de citros. 83 f. **Dissertação de Mestrado**. Jaboticabal SP: Universidade Estadual Paulista.
- Santinato, F., Ruas, R.A., Silva, C.D., Silva, P.R., Gonçalves, V.A.R., Souza Júnior, J.M. 2017. Deposição da calda de pulverização em diferentes volumes vegetativos de Coffea arabica L. **Coffee Science** 12:69-73.
- Santos, M. 2013. Reação de 16 porta-enxertos sob laranjeira ‘Valência’ ao agente causal, Candidatus Liberibacter asiaticus. 62 f. **Dissertação de mestrado**. Jaboticabal, SP: Universidade Estadual Paulista.
- Scapin, M., Behlau, F., Scandelai, R.H., Fernando, R.S., Silva Junior, G.J., Ramos, H. 2015. Tree-row-volume-based sprays of copper bactericide of control of citrus canker. **CropProductin** 77:119-126.
- Scapin, M., Ramos, H. 2018. **Manual de tecnologia de aplicação em citros**. Araraquara, SP: Fundecitrus. 27 p.

- Scapin, M.S. 2014. Adequação de volume de calda e dose de bactericida cúprico para o controle de cancro cítrico. 43 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Scardelato, D. 2013. Adequação do volume de calda no controle de *Diaphorina citri* kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em pomar de laranja, no município de Colômbia, SP. 38 f. Araraquara, SP. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Sichieri, C.E. 2018. Volumes de calda acaricida para o controle do ácaro da leprose dos citros (*Brevipalpus yothersi*) utilizando turbo pulverizador convencional e eletrostático. 49 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Silva, P.R.B. 2017. Estimativa da viabilidade econômica do replantio e avaliação da incidência de huanglongbing dos citros em pomares com diferentes densidades de plantio. 50 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Silva Junior, G.J., Feichtenberger, E., Spósito, M., Amorim, L., Bassanezi, R., Goes, A. 2016a. **Pinta preta dos citros**. Araraquara, SP: Fundecitrus. 208 p.
- Silva Junior, G.J., Scapin, M., Silva, P.F., Silva, A.R.P., Behau, F., Ramos, H. 2016b. Spray volume and fungicide rates for citrus black spot control based on tree canopy volume. **Crop Protection** 85:38-45.
- Silva, S.R., Stuchi, E.S., Girardi, E.A., Cantuarias-Avilés, T., Bassan, M.M. 2013. Desempenho da tangerineira 'Span Americana' em diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura** 35:1052-1058.
- Singerman, A., Arouca, M.B., Futch, S.H. 2018. The profitability of new citrus plantings in Florida in the era of huanglongbing. **Hortscience** 53:1655–1663.
- Stover, E.D., Inch, S., Richardson, M.L., Hall, D.G. 2016. Conventional citrus of some Scion/Rootstock combination show field tolerance under high huanglongbing disease pressure. **HortScience** 51:127-132.
- Strik, B., Buller, G., Hellman, E. 2003. Pruning severity affects yield, berry weight, and hand harvest efficiency of highbush blue berry. **Hortscience** 38:196-199.
- Stuchi, E.S., Girardi, A.E. 2010. **Use of horticultural practices in Citriculture to survive huanglongbing**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Cassava e fruits. 68 p.
- Stuchi, E.S., Bassanezi, R.B., Girardi, E.A., Moreira, A.S., Parolin, L.G. 2018. Incidência de huanglongbing (HLB) em pomares experimentais de combinações de porta-enxertos e cultivares de laranja doce e outros citros. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. 33 p.
- Stuchi, E.S., Girardi, E.A., Laranjeira, F.F., Bassanezi, R.B. 2016. Yield and huanglongbing progress at four tree spacings of sweet orange. **XIII International Citrus Congress**. Foz do Iguaçu. 2016. 1:88.

Stuchi, E.S., Girardi, E.A., Sempionato, O.R., Reiff, E.T., Silva, S.R., Parolin, L.G. 2012. **Trifoliata 'Flying Dragon' porta-enxerto para plantios adensados e irrigados de laranjeiras doces de alta produtividade e sustentabilidade.** Comunicado Técnico 152. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 7 p.

Teófilo Sobrinho, J., Pompeu Junior, J., Figueiredo, J.O. 1992. Adensamento de plantio da laranjeira 'Valência' sobre trifoliata: resultado de 18 anos de colheita. **Laranja** 13:135-155.

Wheaton, T.A., Whitney, J.D., Castle, W.S., Muraco, R.P., Browning, H.W. 1995. Citrus scion and rootstock topping height and treespacing affect tree size, yield, fruit quality and economic return. **American Society For Horticultural Science** 120:861-870.

Widyaningsih, S., Utami, S.N.H., Joko, T., Subandiyah, S. 2017. Development of disease and growth on six scion/rootstock combinations of citrus seedlings under Huanglongbing pressure. **Journal of Agricultural Science** 9:229-238.

Wutscher, H.K., Bowman, K.D. 1999. Performance of 'Valencia' Orange on 21 Rootstocks in Central Florida. **Hortscience** 34:622-624.

Anexo I

Anexo 1. Croqui da área experimental avaliando laranjeira Valência enxertada em quatro-porta-enxertos em três espaçamentos de plantio em Gavião Peixoto-SP.

