



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS**

**DESEMPENHO DE LIMA ÁCIDA TAHITI SOBRE DIFERENTES
PORTA-ENXERTOS**

BRUNA APARECIDA BETTINI

**Araras
(2019)**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS**

**DESEMPENHO DE LIMA ÁCIDA TAHITI SOBRE DIFERENTES
PORTA-ENXERTOS**

BRUNA APARECIDA BETTINI

ORIENTADOR: PROF. DR. EVANDRO HENRIQUE SCHINOR
CO-ORIENTADORA: PROFA. DRA. MARIÂNGELA CRISTOFANI-YALY

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS

Araras
(2019)

BETTINI, BRUNA APARECIDA

DESEMPENHO DE LIMA ÁCIDA TAHITI SOBRE DIFERENTES
PORTA-ENXERTOS / BRUNA APARECIDA BETTINI. -- 2019.

70 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus
Araras, Araras

Orientador: EVANDRO HENRIQUE SCHINOR

Banca examinadora: PATRÍCIA MARLUCI DA CONCEIÇÃO,
MARINÊS BASTIANEL

Bibliografia

1. CITRANDARINS. 2. HÍBRIDOS. 3. LIMÃO TAHITI. I. Orientador.
II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Helena Sachi do Amaral – CRB/8 7083



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias

Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Bruna Aparecida Bettini, realizada em 26/06/2019:

Prof. Dr. Evandro Henrique Schinor
UFSCar

Profa. Dra. Patrícia Marlucci da Conceição
UFSCar

Profa. Dra. Marinês Bastianel
IAC

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo!

À minha família e ao meu noivo por terem me apoiado nessa jornada incrível.

Ao meu orientador Evandro Henrique Schinor, a minha co-orientadora Mariângela Cristofani-Yaly e ao colaborador Fernando Alves de Azevedo por acreditarem em mim, pelos ensinamentos, apoio e paciência comigo ao longo do mestrado.

Ao diretor, pesquisadores, estagiários e funcionários da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA – Pindorama, SP, pelo apoio em todo o experimento e contribuição para a realização desse trabalho.

Ao Centro de Citricultura “Sylvio Moreira” /IAC, aos pós-doutorandos, graduandos e funcionários que ali trabalham e que também contribuíram para a realização desse trabalho.

Ao programa de pós-graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados – UFSCar, Araras, SP, pelos ensinamentos, pelas amizades e oportunidades inesquecíveis.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (processo nº 2017/08063-2) pela concessão de bolsa durante o período de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 - pelo apoio ao presente trabalho.

E a todos que aqui não citei, mas que sabem que contribuíram diretamente ou indiretamente para a execução desse trabalho.

Muito obrigada de coração!

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	4
3.1 Importância econômica da lima ácida Tahiti.....	4
3.2 Aspectos gerais da lima ácida Tahiti.....	6
3.3 Características fenológicas da lima ácida Tahiti.....	8
3.4 Porta-enxertos.....	9
3.5 <i>Huanglongbing</i> (<i>Candidatus Liberibacter</i> spp.)	12
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
4.1 Caracterização da área experimental.....	15
4.2 Desenvolvimento vegetativo.....	17
4.3 Fenologia.....	17
4.4 Produção dos frutos.....	19
4.5 Análises físico-químicas dos frutos.....	20
4.6 Durabilidade pós-colheita dos frutos.....	20
4.7 Compatibilidade copa/porta-enxerto.....	22
4.8 Tolerância à seca e potencial hídrico nas folhas.....	22
4.9 Detecção e quantificação da bactéria <i>Ca. Liberibacter asiaticus</i>	22
4.10 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.1 Desenvolvimento vegetativo.....	25
5.2 Fenologia.....	28
5.3 Produção de frutos.....	33
5.4 Análises físico-químicas dos frutos.....	38
5.5 Durabilidade pós-colheita dos frutos.....	39
5.5.1 Coloração da casca.....	39
5.5.2 Perda de massa.....	43

5.5.3	Acidez titulável.....	45
5.5.4	Sólidos solúveis totais.....	46
5.5.5	<i>Ratio</i>	48
5.5.6	Rendimento do suco.....	48
5.6	Compatibilidade copa/porta-enxerto.....	49
5.7	Tolerância à seca e potencial hídrico nas folhas.....	50
5.8	Deteção e quantificação da bactéria <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> (CLas).....	54
6	CONCLUSÕES	58
7	LITERATURA CITADA	60

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Características químicas do solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade no local do experimento. Pindorama, SP, 2018.	16
Tabela 2. Altura, diâmetro e volume de copa, índice de vigor vegetativo (IVV), taxa de cobertura da copa na linha de plantio (TCCL) e taxa de cobertura da copa na entrelinha de plantio (TCCE) de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos (PE). Pindorama, SP, 2017.	27
Tabela 3. Altura, diâmetro e volume de copa, índice de vigor vegetativo (IVV), taxa de cobertura da copa na linha de plantio (TCCL) e taxa de cobertura da copa na entrelinha de plantio (TCCE) de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos (PE). Pindorama, SP, 2018.	28
Tabela 4. Duração de cada subperíodo (dias) das fases fenológicas das plantas de lima ácida Tahiti (IAC-5), enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP (1º semestre de 2018).	30
Tabela 5. Graus-dias acumulados nos subperíodos das fases fenológicas das plantas de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos, Pindorama, SP (1º semestre de 2018).	32
Tabela 6. Produção semestral, produção acumulada e eficiência produtiva de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP, 2017 e 2018.....	35
Tabela 7. Espaçamentos ajustados para as entrelinhas, linhas e densidade de plantio para cada combinação copa/porta-enxerto, segundo equação sugerida por De Negri et al. (2005). Pindorama, SP, 2018.....	36
Tabela 8. Massa (g), rendimento do suco (%), acidez titulável (AT - g 100 mL ⁻¹), sólidos solúveis totais (SST - °Brix) e <i>ratio</i> (SST/AT) dos frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos (PE). Pindorama, SP, 2018.	39
Tabela 9. Perda de massa (%) dos frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos (PE), armazenados sob refrigeração a 7°C e 85%	

UR por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018.	44
Tabela 10. Sólidos solúveis totais (°Brix) do suco de frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018.	47
Tabela 11. Relação sólidos solúveis:acidez (<i>ratio</i>) em frutos de lima ácida Tahiti enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis-SP, 2018.	48
Tabela 12. Porcentagem de rendimento de suco em frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em seis porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018.	49
Tabela 13. Tolerância à seca de lima ácida Tahiti enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP (setembro 2017/2018).	52
Tabela 14. Incidência (%) de infecção de <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> e porcentagem de plantas de lima ácida Tahiti, enxertadas em 16 porta-enxertos, apresentando sintomas de <i>Huanglongbing</i> . Pindorama, SP, (2016/2017).	55
Tabela 15. Valores médios dos Cts de amplificação da bactéria <i>Ca. Liberibacter asiaticus</i> (CLas) na lima ácida Tahiti enxertada sobre 16 porta-enxertos em diferentes tempos de coleta. Pindorama, SP, 2016/2017.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Levantamento pedológico detalhado na estação experimental, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA, área circulada, local do experimento. Pindorama, SP.	16
Figura 2. Escala de notas elaboradas para as diferentes fases do desenvolvimento reprodutivo de lima ácida Tahiti (adaptada de Barbasso et al., 2005). Pindorama, SP, 2018.....	18
Figura 3. Escala de notas elaborada para as diferentes fases do desenvolvimento do fruto de lima ácida Tahiti (adaptada de Barbasso et al., 2005). Pindorama, SP, 2018.....	18
Figura 4. Temperatura máxima, temperatura mínima, valores médios e precipitação pluvial acumulados durante o ano de 2018. Pindorama, SP.....	32
Figura 5. Produtividade (toneladas ha ⁻¹) de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP, 2017/2018.....	35
Figura 6. Produtividade ajustada (toneladas ha ⁻¹) de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP, 2017/2018.....	36
Figura 7. Porcentagem de frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos, destinada ao mercado externo (M.E.) e ao mercado interno (M.I.). Pindorama, SP, 2017/2018.....	37
Figura 8. Coloração da casca (índice SPAD) dos frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018. **, * = teste F ou significativo a 1 ou 5%, respectivamente.....	40
Figura 9. Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto limão Cravo (LC) armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.....	41

Figura 10. Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto H5 armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.....	41
Figura 11. Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto H10 armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.....	42
Figura 12. Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto H42 armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.....	42
Figura 13. Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto H121 armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.....	43
Figura 14. Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto H150 armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.....	43
Figura 15. Perda de massa (%) dos frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e 85% UR por 47 dias. Cordeirópolis-SP, 2018. **, * = teste F significativo a 1 ou 5%, respectivamente.....	45
Figura 16. Acidez do suco (g 100 mL ⁻¹) em frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018. **, * = teste F ou significativo a 1 ou 5%, respectivamente.....	46
Figura 17. Sólidos solúveis totais (°Brix) do suco de frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob	

refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018. **, * = teste F ou significativo a 1 ou 5%, respectivamente.....	47
Figura 18. Extrato do balanço hídrico do ano de 2017 e 2018 da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Polo Centro Norte – APTA. Pindorama, SP.....	51
Figura 19. Potencial de água (Ψ_w) nas folhas de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP, setembro/2017. Obs: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Scott Knott, 5%).....	53
Figura 20. Potencial de água (Ψ_w) nas folhas de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP, setembro/2018. Obs: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Scott Knott, 5%).....	53

DESEMPENHO DE LIMA ÁCIDA TAHITI SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS

Autor: BRUNA APARECIDA BETTINI

Orientador: Prof. Dr. EVANDRO HENRIQUE SCHINOR

Co-orientadora: Profa. Dra. MARIÂNGELA CRISTOFANI-YALY

RESUMO

A lima ácida Tahiti, mais conhecida no Brasil como limão Tahiti, é uma das frutas mais produzidas no estado de São Paulo. A região noroeste desse estado é o principal polo produtor. Para produzi-la há sempre prejuízos e perdas devido à grande quantidade de doenças e pragas existentes. Visando diminuir esses prejuízos, a variabilidade genética de porta-enxertos no mercado é de extrema importância. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho da lima ácida Tahiti (IAC-5) em diferentes porta-enxertos. O experimento foi conduzido na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, localizada em Pindorama, SP, em março de 2013, com espaçamento de 7,0 m x 4,0 m, em blocos casualizados com três repetições e uma planta por parcela. Foram avaliados o desenvolvimento vegetativo, a fenologia e a produção das plantas, as características físico-químicas e a durabilidade pós-colheita dos frutos, a compatibilidade copa/porta-enxerto, a tolerância à seca e a detecção e quantificação da bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas) agente causal do *Huanglongbing* (HLB), na lima ácida Tahiti (IAC-5), enxertada em treze citrandarins, híbridos de tangerina Sunki x *Poncirus trifoliata*, no limão Cravo *Citrus limonia* (L.) Osbeck (LC), no *Poncirus trifoliata* Flying Dragon (FD) e na tangerina Sunki (TS). Foram obtidos os seguintes resultados, onde os porta-enxertos H14, H47, H135, H152, FD e TS induziram menor tamanho às plantas de lima ácida Tahiti, enquanto os porta-enxertos H5, H10, H42, H70, H73, H121, H145, H150, H173 e o LC um maior tamanho. Conseqüentemente, os que induziram menor porte à lima ácida Tahiti foram os mais suscetíveis ao déficit hídrico. Os porta-enxertos H10 e H121 proporcionaram maior produção e produtividade de frutos de lima ácida Tahiti, sendo semelhantes ao LC, em espaçamento ajustado além desses porta-enxertos citados os porta-enxertos H70, H73, H150, H5, H152 e o H42, também tiveram uma boa produtividade. Para a fenologia, obtiveram-se porta-enxertos que induziram frutos às plantas de lima ácida Tahiti, precocemente e tardiamente. Na avaliação físico-química, só houve diferença estatística para os sólidos solúveis totais e *ratio*, onde os porta-enxertos H14, FD e TS foram os que proporcionaram maior teor de sólidos solúveis totais aos frutos de lima ácida Tahiti e o H173 o maior valor de *ratio*. Já para durabilidade pós-colheita os frutos de lima ácida Tahiti enxertada no porta-enxerto H10 apresentaram boas características podendo ser armazenados até 47 dias sem perdas da qualidade. A lima ácida Tahiti foi compatível com todos os porta-enxertos estudados e o porta-enxerto H14 foi o único que apresentou tardiamente o aparecimento de sintomas de HLB nas plantas de lima ácida Tahiti enxertadas sobre ele. Conclui-se que os citrandarins podem ser considerados novos porta-enxertos alternativos para a lima ácida Tahiti.

PERFORMANCE OF THE TAHITI ACID LIME IN DIFFERENT ROOTSTOCKS

Author: BRUNA APARECIDA BETTINI

Adviser: Prof. Dr. EVANDRO HENRIQUE SCHINOR

Co-adviser: Prof. Dra. MARIÂNGELA CRISTOFANI-YALY

ABSTRACT

The Tahiti acid lime, popularly known in Brazil as Tahiti acid lime, is one of the most produced fruits in the state of São Paulo, with the northwest region as the main producer pole. However, there are many losses due to the large number of diseases and pests. To reduce these losses, the genetic variability of rootstocks in the market is of extreme importance. The objective of this work was to evaluate the performance of the Tahiti acid lime in different rootstocks. The experiment was conducted at the Paulista Agency of Technology of Agribusiness, located in the municipality of Pindorama, São Paulo, Brazil, in March 2013, with spacing of 7.0 m x 4.0 m, in a randomized block with three replicates and one plant per plot. The vegetative development, plant phenology and production, physicochemical characteristics of fruits, post-harvest fruit durability, canopy/rootstock compatibility, drought tolerance, detection of *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLAs), causal agent of *Huanglongbing* (HLB), were evaluated in a Tahiti acid lime (IAC-5), grafted on thirteen citrandarins, hybrids of Sunki mandarin x *Poncirus trifoliata* (H), Rangpur lime *Citrus limonia* (L.) Osbeck (RL), *Poncirus trifoliata* Flying Dragon (FD) and Sunki mandarin (SM). The rootstocks H14, H47, H135, H152, FD and SM induced the smallest size in plants of Tahiti acid lime, while the rootstocks H5, H10, H42, H70, H73, H121, H145, H150, H173 and RL a larger size. Consequently, the ones that induced smaller size to Tahiti acid lime scion were the most susceptible to the water deficit. The rootstocks H10 and H121 provided higher productivity of Tahiti acid lime fruit, being similar to the RL, but when we consider the adjusted spacing, besides these mentioned rootstocks, the rootstocks H70, H73, H150, H5, H152 and H42 showed also good productivity. For the phenology, rootstocks induced fruits precociously and belatedly. In the physico-chemical evaluation, there was only statistical difference for the total soluble solids and *ratio*, where rootstocks H14, FD and SM were the ones that provided higher total soluble solids content to Tahiti acidic fruit and H173 the highest value of *ratio*. For post-harvest durability the Tahiti acid lime fruits grafted on the rootstock H10 obtained good characteristics and could be stored up to 47 days without loss of quality. The Tahiti acid lime was compatible with all rootstock studied and citrandarin 14 was the only one that showed late onset of HLB symptoms in Tahiti acid lime plants grafted on it. Therefore, citrandarins may be considered as new alternative rootstocks for the Tahiti acid lime.

1 INTRODUÇÃO

A lima ácida Tahiti, mais conhecida popularmente como limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tan) está entre as dez variedades de frutas mais importantes produzidas no Brasil (FAO, 2017). O Brasil ocupa a quinta posição na produção mundial de limas e limões, produzindo aproximadamente 1,3 milhão de toneladas (FAO, 2017). O estado de São Paulo é o principal produtor, sendo responsável por 75,72% da safra brasileira (SIDRA, 2017) com cerca de 1,7 milhão de plantas novas, 8,4 milhões de árvores em produção, que produziram em 2017, 25,98 milhões de caixas de 27 kg (IEA, 2017). O maior produtor nacional é o município de Itajobi, SP, chamado de a “Capital do Limão”, produzindo 181 mil toneladas em uma área de 3,64 mil hectares (SIDRA, 2017).

A lima ácida Tahiti é caracterizada por produzir frutos com tamanho médio a grande de 70 a 100g e desprovidos de sementes. A planta apresenta porte médio a grande, floresce o ano inteiro e a maturação dos frutos é completada entre 120 e 170 dias após a floração (STUCHI et al., 2003; MARCONDES, 1991). Os clones mais difundidos são o IAC-5, também chamado de Peruano e o Quebra-galho. O Quebra-galho é o mesmo clone, no entanto, infectado com o complexo de viroides da exocorte, que apresenta menor porte e uma grande variação, em tamanho, entre árvores de um mesmo talhão (STUCHI e CYRILLO, 1998). A lima ácida Tahiti é considerada uma excelente alternativa à citricultura pela crescente demanda da fruta (ESPINOZA-NÚÑEZ et al., 2011).

Porém, um dos maiores problemas que os produtores enfrentam são as doenças, e uma das mais devastadora é o *Huanglongbing* (HLB), doença causada pela bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Clas) transmitida por um vetor chamado psílídeo (*Diaphorina citri*) que tem provocado enormes prejuízos na produção, em todas as regiões onde ocorre (PARRA et al., 2005). Verifica-se enorme carência de informações para o manejo adequado da cultura, que propicie maiores produções de frutos de qualidade e que atendam à preservação da qualidade ambiental e favoreçam a comercialização nos mercados interno e de exportação de frutos *in natura* (MATTOS et al., 2003b). De acordo com Pompeu Junior (2005), os porta-enxertos afetam muitas características das variedades copas, entre elas, podem ser destacadas: vigor, precocidade de produção, produção, época de maturação e massa de fruto, coloração da casca e do suco, teor de açúcares e de ácidos dos frutos, permanência dos frutos na planta, conservação da fruta após a colheita, tolerância à seca, à geada e a doenças.

Tendo em vista que não há relatos na literatura do uso de citrandarins para lima ácida Tahiti no estado de São Paulo, o programa de melhoramento do Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC tem focado na obtenção de híbridos de porta-enxertos, visando a importância de se obter variabilidade como forma de superar problemas bióticos (doenças e pragas) e abióticos (adversidades edafoclimáticas) e ampliar o número de variedades utilizadas na citricultura brasileira.

Dentre os híbridos obtidos, os citrandarins (*Citrus sunki* x *Poncirus trifoliata* cv Rubidoux) foram selecionados para serem avaliados em ensaios de competição com porta-enxertos comerciais. Os híbridos foram pré-selecionados nos municípios de Colômbia e Cordeirópolis, no estado de São Paulo, e apresentaram boa produtividade, compatibilidade com a variedade copa laranja Pêra e alguns apresentaram tolerância à seca comparável ao limão Cravo, *Citrus limonia* (L.) Osbeck. Os citrandarins selecionados também conferiram à variedade copa laranja Pêra diferentes portes de planta, alguns podendo ser considerados como ananizantes (CRISTOFANI-YALY et al., 2007; SCHINOR et al., 2013).

Frente ao exposto acima, objetivou-se avaliar diferentes citrandarins para o lançamento de novas opções de porta-enxertos alternativos para a copa de lima ácida Tahiti - IAC-5, comparando-os com os porta-enxertos comerciais *Poncirus trifoliata* Flying Dragon, limão Cravo e tangerina Sunki.

2 OBJETIVOS

GERAL

Objetivou-se selecionar citrandarins como porta-enxerto para lima ácida Tahiti IAC-5 em comparação ao limão Cravo, ao *Poncirus trifoliata* Flying Dragon e à tangerina Sunki.

ESPECÍFICOS

- Avaliar o desenvolvimento vegetativo, a fenologia e a produção das plantas;
- Avaliar as características físico-químicas e a durabilidade pós-colheita dos frutos;
- Avaliar a compatibilidade das diferentes combinações copa/porta-enxerto;
- Determinar a tolerância à seca da lima ácida Tahiti enxertada nos diferentes porta-enxertos;
- Detectar a bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, agente causal do *Huanglongbing* nas diferentes combinações copa/porta-enxerto.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Importância econômica da lima ácida Tahiti

Os frutos dos citros (limas ácidas, limões, pomelos, tangerinas, laranjas, cidras e kunquats ou kincan) são os mais produzidos no mundo, sendo cultivados em quase 150 países, localizados nas regiões tropicais e subtropicais do planeta. O maior produtor de citros no mundo é a China com uma produção de 38.853.849 toneladas de frutos, seguido do Brasil com 19.798.912 toneladas (SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017; FAO, 2017).

As estatísticas disponíveis sobre a produção de lima ácida no mundo estão agrupadas com os limões verdadeiros. Isso se deve ao fato da predominância de produção de limões nos países europeus, como Espanha e Itália. Por outro lado, no caso do México e Brasil, a produção de lima ácida Tahiti é maior que a dos limões verdadeiros, e tem crescido significativamente nas últimas décadas. Segundo a FAO (2017), o Brasil produziu aproximadamente 1.292.798 toneladas em 2017. Esse volume mantém o País na quinta posição entre os principais produtores mundiais do grupo de limas e limões, colocando-se em primeiro o México com 2.528.174 toneladas, seguido pela Índia com 2.364.000 toneladas da fruta, China com 2.316.876 toneladas, Argentina com 1.676.000 toneladas e em quinto, como já dito acima, o Brasil com uma produção que corresponde a 7,5% da produção mundial.

O cultivo da lima ácida Tahiti, no estado de São Paulo, representa um impacto social na economia local, pela participação na sua grande maioria de pequenos produtores rurais, com propriedades de tamanho médio de 42 hectares (IEA, 2017).

A produtividade dos pomares de lima ácida Tahiti pode ser cada vez maior, mas depende da adoção de estratégias pelo produtor para obter níveis superiores a 40 toneladas por hectare. Algumas delas são: bom manejo nutricional, sistema de fertirrigação para fornecer água e nutriente o ano todo, tratamento fitossanitário correto, manejo de plantas espontâneas, entre outras. A partir disso, o destino dos frutos são o consumo *in natura*, tanto nos mercados internos quanto nos mercados externos ou para suco concentrado. O óleo essencial extraído da casca tem emprego industrial como aromatizantes de alimentos e ingredientes de perfumaria. Além disso, apresenta propriedades medicinais, como estimulantes da digestão, antioxidante e antissépticos, tendo amplo uso nas formulações homeopáticas (MATTOS et al., 2003a).

No mercado interno o consumidor exige frutos com alto teor de suco e coloração verde e brilhante da casca, que deve ser fina, lisa, e levemente macia (GAYET e SALVA FILHO, 2003). A maioria dos frutos é comercializada nas Centrais de Abastecimento Gerais (CEAGESP). Segundo o “Sistema de Informação e Estatística de Mercado” (SIEM) a lima ácida Tahiti correspondeu a 98% do total das frutas comercializadas como limão no Entrepósito Terminal de São Paulo (ETSP) da CEAGESP em 2013. Há também um expressivo crescimento na comercialização dos limões verdadeiros nos últimos anos, embora esta ainda fique em um nível abaixo da lima ácida Tahiti (HORTBRASIL E CEAGESP, 2013).

O mercado externo exige frutos com coloração verde escuro, casca rugosa, sem problemas com doenças e com pequenos defeitos fisiológicos, com no máximo 10% de mancha na área total do fruto. Tratamento com aplicações de cera de carnaúba, fungicida e ácido giberélico visando uma maior durabilidade na pós-colheita (GAYET et al., 1995). Segundo a Hortifruti Brasil e a Secretaria de Comércio Exterior, em 2017, a lima ácida Tahiti foi uma das seis frutas que bateram recorde de exportação durante o primeiro quadrimestre (janeiro a abril), onde foram exportadas 42,94 mil toneladas do fruto, uma variação de 13% a mais que no primeiro quadrimestre de 2016. Isso foi possibilitado pelo clima no Brasil em 2016, que favoreceu o desenvolvimento das frutas, desencadeando maior volume e melhor qualidade da fruta (HF BRASIL e SECEX, 2017).

3.2 Aspectos gerais da lima ácida Tahiti

O limão Tahiti, como é conhecido popularmente no Brasil, pertence a um grupo de citros chamado de limas ácidas, não tendo nenhum parentesco com o limão Siciliano ou limão verdadeiro. Pertence à família Rutaceae, subfamília Aurantioideae, gênero *Citrus* e espécie *C. latifolia* Tan. Dentro do grupo das limas ácidas, o Tahiti é caracterizado por ter frutos médios a grandes e quase desprovidos de sementes (STUCHI et al., 2003; MATTOS et al., 2003b). Esta última característica se deve, provavelmente, a sua origem genética, um híbrido triploide ($3n = 27$) do qual o pólen e os óvulos não são viáveis e, por essa razão, os frutos são partenocárpicos (BACCHI, 1940).

Mundialmente não se conhece o centro de origem da lima ácida Tahiti. No Brasil, é considerado que tenha sido introduzido do Mediterrâneo no século XVII (CHAPOT, 1975) e segundo Hodgson (1967) essa variedade teria sido introduzida na Califórnia entre os anos de 1850 e 1880, vinda do Tahiti, o que explicaria o seu nome.

Não existem variedades de lima ácida Tahiti, mas sim clones. Os clones mais difundidos são o IAC-5, também chamado de Peruano e o Quebra-galho (STUCHI e CYRILLO, 1998). O IAC-5 foi introduzido no Brasil, trazido da Califórnia, pelo Peru, para o Instituto de Experimentação Agropecuária Centro Sul (IPEACS), do Rio de Janeiro, por Dalmo Giacometti (SALIBE e MOREIRA, 1965; FIGUEIREDO et al., 1976). Por isso explica o nome “Peruano” atribuída ao clone (MATTOS et al., 2003b). Esse clone apresenta maior produtividade, melhor tolerância ao vírus da tristeza, ausência de fissuras na casca dos troncos e ramos e menor incidência de hipertrofia do cálice das flores comparado ao quebra-galho (STUCHI e CYRILLO, 1998). O Quebra-galho é o mesmo clone, porém infectado com o complexo de viroides da exocorte, que apresenta menor porte e a grande variação entre árvores de um mesmo talhão (STUCHI e CYRILLO, 1998). Embora não tenha registros na literatura, acredita-se que a citricultura adotou, a partir dos anos 60, o termo popular “quebra-galho” para caracterizar os clones mais produtivos infectados por viroides do exocorte, cuja presença de fissuras nos ramos e facilidade de quebrá-los pelo curvamento são características desse material (MATTOS et al., 2003b). Plantios comerciais podem apresentar menor longevidade quando comparados com outros clones sem o complexo de viroides. Quando o porta-enxerto utilizado também é

suscetível como o limão Cravo, *Poncirus trifoliata*, entre outros, sintomas de descascamento também podem ser observados na casca do tronco (BARBOSA, 2010).

Existem também outros clones de lima ácida Tahiti, desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Mandioca e Fruticultura) e pela Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, como os CNPMF/EECB, CNPMF-1 e o CNPMF-2, entre outras, porém são mais difundidos na região nordeste do Brasil (RAMOS et al., 2010).

A lima ácida Tahiti floresce o ano inteiro, principalmente nos meses de setembro e outubro e a maturação dos frutos é completada entre 120 a 170 dias (STUCHI et al., 2003; MARCONDES, 1991). O desenvolvimento dos frutos varia de acordo com a variedade copa, porta-enxerto utilizado, regime térmico e disponibilidade hídrica da região produtora. Esse período pode ser estimado em função de acúmulo de graus-dias (GD) que para lima ácida Tahiti é de 1.220 °C, considerando a temperatura basal de 13 °C (SAM et al., 1988). De acordo Stuchi et al. (2003) e Marcondes (1991), os frutos pesam em média 70 a 100 g, sendo que aproximadamente 50% da sua massa é composta pelo suco, com teores de sólidos solúveis em torno de 9 °Brix e acidez titulável de 6%.

A lima ácida Tahiti apresenta duas safras bem definidas, a principal no primeiro semestre, que acontece de janeiro a junho e uma segunda, concentrada nos meses de julho a novembro, criando uma estratégia de comercialização, já que na primeira safra os preços costumam ser mais baixos e na segunda um pouco mais elevados (FIGUEIREDO et al., 1996). Para a otimização de renda com a produção, é necessário separá-la entre três categorias: frutos para exportação, que são aqueles que possuem a casca de coloração verde-escura e mais rugosa, com um diâmetro variando entre 47 a 65 mm e sem problemas fisiológicos ou mecânicos, mas dependendo da mancha, são toleradas se forem pequenas, de no máximo, 10% da área total da fruta (GAYET et al., 1995); frutos para o mercado interno, que devem ser mais suculentos com casca lisa, podendo ter alguns problemas fisiológicos leves, como a famosa “barriga branca” ou “bandeira” que são manchas brancas onde os frutos ficam encostados na penca, manchas causadas por folhas presas no meio da penca, entre outras (MATTOS et al., 2003b; SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017); e também, frutos destinados à industrialização, que são aqueles com defeitos mais graves ou com algum tipo de doença.

3.3 Características fenológicas da lima ácida Tahiti

Segundo Leão e Silva (2003), a fenologia varia em função do genótipo e das condições climáticas de cada região produtora, ou em uma mesma região, devido às variações estacionais do clima ao longo do ano. Um dos fatores de extrema importância para o desenvolvimento das plantas de citros é a temperatura do ar, desde a germinação e crescimento das mudas até a maturação dos frutos. O florescimento nos citros ocorre após temperaturas baixas ou estresse hídrico, que atuam na diferenciação e quebra de dormência de gemas floríferas, principalmente em ramos com 6 a 18 meses que não possuam frutos (MATTOS et al., 2003b). Albrigo (1993) e Coelho (1993), afirmam que além da temperatura, a disponibilidade de água no solo e umidade do ar tem influência no desenvolvimento. Para obter um melhor desenvolvimento da cultura de lima ácida Tahiti, é importante que a umidade relativa do ar fique entre 70 e 80%. Uma temperatura ideal varia de autor para autor, relatando-se que abaixo de 13°C e acima de 38°C são consideradas limitantes ao crescimento vegetativo da maioria das espécies de citros. Médias anuais superiores a 22 °C ou médias em torno de 25 a 31 °C são temperaturas para um bom desenvolvimento para a lima ácida Tahiti (REUTHER, 1973; DOORENBOS e KASSAM, 1994; ALVARENGA e NOGUEIRA, 1978; RAMOS et al., 2002). O florescimento principal dos citros ocorre no início da primavera (agosto – setembro no hemisfério sul e final de março a início de maio no hemisfério norte), entretanto, algumas espécies podem florescer várias vezes ao ano, como no caso da lima ácida Tahiti (SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017).

Para a indução do florescimento satisfatório, a seca deve ter intensidade e duração suficiente para conduzir a visível perda de hidratação das folhas, por cerca de 40 dias sem que haja desfolha excessiva e prejudicial à planta (MATTOS et al., 2003b). A paralisação do crescimento vegetativo em função da seca ou do frio resulta no acúmulo de carboidratos de reserva pelas plantas, os quais são utilizados posteriormente durante o florescimento (VOLPE, 1992). Mesmo que a planta floresça na primavera, se ocorrer novo ciclo de seca ou frio, pode haver novo fluxo de florescimento (MATTOS et al., 2003b). Quanto às necessidades hídricas, os citros necessitam de 600 a 1.300 mm por ano para obter altos níveis de rendimento, mas tudo depende também do clima, cobertura de solo, limpeza do terreno, tendo cobertura ou não e ainda o tipo de porta-enxerto utilizado (ORTOLANI et al., 1991).

Outro manejo importante é a irrigação, a evapotranspiração de uma planta adulta de Tahiti pode chegar a 150 L por dia no verão e a 70 L por dia no inverno, sob condições tropicais (MARIN, 2000).

Para a fenologia, os graus-dia (GD) ou unidades térmicas, ou também chamada de soma térmica são parâmetros apropriados para determinar, em diversas regiões, o tempo necessário entre o florescimento e a maturação dos frutos em diversas cultivares e espécies de plantas, principalmente as de citros, possibilitando um planejamento mais adequado das épocas de execução dos tratamentos culturais e da colheita. O somatório de graus-dia desde a floração até o ponto de colheita dos frutos cítricos alcança valores que são constantes para cada cultivar (SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017). Para calcular esse somatório, é necessário o acúmulo feito pela soma do GD diário para cada fase fenológica, onde se usa a temperatura máxima diária ($TMÁX$ em °C); a temperatura mínima diária ($TMÍN$ em °C); e a temperatura base (T_b , que corresponde a 13 °C), a partir da seguinte equação: $GD = (TMÁX + TMÍN) / 2 - T_b$ (VOLPE et al., 2002; BARBASSO et al., 2005). Como exemplo, no trabalho de BARBASSO et al. (2005), os estádios fenológicos considerados foram: (0) botão floral dormente; (1) botão floral visível; (2) flor completa com as pétalas fechadas (cotonete); (3) abertura da flor (antese); (4) pétalas secas e com estilete; (5) sem pétalas e sem estilete; (6) fruto com aproximadamente 3 cm de diâmetro (bola de gude); (7) fruto com aproximadamente 4,5 cm (bola de pingue-pongue); (8) fruto verde próximo do tamanho final; (9) fruto na mudança de cor verde para amarela; (10) ratio ≥ 12 , sendo que os autores utilizaram os estádios fenológicos 3; 5; 7; 8 e 10, para a caracterização das combinações tangor Murcott/porta-enxerto e cálculo da duração dos subperíodos correspondentes.

O conhecimento das fases fenológicas em condições edafoclimáticas de Pindorama é de importância para o manejo da cultura e estabelecimento de condições necessárias para o aumento da produção, produtividade e qualidade dos frutos principalmente por estar na maior região produtora de lima ácida Tahiti do estado de São Paulo.

3.4 Porta-enxertos

A escolha do porta-enxerto é um dos principais fatores a considerar quando se pretende implantar um pomar de citros, porque ele é responsável pela sustentação da planta, absorção de água e nutrientes do solo, vigor, precocidade de produção, síntese de alguns hormônios, época de maturação, massa dos frutos, coloração da casca e do suco, teor de açúcares e de ácidos, permanência dos frutos na planta, conservação pós-colheita, tolerâncias à salinidade, à seca, à geada e a doenças, entre outros (CARLOS et al., 1997, POMPEU JUNIOR, 2005; SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017). Por isso a escolha correta do porta-enxerto, até mesmo para as condições de clima e solo do local, é de fundamental importância para o sucesso do empreendimento.

Para os viveiristas, é importante que os porta-enxertos possuam um crescimento vigoroso e de fácil enxertia com as variedades-copa cultivadas comercialmente, porém nem todos os porta-enxertos possuem essa rapidez. Um deles é o porta-enxerto ananicante *P. trifoliata* Flying Dragon (*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa*), que induz baixo crescimento à planta como um todo, e por isso apresenta um crescimento lento no viveiro, fazendo com que o tempo para a produção e o preço dessa muda aumente consideravelmente em relação aos outros porta-enxertos (SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017; PIMENTEL et al., 2014).

Existem vários porta-enxertos usados na citricultura, como o limão Cravo (LC), *P. trifoliata* Flying Dragon (FD) e a tangerina Sunki (TS), que são porta-enxertos comerciais e os chamados citrandarins, que são híbridos de microtangerinas com o *P. trifoliata*, que podem reunir as qualidades das tangerinas, como tolerância a algumas doenças (tristeza, declínio, entre outras), com às do trifoliata, que possui resistência à gomose, proporciona pequeno porte às plantas, tendo maior produção por metro cúbico de copa, entre outros benefícios (BLUMER e POMPEU JUNIOR, 2005; DONADIO e STUCHI, 2001). Os citrandarins estudados nesse trabalho foram desenvolvidos no programa de melhoramento no Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC a partir de cruzamentos controlados entre tangerina Sunki com o *P. trifoliata* cv. Rubidoux para obtenção de variabilidade de porta-enxertos na citricultura como forma de superar problemas bióticos (doenças e pragas) e abióticos (adversidades edafoclimáticas). Schinor et al. (2015) mostrou que dezoito desses citrandarins desenvolvidos pelo Centro de Citricultura apresentaram boas taxas de emergência (>63%) e crescimento vegetativo inicial adequado para a produção de mudas. Em outro trabalho, onde se utilizou a laranja

pêra enxertada sobre alguns desses citrandarins, no município de Colômbia, SP, obtiveram-se altas produtividades com o uso de alguns deles (TSxPT 155, 142, 54, 92) (Schinor et al., 2013).

A Embrapa Mandioca e Fruticultura também vem conduzindo ações de pesquisas direcionadas à obtenção de cultivares de porta-enxertos que representem alternativas para a manutenção da citricultura brasileira. Originários da Califórnia e introduzidos no programa de melhoramento de citros da Embrapa, três novos citrandarins chamados de Índio, Riverside e San Diego apresentam elevada adaptabilidade às condições climáticas tropicais, resistência à gomose, plantas menores e produtivas, e em São Paulo mostraram-se resistentes também à morte súbita dos citros (PASSOS, 2012). Em um trabalho realizado por Rodrigues et al. (2018), com esses citrandarins, mostrou que eles induziram uma boa produção e proporcionaram uma boa qualidade à lima ácida Tahiti em Capixaba, no Acre.

O limão Cravo, *Citrus limonia* (L.) Osbeck, é originário da Índia, sendo provavelmente um híbrido envolvendo uma tangerina como genitor, visto que seus frutos são semelhantes aos das tangerinas. É o porta-enxerto mais utilizado no Brasil, praticamente o único utilizado em Minas Gerais (SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017). Recentemente vem ocorrendo sua substituição por outros porta-enxertos, principalmente no estado de São Paulo. As suas características são importantes para a citricultura brasileira, principalmente por sua tolerância ao estresse hídrico e à tristeza, precocidade de produção, boa produtividade às variedades copa, compatibilidade com todas as variedades copas do Brasil, entretanto, é suscetível a diversas doenças como a gomose de *Phytophthora* spp., declínio, morte súbita dos citros (MSC) e nematoides, razão pela qual a diversificação dos porta-enxertos é desejável, para reduzir riscos fitossanitários (SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017; POMPEU JUNIOR, 2005). Por ser um porta-enxerto vigoroso, o LC produz bem e ocupada um espaço maior por área, porém comparando com algumas outras combinações copa/porta-enxerto que possuem um porte pequeno, a produtividade pode aumentar devido ao adensamento dessas plantas.

A tangerina Sunki, *Citrus sunki* Hort. ex. Tan., possivelmente originária do Sul da China, apresenta um vigor moderado a alto às plantas que são enxertadas sobre ela. Seu sistema radicular é amplo e denso, apresenta razoável tolerância à seca, tem sua produção inicial mais precoce, porém apresenta maior suscetibilidade à gomose. Um dos seus maiores problemas é a obtenção de sementes, pois ela

produz de duas a três sementes viáveis por fruto. Entretanto, existem algumas seleções que produzem maior quantidade de sementes por fruto, em um trabalho realizado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, indicou a seleção “Sunki Tropical” como alternativa de uso (SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017). Um trabalho realizado por Figueiredo et al. (2002), onde foram estudados porta-enxertos para a lima ácida Tahiti, na região de Bebedouro, SP, a tangerina Sunki não foi recomendada para a lima ácida Tahiti, por apresentar uma das menores produções, sendo inviável para o produtor em uma escala comercial. No Acre, a lima ácida Tahiti sobre a tangerina Sunki, foi uma das combinações que mais produziram, comparado com combinações de lima ácida Tahiti enxertada em limão Cravo, citrange “Carrizo” e Cleópatra (LEDO et al., 2008).

O Flying Dragon, *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* nativo da região central e nordeste da China, apresenta cerca de 40 clones já identificados e descritos. Ele é considerado um porta-enxerto ananicante e possui menor produção quando comparado a outros porta-enxertos. Entretanto, devido ao seu tamanho reduzido, suas plantas podem ser plantadas em um espaçamento menor, resultando em maior produtividade (SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017). Plantas enxertadas em trifoliatas são tolerantes ao vírus da tristeza, resistentes ao nematoide *Tylenchulus semipenetrans* e à gomose, porém são suscetíveis ao exocorte e ao declínio e possui menor resistência à seca (CASTLE, 1987). O crescimento das plantas é prejudicado em solos de baixa fertilidade, arenosos e secos, entretanto, são bem adaptados a solos pesados e com drenagem insuficiente. Não é recomendada a enxertia das variedades de laranja Pêra, tangor Murcote e limão verdadeiro, devido a sua pouca afinidade acarretando em incompatibilidade, que resulta em baixa produção, não sendo economicamente viáveis (POMPEU JUNIOR, 2005; SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017). No trabalho realizado por Carvalho (2017), a produtividade da lima ácida Tahiti enxertada sobre o FD foi maior que no LC, sendo dependente das condições climáticas e do manejo adequado, como o uso do adensamento e da irrigação.

3.5 Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter* spp.)

Popularmente conhecido como Greening, é uma das doenças mais destrutivas dos citros. A palavra *Huanglongbing* (HLB) é de origem chinesa, que foi

designada por ramos e folhas amarelas que se destacavam dos ramos e folhas normais das copas das plantas. O pesquisador chinês Dr. Kung Hsiang Lin, foi o primeiro a relatar a doença no sul da China em 1919 (BOVÉ, 2006). No Brasil, as primeiras plantas com sintomas foram descobertas em março de 2004, em pomares das regiões Centro Sul do Estado do São Paulo. Atualmente, ocorre em todas as regiões citrícolas de São Paulo e também nos pomares do Paraná e Minas Gerais (FUNDECITRUS, 2018a; DEFESA AGROPECUÁRIA, 2018).

O agente causal é uma bactéria com crescimento limitado ao floema chamada de *Candidatus Liberibacter spp (Ca.L.)*. Existem três espécies, *Ca. L. africanus*, *Ca. L. asiaticus* e a *Ca. L. americanus*, porém as duas últimas são encontradas no Brasil, dando destaque a *Ca. L. asiaticus (CLas)* com 99,9% das amostras avaliadas pelos pesquisadores do Fundecitrus (BOVÉ, 2006; FUNDECITRUS, 2018a). A CLas além de ser encontrada nos citros, também foi encontrada mais tarde em uma planta denominada murta, falsa murta, murta de cheiro ou cafézinho (*Murraya paniculata spp.*), ela também é hospedeira do vetor da bactéria, o inseto que a transmite, dificultando cada vez mais o controle, pois a “murta” se encontra em vários lugares como em fundo de quintais, em calçadas de cidades, em propriedades rurais e em meio as matas (LOPES et al., 2005).

O vetor, denominado psílideo (*Diaphorina citri*), é um pequeno inseto com 2 a 3 cm de comprimento, de coloração cinza e com manchas escuras nas asas. Ele se hospeda em todas as variedades cítricas e na murta, e pode ser encontrado em todas as regiões do estado de São Paulo, sem limitações climáticas. A identificação dos adultos é facilitada, pois eles permanecem nas folhas e ramos em uma inclinação de 45°, sua alimentação ocorre geralmente nos brotos novos, onde colocam seus ovos, prosperando seu ciclo (FUNDECITRUS, 2018a).

Plantas afetadas apresentam folhas com manchas assimétricas e difusas, com áreas de cor verde normal e outras com um verde-pálido, mostrando o típico “mosqueado”. Esse é o primeiro sintoma característico da doença, até que a copa toda fique tomada por essa aparência (LOPES et al., 2006). Aos poucos as plantas vão perdendo produção e, segundo Bassanezi et al. (2006), tornam-se improdutivas em menos de cinco anos após o aparecimento da doença.

Não há medidas de controle que sejam efetivas e de baixo custo, nem mesmo existem variedades comerciais de copas ou porta-enxertos resistentes à doença. As plantas contaminadas por enquanto não têm cura. Desta forma, a prevenção da

infecção das plantas, que uma vez afetadas são fontes de inóculo para outras plantas, é fundamental para o controle do HLB. Porém, estudos a procura dessa resistência ou tolerância estão em andamento. Segundo Castle et al. (2015), na Flórida as evidências continuam se acumulando indicando que os porta-enxertos podem ser importantes para ajudar a manter a produtividade na presença do HLB.

Em uma pesquisa realizada por Pulici (2018), a laranja Valência enxertada em limão Cravo, obteve o potencial reprodutivo de *D. citri* 3,5 vezes maior do que da lima ácida Tahiti, clone Quebra galho, enxertada sobre limão Cravo. Sabe-se que a lima ácida Tahiti apresenta maior número de fluxos vegetativos ao longo do ano em relação à laranja Valência, oferecendo ao inseto, se nenhuma ação de controle for tomada, uma maior oportunidade de ciclos (VIEIRA, 1988, PULICI, 2018).

Na laranja, com a contaminação da doença, além da perda de produção a qualidade dos frutos é prejudicada, proporcionando um sabor amargo e mais ácido que o normal, tornando os frutos assimétricos e impossibilitando sua comercialização (FUNDECITRUS, 2018b). Na lima ácida Tahiti não ocorre essa deformação, o maior problema mesmo é a perda de produção. Segundo o Fundecitrus (2019), a influência do HLB na produtividade das plantas de lima ácida Tahiti, no primeiro ano de contaminação as copas das plantas apresentam 10% de sintomas, já no terceiro ano de contaminação esse número cresce para 30%. Quanto à produtividade das plantas, com 10 a 20% de sintomas na copa ocorrem perdas de 20% na produtividade, enquanto que, com 50% de sintomas as perdas chegam à metade da produtividade. Nas laranjeiras, plantas com 20% de sintomas na copa a produtividade cai 30% e com 50% a queda é 60% da produtividade (FUNDECITRUS, 2019).

A incidência de laranjeiras com sintomas de HLB no cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste de Minas Gerais foi de 16,73%, o que corresponde a aproximadamente 32 milhões de plantas. Destas plantas com sintomas, 48,6% estão com menos de 25% da copa tomada pelos sintomas da doença, 21,7% com severidade entre 26 e 50%, e 29,7% com mais da metade da copa (FUNDECITRUS, 2017). Por esse motivo, pesquisas científicas para o controle dessa devastadora doença na citricultura é de suma importância.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi estabelecido em parceria com o Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC (Cordeirópolis, SP) e com a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Polo Centro Norte – APTA, localizado em Pindorama, SP, onde foi implantado em março de 2013 (coordenadas 21°13'15,7" S e 48°54'23,3" W e altitude de 552m). O relevo da região é ondulado nas partes de altitudes maiores, passando a suave-ondulado nas altitudes menores. Conforme a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo Aw, definido como clima tropical, com inverno seco e estações chuvosas no verão, tendo precipitação média anual de 1.258 mm.

De acordo com o levantamento pedológico detalhado da APTA realizado por Lepsch e Valadares (1976), os solos do local do experimento (Figura 1), foram classificados como Eutróficos, denominados profundos, bem desenvolvidos, bem drenados, com alta saturação por bases. Esta unidade, segundo a Comissão Nacional de Solos, classifica-se como Solos Podzolizados de Lins e Marília, variação Marília. As adubações de cobertura foram realizadas de acordo com a análise do solo (Tabela 1) e os cálculos para correção foram feitos com base na recomendação de adubação proposta por Ribeiro et al. (1999).

O experimento foi conduzido em sequeiro, com delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições e uma planta por parcela, em espaçamento de 7,0 m x 4,0 m. Foram avaliados treze citrandarins (híbridos de

tangerina Sunki x *Poncirus trifoliata* cv. Rubidoux), sendo eles, H5, H10, H14, H42, H47, H70, H73, H121, H135, H145, H150, H152 e H173, juntamente com o limão Cravo (LC), o *Poncirus trifoliata* Flying Dragon (FD) e a tangerina Sunki (TS), todos enxertados com lima ácida Tahiti, clone IAC-5.

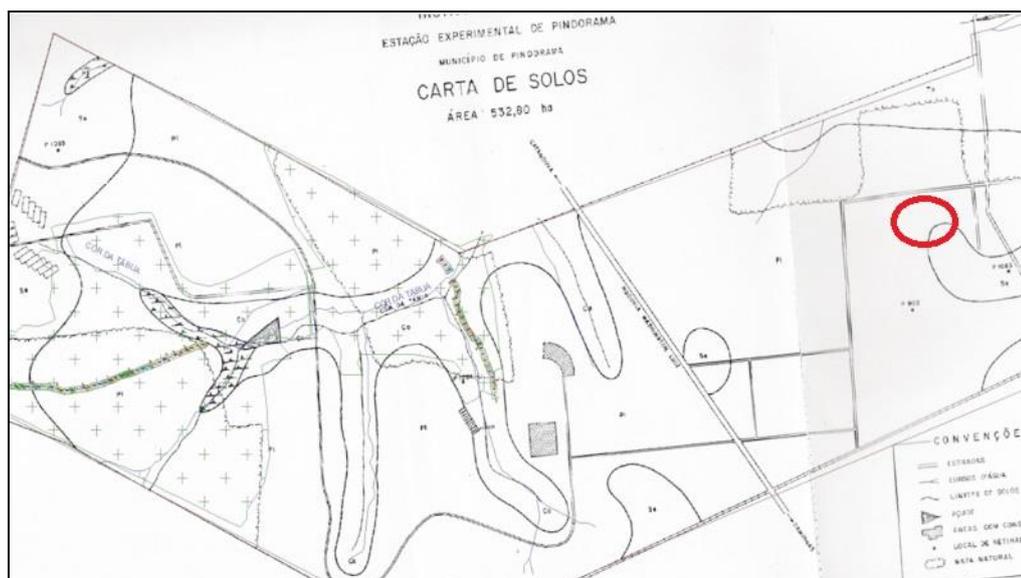


Figura 1. Levantamento pedológico detalhado na estação experimental, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA, área circulada, local do experimento. Pindorama, SP.

Tabela 1. Características químicas do solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade no local do experimento. Pindorama, SP, 2018.

Prof cm	pH (CaCl ₂)	P(res) ---- mg dm ⁻³ ----	S- SO ₄ ²⁻	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	MO g dm ⁻³	V %
0-20	5,3	46	6	2,5	21	9	0	18	32,5	50,5	9	64,4
20-40	4,9	40	0	2,4	17	7	0	18	26,4	44,4	8	59,5
Prof cm	B			Cu		Fe		Mn		Zn		
	----- mg dm ⁻³ -----											
0-20	0,16			1,0		44		9,0		0,6		
20-40	0			1,1		54		10,2		0,4		

4.2 Desenvolvimento vegetativo

O desenvolvimento vegetativo das plantas foi avaliado nos anos de 2017 e 2018 por meio de mensurações da altura e diâmetro da copa em todas as plantas do experimento. As mensurações foram realizadas com régua graduada, efetuando-se medições paralelas ao eixo de crescimento geoposito da copa (altura) e paralelas ao solo na altura de 1,5 m (diâmetro). O volume de copa foi calculado por meio da equação: $V = 2/3 \pi R^2 H$, onde V representa o volume da copa em metros cúbicos; R, o raio da copa e H, a altura da copa (MENDEL, 1956). Concomitantemente, foram calculados: o índice de vigor vegetativo (IVV) a partir da altura da planta, diâmetro da copa e do tronco do porta-enxerto, segundo a equação: $[\text{altura} + \text{diâmetro da copa} + (\text{diâmetro do porta-enxerto} \times 10)]/100$; taxa de cobertura da copa na linha de plantio (TCCL): calculada a partir do diâmetro da copa na direção da linha de plantio (DL) e do espaçamento utilizado na linha (EL), segundo a equação: $[(DL/EL) \times 100]$, expresso em porcentagem e; taxa de cobertura da copa na entrelinha de plantio (TCCE): calculada a partir do diâmetro da copa na direção da entrelinha de plantio (DE) e do espaçamento utilizado na entrelinha (EE), segundo a equação: $[(DE/EE) \times 100]$, expresso em porcentagem (BORDIGNON et al., 2003).

4.3 Fenologia

Para a caracterização fenológica, foi utilizada a metodologia adaptada de Barbasso et al. (2005) para as principais fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas, desde o botão floral até a maturação fisiológica dos frutos. Essa avaliação foi iniciada em agosto de 2018 e finalizada em março de 2019, onde todos os frutos chegaram ao tamanho final. Para essa avaliação foram demarcados seis ramos por planta, sendo três em cada um dos lados leste e três do lado oeste das plantas no sentido do experimento. Os estádios fenológicos considerados foram: (1) botão floral visível; (2) flor completa com as pétalas fechadas (cotonete); (3) abertura da flor (antese); (4) pétalas secas e com estilete; (5) sem pétalas e sem estilete; (6) fruto com 1,0 a 2,5 cm de diâmetro (bola de gude); (7) fruto com 2,6 a 4,0 cm (bola de pingue-pongue); (8) fruto próximo do tamanho final com 4,1 a 4,6 cm de diâmetro; (9) fruto no tamanho final de 4,7 a 6,5 cm de diâmetro. Foram considerados os estádios fenológicos 3, 5, 7, 8 e 9 para a caracterização das

combinações copa/porta-enxerto e cálculo da duração dos subperíodos correspondentes (Figuras 2 e 3).

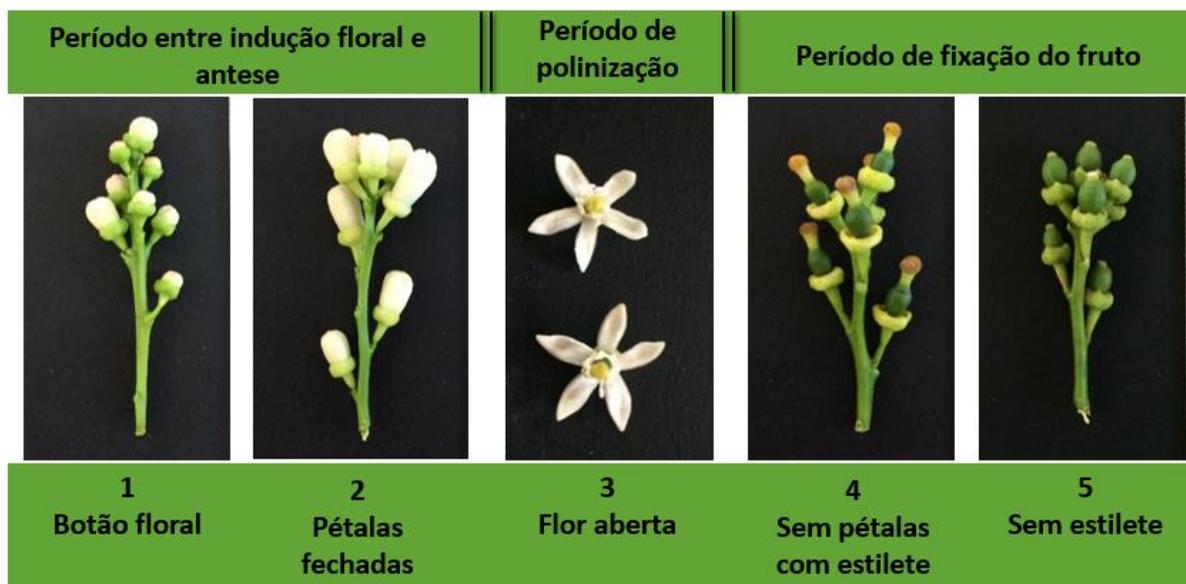


Figura 2. Escala de notas elaborada para as diferentes fases do desenvolvimento reprodutivo de lima ácida Tahiti (adaptada de Barbasso et al., 2005). Pindorama, SP, 2018.



Figura 3. Escala de notas elaborada para as diferentes fases do desenvolvimento do fruto de lima ácida Tahiti (adaptada de Barbasso et al., 2005). Pindorama, SP, 2018.

O cálculo de graus-dia (GD), para os diferentes subperíodos, foi feito segundo Villa Nova et al. (1972), pela equação: $GD = (TMÁX + TMÍN) / 2 - Tb$; onde: TMÁX = temperatura máxima diária (°C); TMÍN = temperatura mínima diária (°C); Tb = temperatura base (13 °C). O acúmulo de GD foi feito pela soma do GD diário para cada subperíodo. As informações meteorológicas foram levantadas junto ao CIAGRO/IAC/APTA, da Estação Meteorológica na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Polo Centro Norte – APTA, Pindorama, SP, mesmo local do experimento.

4.4 Produção de frutos

A produção das plantas foi quantificada mensalmente, pela pesagem e contagem direta de todos os frutos, em ponto de colheita, em cada uma das plantas do experimento, possibilitando a observação da produção na safra (1º semestre) e entressafra (2º semestre). Após a pesagem dos frutos, os mesmos foram classificados e quantificados por tamanho e em tipo de frutos, ou seja, para o mercado interno, cor verde clara e casca fina, admitindo-se manchas brancas na casca, ou tipo exportação, cor verde escuro e casca grossa, sem manchas amareladas (GAYET e SALVA FILHO, 2003). Para a produtividade foi calculado o acumulado da produção de dois anos (2017 e 2018), dividido pela quantidade de plantas utilizada por hectare [$10000 / (7*4)$], onde 10000 é a área de um hectare em m² e 7*4 (metros) o espaçamento utilizado na área onde foi realizado esse experimento. Para a produtividade ajustada, foi realizado o mesmo cálculo, porém variando o espaçamento de cada combinação copa/porta-enxerto, conforme o diâmetro da planta (d) mensurado no campo, ajustando-o então com a seguinte equação (De Negri et al., 2005): $d+2,5m \times 0,75*d$. Para a eficiência produtiva, que significa a quantidade de frutos que a planta produz por metro cúbico de copa, usou-se a produção dos dois anos (2017 e 2018) dividido pelo volume de copa (m³).

4.5 Análises físico-químicas dos frutos

Para as avaliações das características físico-químicas dos frutos, cinco frutos foram coletados de cada repetição de todos os porta-enxertos avaliados, totalizando 15 frutos por tratamento e encaminhados no dia 16 de julho 2018 ao Laboratório de Qualidade e Pós-Colheita do Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC em Cordeirópolis, SP, sendo mensurados:

Massa dos frutos: a massa total dos frutos foi obtida, de uma só vez, em uma balança marca Filizola com capacidade de 15 kg, com sensibilidade 5 g.

Altura e diâmetro dos frutos: as determinações de altura e diâmetro dos frutos foram feitas por leitura direta de cada amostra, com auxílio de uma escala graduada, em centímetros.

Rendimento de suco: Foi determinado após esmagamento do fruto na extratora OIC (Organização Internacional Centenário) modelo OTTO 1800 (filtro com diâmetro interno = 26,11 mm; comprimento = 265 mm; furos de diâmetro = 0,6 mm; área de vazão = 20%). Calculado através da relação massa do suco/massa do fruto e expresso em porcentagem.

Sólidos solúveis do suco: o teor de sólidos solúveis foi determinado por leitura direta no refratômetro B&S, modelo RFM 330 e expresso em °Brix.

Acidez do suco do suco: a acidez foi obtida por titulação de 25 mL de suco, com uma solução de hidróxido de sódio de normalidade 0,3125 e usando-se fenolftaleína como indicadora.

Relação sólidos solúveis/acidez do suco (ratio): Foi calculada pela relação direta sólidos solúveis/acidez.

4.6 Durabilidade pós-colheita dos frutos

Foram avaliados 30 frutos de lima ácida Tahiti, enxertada nos citrandarins H5, H10, H42, H121, H150 e LC, colhidos manualmente em 10 de maio de 2018, em cada uma das repetições, totalizando 90 frutos por tratamento, e encaminhados ao Laboratório de Qualidade e Pós-Colheita do Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC, Cordeirópolis, SP. Foram colhidos frutos apenas dessas combinações mencionadas acima, pois apenas elas possuíam frutos suficientes para essa avaliação. O objetivo foi avaliar o comportamento dos frutos de lima ácida Tahiti em

cada combinação copa/porta-enxerto simulando pós-colheita para exportação, tentando-se identificar a interferência do porta-enxerto na durabilidade desses frutos.

Os frutos passaram por uma seleção na qual foram descartados aqueles em desacordo com o padrão de qualidade para exportação: casca rugosa, cor verde oliva brilhante, diâmetro da região equatorial entre 4,7 e 6,5 cm, sem manchas na casca, injúrias mecânicas e fúngicas (GAYET et al., 1995; BASSAN et al., 2016). Foram lavados com detergente para frutas, um produto neutro, isento de essências e corantes, enxaguados em água corrente e imersos em uma solução com hipoclorito de sódio (2%) por dois minutos. Em seguida foram imersos em outra solução com 10 g L⁻¹ de ácido giberélico (Pro-Gibb®10% i.a.) por 30 segundos, com o intuito de manter a casca verde dos frutos.

Os frutos permaneceram em local ventilado e sombreado para a secagem por volta de seis horas. Após completamente secos foi aplicada uma mistura de 100 mL de cera de carnaúba e resina colofônia a 18% p/v e 200 µL do fungicida Magnate 500 EC, e com o auxílio de uma micropipeta e uma luva essa mistura foi espalhada, manualmente, por toda a superfície do fruto. Após a secagem, os frutos foram acondicionados em caixas de papelão tipo exportação, desinfestadas e acondicionadas sob refrigeração, à temperatura de 7 °C e umidade relativa de 85% (BIASI e ZANETTE, 2000). Em cada caixa foram colocados 20 frutos.

As avaliações foram realizadas no início (tempo 0) e aos 6, 13, 27 e 47 dias após o armazenamento, sendo que em cada avaliação retiravam-se quatro frutos para as análises de coloração da casca, realizada com o medidor indireto de clorofila, modelo SPAD-502 (Minolta Camera Co. Ltd., Japan), em dois pontos de cada fruto (área medida de 0,5024 cm²), sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável e *ratio*, conforme descritos no item 4.5.

A perda de massa dos frutos foi calculada em um lote de 10 frutos de cada tratamento, armazenados nas mesmas condições dos demais frutos. A cada data de avaliação era obtida a massa dos 10 frutos com a pesagem em balança de precisão com sensibilidade de 0,0001 g e estes voltavam a ser armazenados para a próxima pesagem. A perda de massa foi calculada pela diferença, em porcentagem, entre a massa inicial e a massa no momento de cada avaliação, em cada uma das três repetições.

4.7 Compatibilidade copa/porta-enxerto

Foi avaliada em dezembro de 2017 e 2018 a compatibilidade por meio da abertura de uma “janela” retangular na região da união copa/porta-enxerto de um tamanho que se consiga retirar a casca e verificar se havia a presença de sintomas típicos relacionados à incompatibilidade (pontuações, linha de goma e necrose). O critério adotado foi de positivo ou negativo, não considerando a intensidade do anel de goma (NAURIYAL et al., 1958).

4.8 Tolerância à seca e potencial hídrico nas folhas

Com o objetivo de identificar os porta-enxertos tolerantes à seca, foi realizada nos anos de 2017 e 2018, em um dos meses de menor disponibilidade hídrica no solo (setembro), uma avaliação visual de tolerância à seca. Essa avaliação foi constituída na atribuição de notas, variando de 1 a 3, baseando-se na presença e/ou ausência de enrolamento foliar característico de plantas sob estresse hídrico. Foi utilizado o mesmo critério de notas de Stuchi et al. (2000): (1) enrolamento foliar expressivo, todas as folhas muito enroladas, com ou sem aspecto de secas; (2) enrolamento foliar pouco expressivo, folhas levemente enroladas e; (3) limbo foliar normal, ausência de enrolamento foliar. Em complemento à avaliação visual de tolerância à seca, foi realizada, no mesmo mês de setembro nos anos de 2017 e 2018, a avaliação do potencial da água nas folhas. Essa avaliação foi realizada de acordo com a metodologia citada por Kaufmann (1968). Para isso, foi coletada uma folha de cada combinação copa/porta-enxerto em estudo, no campo experimental, às 05h00 da manhã, de acordo com as recomendações de Machado et al. (2002). Imediatamente após a coleta, as folhas foram armazenadas, individualmente, em sacos hermeticamente fechados, os quais foram acondicionados em caixa térmica contendo gelo e, logo em seguida avaliadas na câmara de pressão (Câmara de Scholander).

4.9 Detecção da bactéria *Ca. Liberibacter asiaticus*

Foram coletados em agosto de 2016, novembro de 2016, fevereiro de 2017 e abril de 2017, dez folhas de cada uma das plantas de lima ácida Tahiti do

experimento plantado, enxertada nos diferentes porta-enxertos com e sem sintomas aparentes da doença, como folhas mosqueadas com clorose assimétrica e levadas ao Laboratório de Biotecnologia no Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC para a detecção e quantificação da bactéria, a partir de amostras de DNA total dos pecíolos das folhas das plantas coletadas.

A extração de DNA foi feita a partir de pecíolos das folhas de cada planta, sendo misturados e 200 mg triturados com duas esferas (3 mm de diâmetro) em microtubos de 2 mL a 30 Hz durante 120 segundos, usando TissueLyser II (Qiagen). A extração de DNA foi realizada utilizando o método de CTAB (MURRAY e THOMPSON, 1980). O DNA precipitado foi dissolvido em 50 μ L de água isenta de DNase. A qualidade das amostras de DNA foi verificada por eletroforese em gel de agarose 0,8%. As concentrações de DNA foram determinadas em NanoDropTM 8000 spectrophotometer (Thermo Scientific) e ajustada a 100 ng μ L⁻¹.

Para o PCR quantitativo em tempo real (qPCR), as amplificações foram realizadas utilizando 14 μ L de reação contendo 6,25 μ L de 1X TaqMan Universal Master Mix (Applied Biosystem) 216 nM de cada um dos iniciadores e 135 nM de cada uma das sondas (HLBp) em termociclador "ABI Prism 7500 Sequence Detection System" (Applied Biosystem) (LI et al., 2006). GAPDH foi usado como um gene de controle interno com 270 nM de cada iniciador e 135 nM de cada sonda (BOAVA et al., 2015). Foi adicionada água para elevar o volume a 11 μ L e 3 μ L de DNA foram utilizados por reação. Todas as reações foram realizadas em duplicata. Cada placa de PCR de 96 poços conteve os seguintes controles: dois poços com água como controles de PCR negativos e dois poços contendo amostras Clas positivas. As condições dos ciclos de PCR foram: 95 °C durante 5 min, seguido de 40 ciclos de 95 °C durante 30s e 58 °C durante 45 s. As emissões foram medidas em cada um dos 40 passos de extensão. Foi utilizado o valor limiar de ciclo (Ct), o qual é o número de ciclos de PCR na qual a fluorescência aumenta acima do valor de limiar. A otimização das concentrações do reagente, incluindo iniciadores e sondas, foi realizada usando conhecidos DNA positivos e negativos, onde Ct até 34 foi considerado positivo, ou seja, foi constatado o DNA da bactéria causadora do HLB, e acima de 34 foi negativo, não possuindo DNA da Clas.

4.10 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com três repetições e para as análises estatísticas das variáveis mensuradas neste estudo, as médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Scott Knott (5%), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008). Para a durabilidade pós-colheita dos frutos o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida no tempo com três repetições sendo as médias submetidas à análise de variância e quando significativas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade e ajustadas as curvas de regressão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desenvolvimento vegetativo

Houve diferenças estatísticas entre as combinações copa/porta-enxertos avaliados, onde em 2017, os porta-enxertos H5, H10, H42, H70, H73, H121, H145, H173 e o LC induziram uma maior altura às plantas de lima ácida Tahiti, variando de 2,85 m a 3,15 m de altura, e os porta-enxertos que induziram as menores alturas às plantas foram os H14, H47, H135, H150, H152, FD e TS, variando de 1,82 m a 2,53 m (Tabela 2). No ano de 2018, os porta-enxertos que induziram menor altura à lima ácida Tahiti foram o H14 (1,88 m), H152 (2,35 m), FD (2,35 m), H47 (2,47 m), H135 (2,47 m), H73 (2,63 m) e a TS (2,08 m), enquanto o LC (3,67 m) e oito citrandarins induziram as maiores alturas às copas variando entre 3,10 m a 3,67 m (Tabela 3). O FD é considerado um porta-enxerto geneticamente ananicante, porque possibilita a formação de plantas com altura inferior a 2,5 m em todos os países onde vem sendo estudado (POMPEU JÚNIOR, 2005; PORTELLA et al., 2016; ROOSE, 1986), entretanto, no presente estudo, além do FD, os porta-enxertos H14, H47, H135, H150, H152 e a TS também induziram nanismo às plantas de lima ácida Tahiti.

Os porta-enxertos ananicantes ou semi-ananicantes podem proporcionar uma elevada produção por área, devido às maiores densidades de plantio empregadas (RAMOS et al., 1997), além de facilitar os tratamentos culturais, como o controle fitossanitário, a colheita de frutos e as podas de limpeza, porém pelo fato das

plantas do presente experimento apresentarem apenas cinco anos de idade, ainda podem sofrer variação no seu desenvolvimento vegetativo.

Para o diâmetro da copa de lima ácida Tahiti, em 2017 os porta-enxertos H14, H47, H135, H152, o FD e a TS apresentaram redução significativa em relação aos demais porta-enxertos utilizados (Tabela 2). E em 2018 além desses porta-enxertos mencionados como indutores de menor porte às plantas de lima ácida Tahiti, o porta-enxerto H73 também proporcionou menor porte às plantas (Tabela 3). Esses porta-enxertos diferiram estatisticamente dos demais com relação ao volume de copa e ao índice de vigor vegetativo (IVV), podendo ser considerados ananizantes ou semi-ananizantes devido ao pequeno porte em plantas com idade produtiva de quatro anos em 2017 e cinco anos em 2018 (Tabelas 2 e 3). O volume da copa da lima ácida Tahiti, enxertada sobre o H14, chegou a ser 85,9% menor que o das plantas enxertadas sobre o LC, enquanto a redução chegou a ser de 82,5% para as plantas enxertadas sobre o FD e 71,2% em TS. O mesmo porta-enxerto (H14) só que enxertado com laranja Pera, também apresentou porte reduzido em trabalho feito por Schinor et al. (2013). Segundo Espinoza-Núñez et al. (2011), a lima ácida Tahiti enxertada sobre o FD, com seis anos de idade, apresentou nanismo e teve o volume de copa reduzido de um terço à metade em comparação com o LC, tanto em pomar irrigado quanto em sequeiro.

Com relação às taxas de cobertura da copa na linha (TCCL) e na entrelinha (TCCE), a lima ácida Tahiti enxertada sobre os porta-enxertos H14, FD, TS, H47, H135, H152 e H173, tanto em 2017 quanto em 2018 (Tabelas 2 e 3), foram menores em relação aos demais porta-enxertos estudados. Esses resultados sugerem a possibilidade do aumento da densidade de plantio, quando da utilização desses porta-enxertos, pois com cinco anos de plantio as plantas ainda não chegaram a utilizar 60% da sua área na linha e menos de 45% da sua área na entrelinha, comparando-se com os demais porta-enxertos que já ultrapassavam a sua área, com mais de 100% da taxa de cobertura da copa na linha, começando a ter uma sobreposição entre as copas e com mais de 70% da taxa de cobertura da copa na entrelinha, dificultando no decorrer dos anos subsequentes, os tratos culturais com a utilização de maquinários.

Seleções de trifoliata e alguns de seus híbridos apresentam um potencial ananizante que pode se expressar com maior ou menor intensidade dependendo das condições edafoclimáticas, da variedade copa, presença de viroses e do seu

manejo como uso da irrigação ou não, mesmo quando enxertados com borbulhas de clones nucelares eles induzem a formação de plantas vigorosas, porém sempre menores que as obtidas com outros porta-enxertos e que podem ser consideradas como semi-nanicas (SHANON et al., 1960; BITTERS et al., 1973; POMPEU JUNIOR et al., 2002).

Tabela 2. Altura, diâmetro e volume de copa, índice de vigor vegetativo (IVV), taxa de cobertura da copa na linha de plantio (TCCL) e taxa de cobertura da copa na entrelinha de plantio (TCCE) de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos (PE). Pindorama, SP, 2017.

PE	Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (m ³)	IVV (%)	TCCL (%)	TCCE (%)
H5	2,75 a	2,38 a	22,63 a	6,70 a	98,37 b	56,90 a
H10	3,07 a	2,53 a	30,33 a	7,40 a	111,27 a	60,50 a
H14	1,82 b	1,91 b	4,93 b	4,03 b	55,87 d	30,70 c
H42	2,92 a	2,46 a	26,30 a	7,03 a	106,67 a	56,43 a
H47	2,33 b	2,17 b	15,60 b	5,77 b	88,37 b	48,10 b
H70	2,95 a	2,48 a	23,07 a	6,83 a	98,33 b	54,03 a
H73	2,58 b	2,29 a	18,30 b	6,27 a	95,43 b	50,50 a
H121	3,02 a	2,51 a	28,67 a	7,30 a	104,63 a	61,67 a
H135	2,38 b	2,20 b	11,67 b	5,43 b	73,37 c	44,77 b
H145	3,10 a	2,51 a	21,80 a	6,73 a	86,67 b	56,93 a
H150	2,53 b	2,40 a	26,43 a	6,90 a	102,50 a	57,93 a
H152	2,23 b	2,12 b	13,33 b	5,60 b	87,13 b	46,20 b
H173	2,85 a	2,43 a	23,83 a	6,83 a	102,50 a	55,00 a
FD	2,03 b	2,02 b	6,10 b	4,36 b	56,27 d	34,53 c
LC	3,15 a	2,65 a	34,93 a	7,83 a	115,00 a	63,33 a
TS	2,08 b	2,04 b	9,93 b	5,10 b	74,60 c	43,10 b
CV (%)	12,89	8,38	30,48	11,2	10,97	13,56

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si (Scott-Knott 5%).

Tabela 3. Altura, diâmetro e volume de copa, índice de vigor vegetativo (IVV), taxa de cobertura da copa na linha de plantio (TCCL) e taxa de cobertura da copa na entrelinha de plantio (TCCE) de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos (PE). Pindorama, SP, 2018.

PE	Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (m ³)	IVV (%)	TCCL (%)	TCCE (%)
H5	3,15 a	4,62 a	35,27 a	7,77 a	116,70 a	65,27 a
H10	3,53 a	4,69 a	40,70 a	8,27 a	109,60 a	71,43 a
H14	1,88 b	2,39 c	6,20 b	4,30 c	57,53 c	35,47 c
H42	3,22 a	4,55 a	34,73 a	7,80 a	109,17 a	67,60 a
H47	2,47 b	3,59 b	17,23 b	6,07 b	87,50 b	52,53 b
H70	3,13 a	4,56 a	34,17 a	7,70 a	109,60 a	67,63 a
H73	2,63 b	3,86 b	20,70 b	6,50 b	96,67 a	55,00 b
H121	3,48 a	4,81 a	42,47 a	8,30 a	117,10 a	70,30 a
H135	2,47 b	3,57 b	16,47 b	6,07 b	83,37 b	54,30 b
H145	3,42 a	4,70 a	40,53 a	8,13 a	121,67 a	64,77 a
H150	3,10 a	4,53 a	36,03 a	7,63 a	113,33 a	64,53 a
H152	2,35 b	3,72 b	17,20 b	6,10 b	91,67 b	53,77 b
H173	3,42 a	4,43 a	35,73 a	7,87 a	107,50 a	64,97 a
FD	2,35 b	2,41 c	7,43 b	4,77 c	57,10 c	36,20 c
LC	3,67 a	5,08 a	49,77 a	8,73 a	124,17 a	74,07 a
TS	2,75 b	3,33 b	15,90 b	6,10 b	85,00 b	46,43 b
CV (%)	14,13	11,38	33,12	11,26	13,02	12,04

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si (Scott-Knott 5%).

5.2 Fenologia

O período de indução floral das plantas de lima ácida Tahiti, provavelmente ocorreu por volta de abril, maio ou junho, quando as temperaturas e as chuvas começam a decrescer (Figura 4). Nesse período as gemas vegetativas se tornam reprodutivas e entram em repouso vegetativo, condicionadas pelo déficit hídrico ou pela baixa temperatura (SEKITA, 2008), e em torno de 60 a 120 dias começa a florada (LIMA, 1989). Com isso, por volta do dia 8 de agosto de 2018, as plantas foram demarcadas para as avaliações, destacando as plantas de lima ácida Tahiti enxertada sobre o FD e o H14 que tiveram o início da floração 18 e 14 dias após os demais porta-enxertos, respectivamente. As plantas foram demarcadas já no estágio (1), que corresponde ao botão floral (Figura 2), porém para a duração dos

subperíodos tanto em dias quanto em graus dias começou a ser contada a partir do estágio 3, que corresponde a flor aberta (Figura 2), mesmo método utilizado por Barbasso et al. (2005), sendo avaliadas até o estágio 9 (Figura 3).

Na Tabela 4, estão apresentados os valores médios de duração dos subperíodos em dias, determinados com o auxílio da escala de notas e fotografias apresentadas nas figuras 3 e 4. Para completar o subperíodo 3-5 (flor aberta até fruto sem estilete), a lima ácida Tahiti enxertada nos porta-enxertos H14 e TS diferiu das demais combinações, apresentando os maiores tempos, 35 e 33 dias respectivamente. O subperíodo 5-7, até o fruto atingir o tamanho “bola de pingue-pongue”, foi o que demandou mais tempo, variando de 46 a 70 dias para as plantas de lima ácida Tahiti na maioria porta-enxertos, destacando o H14, FD e a TS que concluíram esse subperíodo em 46, 49 e 55 dias respectivamente, diferindo dos demais porta-enxertos. Nascimento et al. (2012), também se depararam com esse estágio mais longo no seu trabalho, avaliando a fenologia de laranja Pera D-9, no Vale do São Francisco. Nos subperíodos de 7-8 e 8-9, os valores em dias não diferiram entre os frutos dos porta-enxertos avaliados, não ocorrendo diferenças estatísticas entre eles. Segundo Coelho (1993), a lima ácida Tahiti apresenta desenvolvimento mais rápido durante o período de plena disponibilidade de água, o qual, no presente trabalho foi entre setembro e dezembro de 2018, coincidindo com os subperíodos 7 ao 9 (Figura 4).

A duração total dos subperíodos, ou seja, da abertura da flor até o fruto atingir o ponto de colheita, variou entre os porta-enxertos utilizados para a lima ácida Tahiti (Tabela 4), podendo-se observar dois grupos, um precoce (H73, H121, H135, H145, H152 e FD) e outro tardio (H5, H10, H14, H42, H47, H70, H150, H173, LC e TS). O menor período total foi de 135 dias para os frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o FD, durando 20 dias a menos que no LC, no qual foi observado o maior período total, 155 dias. Os valores encontrados no presente trabalho estão de acordo com os resultados de Souza et al. (2005) e Miranda e Campelo Junior (2010).

Sendo assim, a escala fenológica foi adaptada de Barbasso et al. (2005), para cultura de lima ácida Tahiti, onde pode-se fazer avaliações de estágios fenológicos desde o botão floral (nota 1) até o fruto no ponto de colheita (nota 9). Essas escalas de notas (Figura 2 e 3), podem ser facilmente utilizadas por produtores agrícolas para a determinação do estágio de desenvolvimento das

plantas, servindo de guias que auxiliam na identificação das fases evolutivas das plantas, sendo muito importante que o agricultor conheça essas fases, pois, o momento certo da aplicação de produtos fitossanitários, pode ser decisivo, principalmente, na floração da lima ácida Tahiti (BARBASSO et al., 2005).

Tabela 4. Duração de cada subperíodo (dias) das fases fenológicas das plantas de lima ácida Tahiti (IAC-5), enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP (1º semestre de 2018).

PE	Duração dos subperíodos (em dias)				
	(3-5)	(5-7)	(7-8)	(8-9)	(3-9)
H5	16 b	68 a	35 a	27 a	146 a
H10	17 b	65 a	36 a	34 a	152 a
H14	35 a	46 b	43 a	33 a	157 a
H42	17 b	63 a	40 a	35 a	155 a
H47	21 b	62 a	38 a	32 a	153 a
H70	18 b	69 a	37 a	28 a	152 a
H73	18 b	62 a	37 a	26 a	143 b
H121	17 b	62 a	34 a	27 a	140 b
H135	15 b	64 a	34 a	27 a	140 b
H145	18 b	63 a	32 a	23 a	136 b
H150	15 b	68 a	30 a	35 a	148 a
H152	14 b	65 a	33 a	26 a	138 b
H173	18 b	63 a	37 a	35 a	153 a
FD	20 b	49 b	36 a	30 a	135 b
LC	14 b	70 a	39 a	32 a	155 a
TS	33 a	55 b	33 a	34 a	155 a
CV (%)	30,2	10,7	11,2	21,4	6,6

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si (Scott-Knott 5%).

Com a avaliação de duração dos subperíodos das fases fenológicas da lima ácida Tahiti, foi realizada a estimativa de graus-dias para completar cada subperíodo, que é usada para estimar a quantidade de calor exigida para o crescimento e maturação dos citros (VOLPE, 1992; VOLPE et al., 2002). Foram obtidos resultados entre 1.558,20 e 1.829,30 graus-dias, ou seja, quanto maior é a quantidade de calor, menor são os graus-dias exigidos e quanto menor a quantidade de calor, maior são os graus-dias exigidos para que ocorra o crescimento e a maturação dos citros. Houve diferença estatística apenas para o subperíodo (3-5), o H14 e a TS foram os porta-enxertos que necessitaram de uma quantidade maior de graus-dias para completar o subperíodo, ou seja, da abertura da flor até o fruto sem

pétalas e sem estilete. Nota-se de modo geral, dois grupos de combinação copa/porta-enxerto que possuíram diferentes exigências em graus-dias. Os maiores valores médios (grupo um) compreendidos entre 1.694,6 e 1.829,3 graus-dias, ocorreram nas plantas de lima ácida Tahiti enxertada, em ordem decrescente, sobre os porta-enxertos H150, H70, H10, H14, H47, H173, TS, LC, H42 e H14. No segundo grupo observaram-se valores médios menores, onde variaram de 1.558,2 a 1.675,9 graus-dias, tendo em destaque, também em ordem decrescente as plantas de lima ácida Tahiti enxertadas sobre os porta-enxertos FD, H145, H152, H135, H121, H73 e H5. Em regiões mais frias, como o Rio Grande do Sul, foram consideradas aptas à produção de lima ácida Tahiti um somatório térmico a partir de 1.800 graus-dias, situando-se entre 2.700 a 2.900 graus-dias (CORREA et al., 1992). Em Rondônia, onde as temperaturas são mais elevadas, a lima ácida Tahiti clone quebra-galho, enxertada em LC, necessitou de 961,2 a 1.936,6 graus-dias para completar suas fases fenológicas (MIRANDA e CAMPELO JUNIOR, 2010). Em Visconde do Rio Branco, MG, o tratamento não-irrigado, apresentou o maior subperíodo desde a antese até o ponto de colheita em lima ácida Tahiti enxertada sobre o LC (SOUZA et al., 2005). KOLLER (1994) classificou as variedades de citros em precoces e tardias, onde as cultivares precoces, requerem entre 1.600 e 1.800 graus-dias para atingir a maturação, enquanto que as cultivares tardias requerem 1.800 a 2.000 graus-dias. Segundo Souza et al. (2005), a lima ácida Tahiti necessita de 1.500 graus-dias desde a antese até a colheita e sem irrigação, pode apresentar um maior acúmulo dos graus-dias. Sendo assim, no presente estudo foram obtidas combinações copa/porta-enxerto que se mostraram mais tardias (grupo um) e mais precoces (grupo dois). Ressaltando que essas avaliações foram feitas em Pindorama, SP, podendo ter variações em outras regiões e ou estados onde as condições de climas e manejo sejam diferentes.

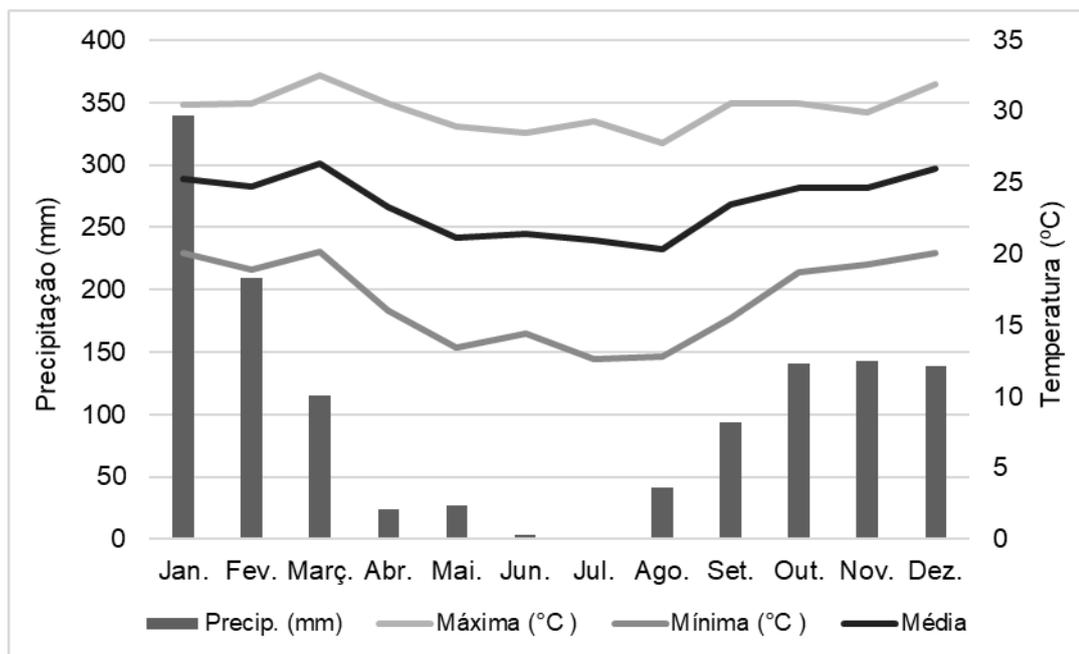


Figura 4. Temperatura máxima, temperatura mínima, valores médios e precipitação pluvial acumulados durante o ano de 2018. Pindorama, SP.

Tabela 5. Graus-dias acumulados nos subperíodos das fases fenológicas das plantas de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP (1º semestre de 2018).

Porta-Enxertos	Duração dos subperíodos (em graus-dias)				
	(3-5)	(5-7)	(7-8)	(8-9)	(3-9)
H5	149,5 b	752,4 a	413,3 a	360,7 a	1675,9 b
H10	161,9 b	713,6 a	422,3 a	443,6 a	1741,4 a
H14	356,4 a	542,0 a	541,3 a	398,6 a	1829,3 a
H42	158,9 b	696,5 a	486,0 a	474,4 a	1815,9 a
H47	175,6 b	700,5 a	465,0 a	415,7 a	1756,8 a
H70	162,8 b	754,0 a	440,7 a	372,5 a	1730,1 a
H73	168,6 b	696,0 a	432,6 a	341,8 a	1639,0 b
H121	154,8 b	702,3 a	408,7 a	346,6 a	1612,7 b
H135	145,4 b	703,7 a	399,7 a	352,6 a	1601,3 b
H145	168,6 b	698,0 a	379,6 a	312,1 a	1558,2 b
H150	137,6 b	748,1 a	348,3 a	460,2 a	1694,2 a
H152	133,8 b	709,0 a	381,2 a	340,0 a	1564,0 b
H173	162,8 b	693,3 a	445,5 a	465,2 a	1776,8 a
FD	168,0 b	582,2 a	417,2 a	393,2 a	1560,7 b
LC	133,5 b	769,6 a	460,6 a	414,1 a	1777,9 a
TS	317,4 a	630,2 a	388,0 a	441,6 a	1777,2 a
CV (%)	36,1	11,2	12,7	19,6	6,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si (Scott-Knott 5%).

5.3 Produção de frutos

Foram constatadas diferenças estatísticas com relação à produção de frutos tanto no primeiro como no segundo semestre de 2017 e de 2018 (Tabela 6). Em 2017, no primeiro semestre os porta-enxertos que induziram maiores produções às plantas de lima ácida Tahiti foram: H10 (74,7 kg), H5 (50,3 kg), H145 (49,3 kg), LC (47,5 kg), H150 (46,5 kg), H70 (46,5 kg), H73 (45,0 kg) e o H121 (43,3 kg), e no segundo semestre foram o H121 (87,8 kg), LC (79,6 kg), H150 (71,2 kg) e o H10 (69,8 kg) (Tabela 6). Os mesmos porta-enxertos que induziram uma maior produção no primeiro semestre à lima ácida Tahiti em 2017, também induziram no primeiro semestre de 2018, com exceção do H42 que produziu mais em 2018 que o H145 em 2017. No segundo semestre de 2018, além dos mesmos porta-enxertos que induziram as maiores produção em 2017, foi observado também uma boa produção em plantas enxertadas sobre os porta-enxertos H70, H5, H42 e H145. Já os porta-enxertos que induziram menores produções à lima ácida Tahiti foram: H14, H47, H135, H152, H173, H73, FD e a TS, tanto no primeiro quanto no segundo semestre de 2017 e 2018 (Tabela 6). Quanto à produção acumulada de dois anos (2017 e 2018), os porta-enxertos que induziram maior produção à lima ácida Tahiti foram LC e H10 e os que induziram menores produções foram os porta-enxertos H14, FD e TS, já os demais tiveram uma produção intermediária (Tabela 6). Não foram constatadas diferenças significativas entre as médias de eficiência produtiva (kg m^{-3}) de lima ácida Tahiti nos diferentes porta-enxertos tanto no ano de 2017 quanto no ano de 2018 (Tabela 6).

A produção de frutos é concentrada no primeiro semestre, com isso os maiores preços dos frutos de lima ácida Tahiti se encontra no segundo semestre, onde a demanda é alta e a quantidade de frutos no mercado é baixa, elevando o preço do produto, e os porta-enxertos que induziram as maiores produções de lima ácida Tahiti no segundo semestre foram os porta-enxertos H10 e LC, porém, mesmo o LC tendo excelentes características agrônômicas, como tolerância à seca, fazendo com que produzisse $79,6 \text{ t ha}^{-1}$ no segundo semestre de 2017 e $94,6 \text{ t ha}^{-1}$ em 2018, sua suscetibilidade a várias doenças acaba encurtando a vida do pomar acarretando em prejuízos ao produtor (STUCHI et al., 2002; BLUMER e POMPEU JUNIOR, 2011).

Com relação à produtividade (Figura 5), em toneladas por hectare, os porta-enxertos que induziram as maiores foram: H10, LC e H121 com 113,26, 105,67 e 95,87 t ha⁻¹, respectivamente, sendo os mesmos que proporcionaram maiores produções por planta e maior produção acumulada em 2017 e 2018. Os porta-enxertos que induziram menores produtividades foram: H14, FD e TS, os mesmos também que proporcionaram menor produção por planta e menor produção acumulada em 2017 e 2018. Os demais portas-enxertos tiveram produtividades intermediárias comparado com aqueles que produziram mais e com os que produziram menos, tendo uma produtividade abaixo do 50 t ha⁻¹ em dois anos de colheita. Vale ressaltar que os valores obtidos para a produtividade foram feitos com o espaçamento do experimento (7m x 4m), entretanto, De Negri et al. (2005), sugerem que é necessário ajustar o espaçamento conforme o diâmetro da planta (d), com a seguinte equação: $d+2,5m \times 0,75*d$, onde se consegue inferir o espaçamento adequado para determinada combinação copa/porta-enxerto. No presente trabalho, a partir da mensuração dos diâmetros das plantas de lima ácida Tahiti, enxertadas nos diferentes porta-enxertos, foi possível ajustar o espaçamento para cada combinação (Tabela 7). Já com o espaçamento ajustado (Figura 6), os porta-enxertos H70, H73, H121, H150, H5, H152, H42 também se destacaram em ordem decrescente devido ao adensamento, ou seja, por ter aumentado o número de plantas por hectare, além do H10 que continuou sendo o porta-enxerto que induziu a maior produtividade à lima ácida Tahiti.

De modo geral, a produção das plantas cítricas é proporcional ao tamanho da copa (SCHINOR et al., 2013), porém, as plantas ananicas ou semi-ananicas, via de regra, permitem elevadas densidades de plantio e, em consequência, possibilitam maior produção por área. O porta-enxerto FD proporciona em plantio adensado, uma produtividade maior, mas por ele ser um porta-enxerto suscetível à seca, o uso da irrigação é necessário para que o porta-enxerto demonstre todo o seu potencial produtivo (MENDEL, 1956; STUCHI et al., 2012). Entretanto, existem porta-enxertos muito ananicas que propõe a sua copa uma produção baixa e mesmo com elevadas densidades de plantio, acaba tendo uma produtividade menor comparando com outros porta-enxertos, o que ocorreu com os porta-enxertos H14 e TS no presente estudo. Porém, pesquisas futuras com manejo de irrigação, por exemplo, poderão ser muito importantes para que se possa explorar todo o potencial desses porta-enxertos mencionados.

Tabela 6. Produção semestral, produção acumulada e eficiência produtiva de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP, 2017 e 2018.

PE	2017		2018		Acumulado 2017-2018	Eficiência Produtiva	
	1º sem.	2º sem.	1º sem.	2ª sem.		2017	2018
	kg planta ⁻¹					kg m ⁻³	
H5	50,3 b	46,0 c	65,7 b	66,0 b	228,1 c	4,33 a	3,83 a
H10	74,7 a	69,8 b	90,6 a	82,10 a	317,2 a	4,80 a	4,33 a
H14	7,15 e	7,14 e	23,13 d	6,1 d	43,4 f	3,83 a	6,70 a
H42	31,5 c	53,1 c	55,0 b	63,1 b	202,7 d	3,47 a	3,33 a
H47	17,5 d	25,4 d	44,9 c	39,2 c	127,0 e	3,50 a	5,50 a
H70	46,5 b	57,2 c	62,4 b	71,3 b	237,5 c	4,60 a	4,00 a
H73	45,0 b	50,1 c	51,6 b	47,1 c	193,7 d	5,33 a	4,80 a
H121	43,3 b	87,8 a	67,1 b	70,4 b	268,5 b	4,67 a	3,37 a
H135	16,2 d	30,5 d	30,4 d	28,2 c	105,3 e	4,20 a	3,57 a
H145	49,3 b	49,8 c	45,6 c	52,2 b	196,9 d	4,50 a	2,43 a
H150	46,5 b	71,2 b	59,5 b	61,1 b	238,3 c	5,83 a	4,50 a
H152	22,3 c	45,6 c	44,0 c	38,7 c	150,6 e	5,40 a	5,10 a
H173	20,6 c	39,7 d	38,7 c	36,7 c	135,6 e	2,63 a	2,27 a
FD	30,0 c	13,6 e	16,8 d	7,4 d	58,8 f	6,67 a	3,57 a
LC	47,5 b	79,6 a	74,3 a	94,6 a	296,0 a	3,70 a	3,50 a
TS	22,5 c	21,4 d	18,9 d	24,5 c	87,4 f	4,57 a	2,77 a
CV (%)	15,77	16,65	21,61	21,35	12,02	38,29	46,67

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si (Scott-Knott 5%).

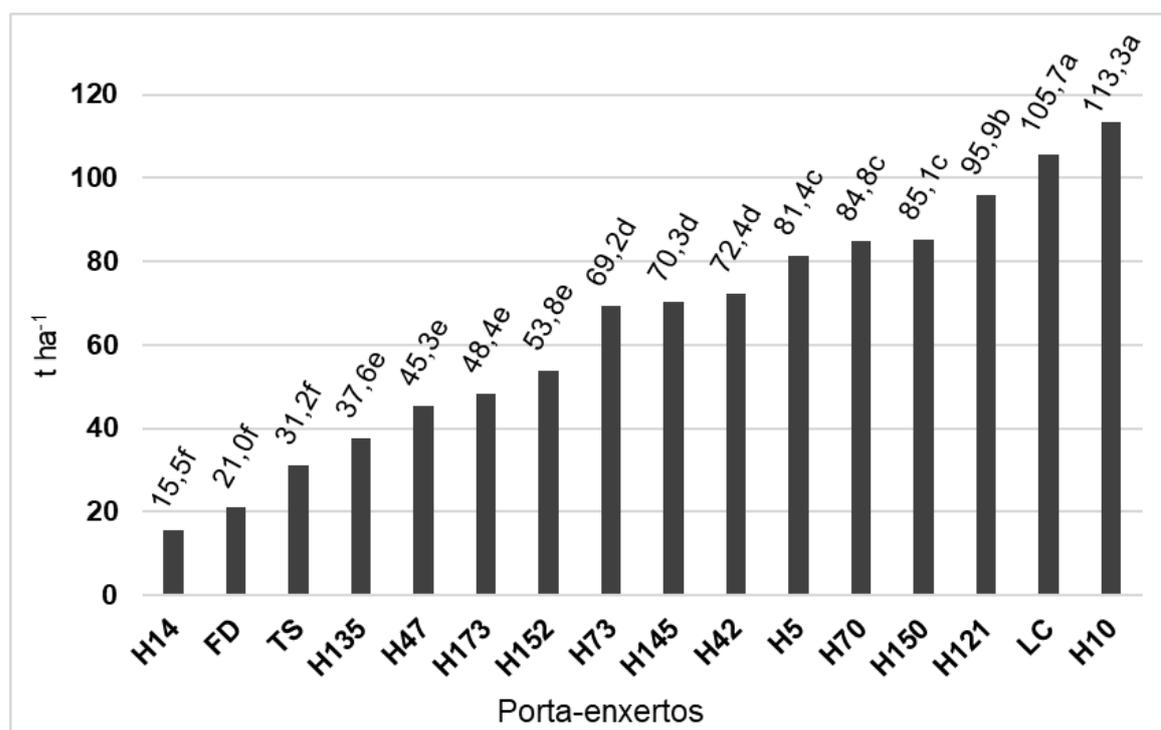


Figura 5. Produtividade (toneladas ha⁻¹) de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP, 2017/2018.

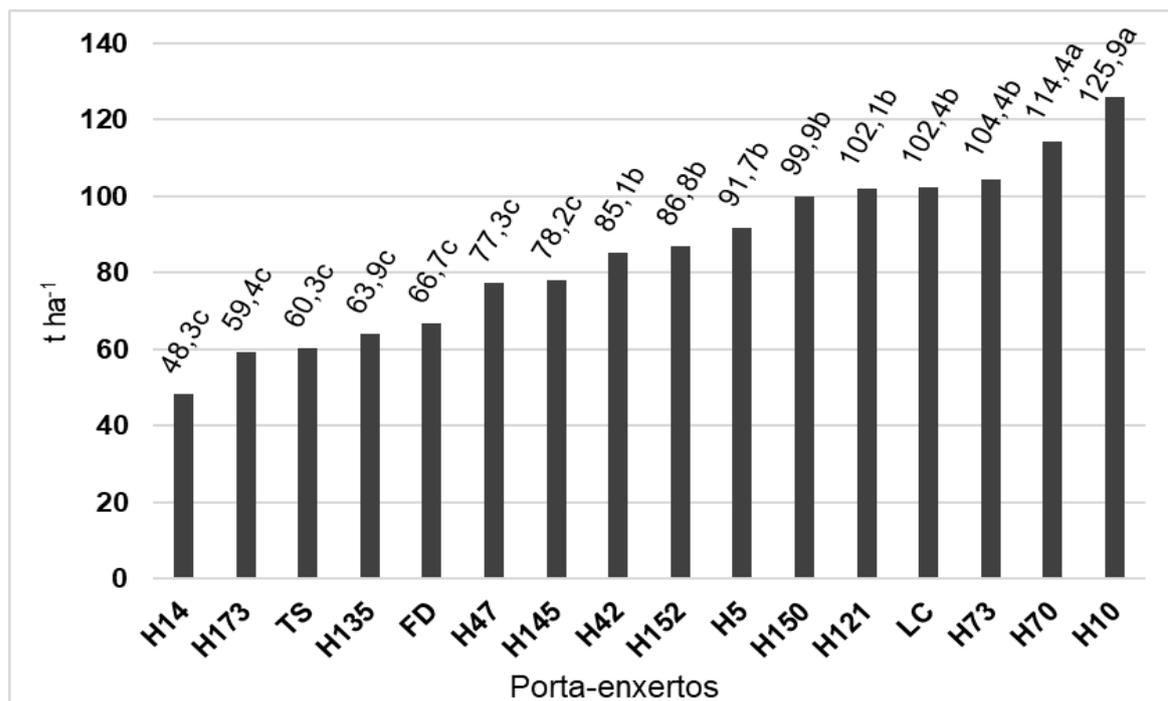


Figura 6. Produtividade ajustada (toneladas ha⁻¹) de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP, 2017/2018.

Tabela 7. Espaçamentos ajustados para as entrelinhas, linhas e densidade de plantio para cada combinação copa/porta-enxerto, segundo equação sugerida por De Negri et al. (2005). Pindorama, SP, 2018.

PE	Espaçamento (m)		Densidade de plantio (pl ha ⁻¹)
	Entrelinha	Linha	
H5	7,1	3,5	402
H10	7,2	3,5	397
H14	5,0	1,8	1111
H42	7,0	3,4	420
H47	6,1	2,7	607
H70	7,1	3,4	414
H73	6,4	2,9	539
H121	7,3	3,6	380
H135	6,1	2,7	607
H145	7,2	3,5	397
H150	7,0	3,4	419
H152	6,2	2,8	576
H173	6,9	3,3	438
FD	4,9	1,8	1134
LC	7,6	3,8	346
TS	5,8	2,5	690

A maior porcentagem de frutos de lima ácida Tahiti com características para o mercado externo (coloração verde-escura, casca rugosa e com diâmetro de 4,7 a 6,5 cm) foi constatada nos porta-enxertos FD, H14, TS, H135, H152 e H47, com valores variando de 46,6 a 27,9%, respectivamente. Para o mercado interno os porta-enxertos H173, H121, H70, H42, H5, LC, H145, H150, H10 e H73, com valores variando de 87,1 a 80,4 % (Figura 7).

O FD proporcionou a maior porcentagem (46,6%) de frutos de lima ácida Tahiti com características para o mercado externo em relação a sua produção total, seguido dos porta-enxertos H14 (33,3%), TS (33,2%), H135 (29,9%), H152 (29,2%) e H47 (27,9%) (Figura 7). Portanto, vai da escolha do produtor a melhor combinação copa/porta-enxerto que deverá levar em conta o destino final de sua produção, ou seja, produtores que comercializam lima ácida Tahiti para mercado externo, poderão escolher a combinação copa/porta-enxerto que obtém a maior porcentagem de frutos para exportação e produtores que comercializam lima ácida Tahiti para mercado interno, poderão optar por combinações com maior porcentagem de frutos para comercialização interna, ou também ambas as comercializações.

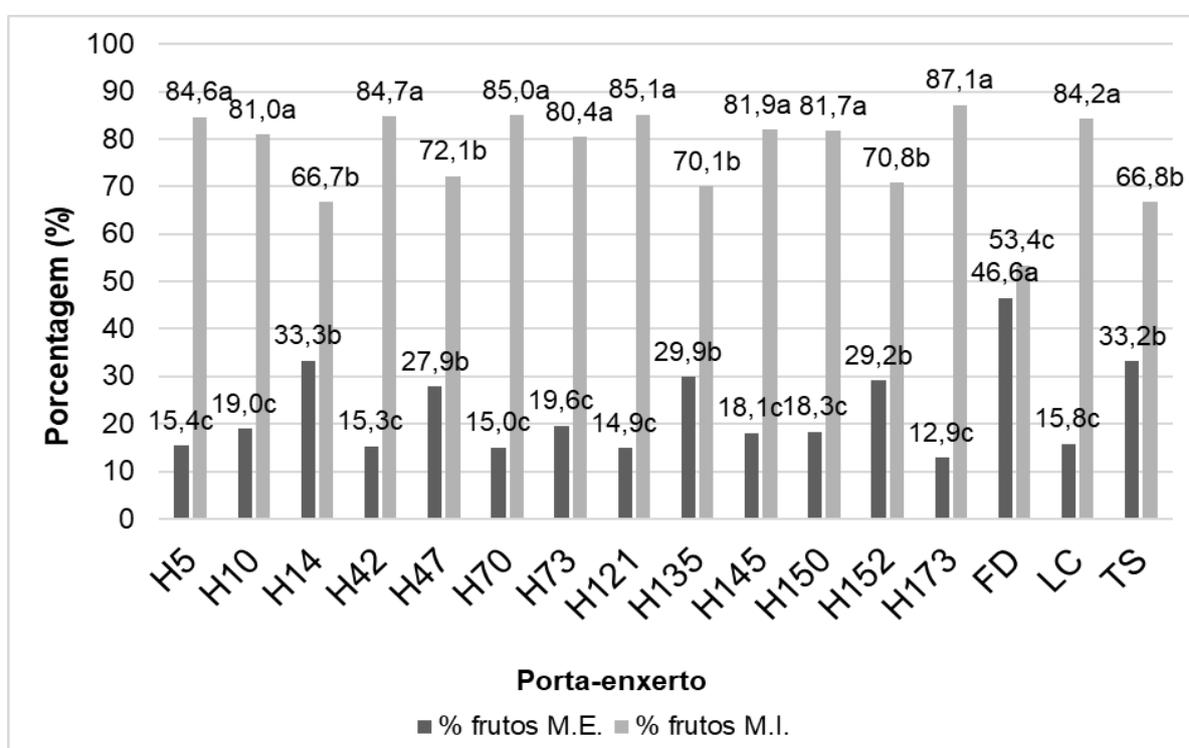


Figura 7. Porcentagem de frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos, destinada ao mercado externo (M.E.) e ao mercado interno (M.I.). Pindorama, SP, 2017/2018.

5.4 Análises físico-químicas dos frutos

Não houve diferenças significativas para variáveis massa, rendimento do suco e acidez titulável entre os frutos de lima ácida Tahiti nos 16 porta-enxertos avaliados (Tabela 8), sendo importante pois os citrandarins não diferiram dos porta-enxertos comerciais, mas houve diferenças nas variáveis, altura e largura do fruto (diâmetro), sólidos solúveis totais (SST) e *ratio*. Com relação à altura dos frutos e a largura que corresponde ao diâmetro, que para a comercialização de lima ácida Tahiti é importante, principalmente para o mercado externo (padrão exigido: de 4,7 a 6,5 cm de diâmetro) (GAYET et al., 1995), observou-se que os porta-enxertos estudados proporcionaram a produção de frutos dentro desse padrão (Tabela 8), estando de acordo com os resultados encontrados por Machado et al. (2017).

Os frutos de lima ácida Tahiti enxertados sobre os porta-enxertos H14, FD e TS tiveram os maiores teores de SST, enquanto que os outros treze porta-enxertos estudados obtiveram valores menores. Carvalho et al. (2017) e Machado et al. (2017), também concluíram que os frutos de lima ácida Tahiti enxertados sobre o FD obtiveram maiores teores de SST que aqueles enxertados sobre LC. Stuchi et al. (2009), estudando a lima ácida Tahiti em 12 porta-enxertos, obtiveram o mesmo resultado onde o LC induziu menor teor de SST. Outros resultados semelhantes também ocorreram nos trabalhos de Auler et al. (2008) e Zekri e Al-Jallel (2004), onde a concentração de sólidos solúveis de frutos de laranja Valência enxertados sobre limão Cravo eram menores que nos frutos enxertados nos demais porta-enxertos estudados. Porém todos os frutos dos porta-enxertos estudados no presente trabalho obtiveram concentrações de sólidos solúveis maiores que os observados em outros trabalhos (RODRIGUES et al., 2018; BREMER NETO et al., 2013; CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2012, GUTIERREZ e ALMEIDA, 2005). O teor de açúcar no fruto é um fator intrinsecamente relacionado com o genótipo, ambiente, manejo de cultivo e estado de maturação, sendo um parâmetro importante na produção de frutos destinados à indústria de sucos, pois permite melhor rendimento em seu processamento (FERREIRA et al., 2009). Para o *ratio*, somente o porta-enxerto H173, proporcionou aos frutos de lima ácida Tahiti o maior valor, isso devido ao seu valor de acidez titulável ter sido o menor comparado aos demais, tornando o *ratio* dos frutos desse porta-enxerto mais alta (Tabela 8).

Tabela 8. Massa (g), rendimento do suco (%), acidez titulável (AT - g 100 mL⁻¹), sólidos solúveis totais (SST - °Brix) e *ratio* (SST/AT) dos frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos (PE). Pindorama, SP, 2018.

PE	Massa (g)	Altura (cm)	Largura (cm)	Rend. Suco (%)	AT (g 100 mL ⁻¹)	SST (°Brix)	<i>Ratio</i>
H5	77,23 a	5,47 b	5,23 a	49,93 a	5,91 a	9,93 b	1,70 b
H10	82,77 a	5,87 a	5,33 a	52,37 a	6,78 a	10,57 b	1,57 b
H14	61,93 a	5,03 b	4,77 c	53,03 a	6,97 a	12,73 a	1,83 b
H42	73,06 a	5,30 b	5,07 b	53,70 a	6,20 a	10,13 b	1,63 b
H47	74,70 a	5,30 b	5,13 a	52,40 a	6,01 a	11,27 b	1,87 b
H70	79,70 a	5,63 a	5,23 a	42,83 a	6,53 a	11,13 b	1,73 b
H73	80,26 a	5,50 b	5,23 a	52,37 a	6,34 a	9,87 b	1,57 b
H121	76,93 a	5,57 a	5,20 a	49,87 a	6,34 a	10,47 b	1,63 b
H135	78,03 a	5,67 a	5,23 a	52,73 a	6,22 a	10,30 b	1,67 b
H145	78,87 a	5,57 a	5,23 a	48,60 a	6,24 a	10,93 b	1,73 b
H150	78,33 a	5,37 b	5,20 a	51,10 a	6,14 a	10,00 b	1,63 b
H152	81,40 a	5,63 a	5,20 a	51,93 a	6,27 a	9,87 b	1,57 b
H173	77,50 a	5,45 b	5,25 a	55,90 a	4,94 a	9,90 b	2,65 a
FD	69,70 a	5,33 b	5,00 b	52,60 a	6,76 a	12,73 a	1,87 b
LC	91,97 a	5,93 a	5,40 a	51,00 a	5,83 a	9,60 b	1,67 b
TS	71,70 a	5,25 b	5,00 b	50,55 a	6,38 a	12,50 a	1,95 b
CV %	8,36	3,51	2,67	7,32	10,65	8,92	18,36

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si (Scott-Knott 5%).

5.5 Durabilidade pós-colheita dos frutos

5.5.1 Coloração da casca

A coloração da casca (índice SPAD) apresentou alterações significativas como perda da cor verde escura a partir do sexto dia de armazenamento nos frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre os porta-enxertos H5, H42 e H121. A partir do 27º dia de armazenamento a maioria dos frutos de lima ácida Tahiti já tinham perdido a coloração verde escura da casca, destacando-se o porta-enxerto H10, que só obteve perda brusca da coloração aos 47 dias de armazenamento (Figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14), podendo ser uma boa opção como porta-enxerto para auxiliar na manutenção da cor da casca do fruto para exportação.

Um dos grandes entraves que impedem maior período de conservação e

comercialização da lima ácida Tahiti é justamente a perda de coloração verde da casca. Neste sentido têm-se buscado tratamentos adicionais como a aplicação do ácido giberélico e a refrigeração que retarda o desverdecimento da casca dos frutos (JOMORI et al. 2003). Mesmo em frutos não climatéricos, como a lima ácida Tahiti, o etileno produzido em baixas concentrações parece regular o processo de senescência, incluindo a taxa de degradação de clorofila (GOLDSCHMIDT, 1997).

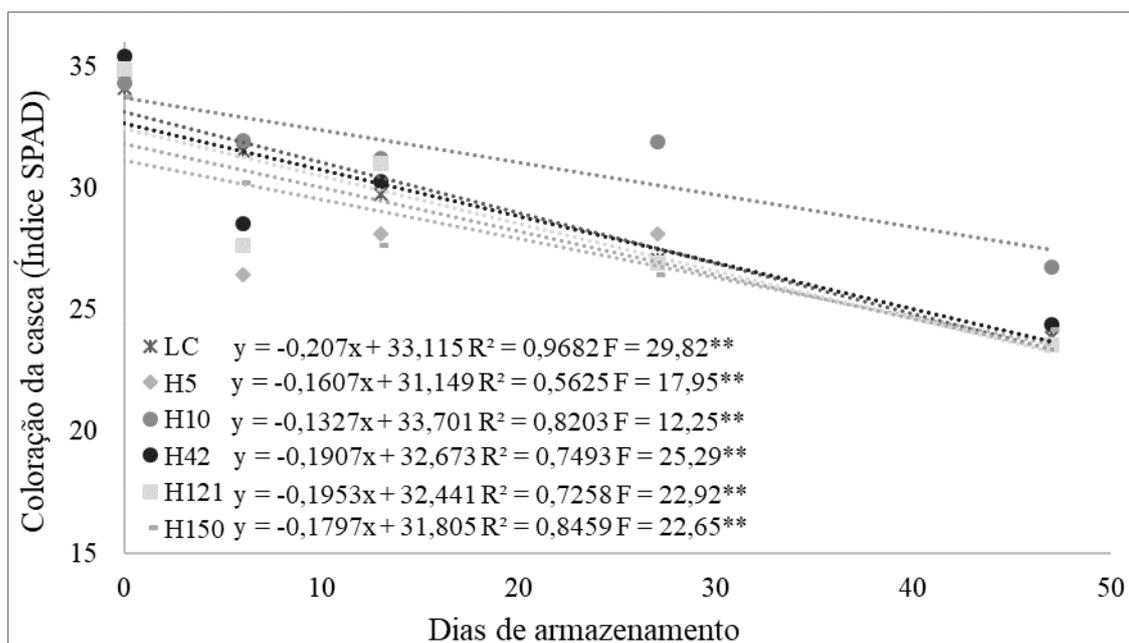


Figura 8. Coloração da casca (índice SPAD) dos frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018. **, * = teste F ou significativo a 1 ou 5%, respectivamente.

Mesmo com a aplicação exógena do ácido giberélico (10 g L⁻¹), usado como antagonista do etileno no presente trabalho, após 47 dias todos os frutos de lima ácida Tahiti, enxertada nos diferentes porta-enxertos, apresentaram perda significativa de clorofila na casca (Figuras 9e, 10e, 11e, 12e, 13e e 14e), pois, possivelmente, novos sítios receptores de etileno foram produzidos durante o armazenamento, permitindo a ação do hormônio na indução da senescência dos frutos (JOMORI et al., 2003). Resultados semelhantes foram encontrados por Bassan et al. (2016), onde ao final do período de armazenamento (20 dias), houve perda de coloração da casa dos frutos de lima ácida Tahiti em todos os tratamentos avaliados.

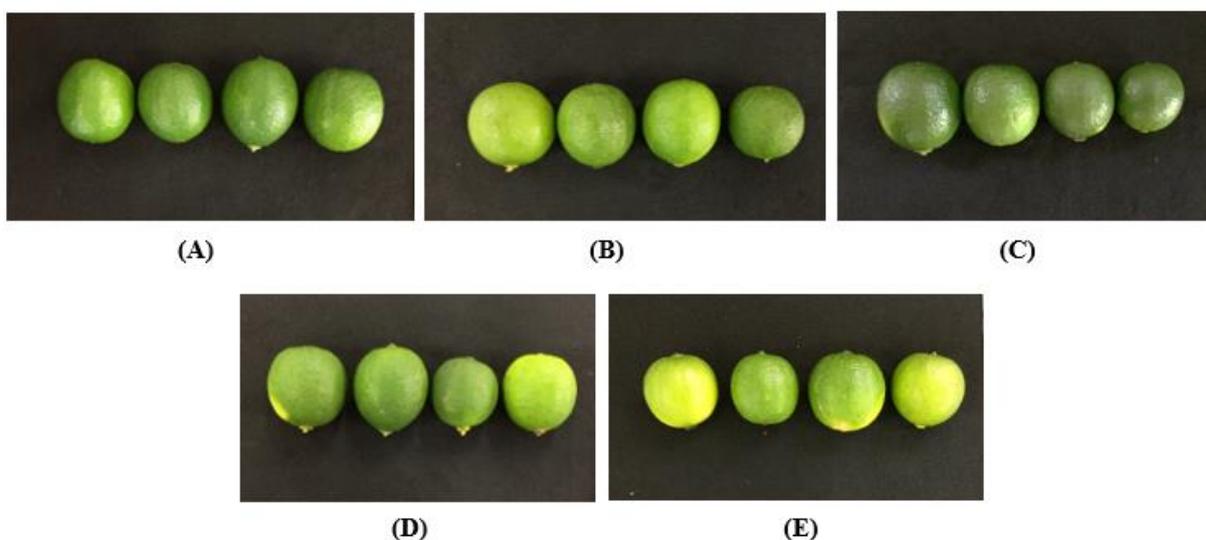


Figura 9: Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto limão Cravo (LC) armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.

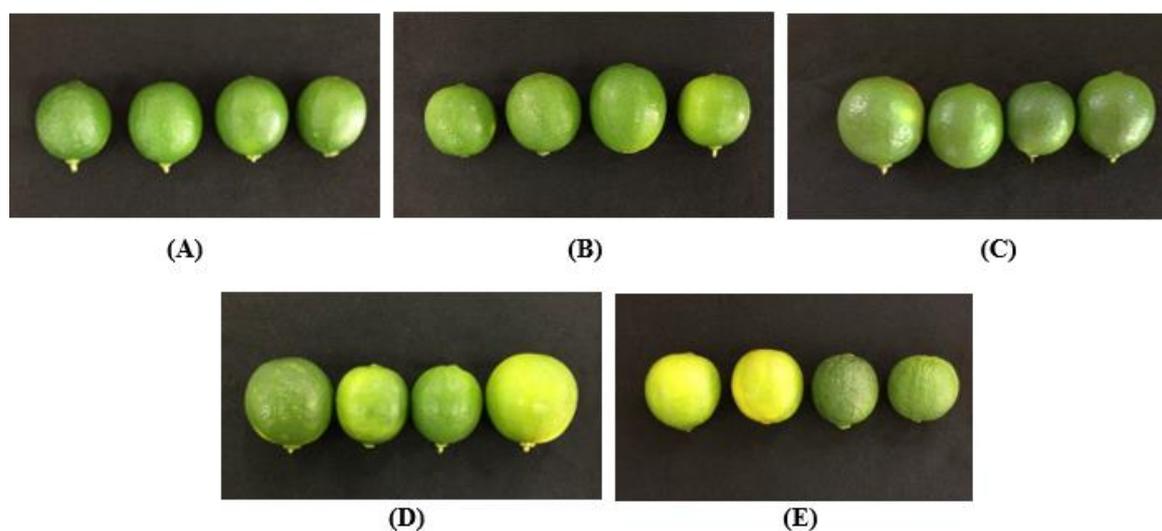


Figura 10: Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto H5 armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.



Figura 11: Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto H10 armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.

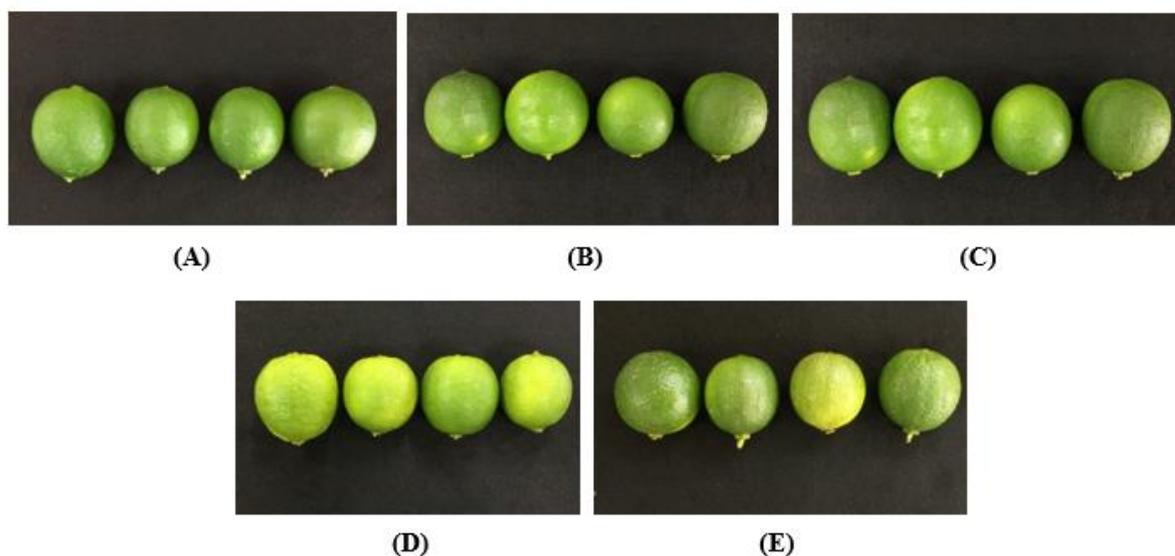


Figura 12: Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto H42 armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.



Figura 13: Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto H121 armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.



Figura 14: Aspecto de frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto H150 armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% em cinco tempos (A), (B), (C), (D), (E), 0, 6, 13, 27 e 47 dias respectivamente. Cordeirópolis, SP, 2018.

5.5.2 Perda de massa

Mesmo com a aplicação da cera em todos os tratamentos, pode-se observar que todos os frutos de lima ácida Tahiti sobre os diferentes porta-enxertos estudados apresentaram perda de massa gradual, apresentando diferenças

significativas entre os porta-enxertos (A), dias de armazenamento (B) e a interação AxB. Os frutos da lima ácida Tahiti, enxertada no porta-enxerto H150 foram os que obtiveram menor perda de massa do décimo terceiro dia até o final do armazenamento, enquanto os frutos de lima ácida Tahiti enxertada sobre o porta-enxerto H42, foram os que mostraram maior perda de massa. Quando enxertada nos demais porta-enxertos, a perda de massa foi intermediária (Tabela 9 e Figura 15).

A aplicação de cera é uma das características importantes para comercialização dos frutos tanto para mercado interno como para mercado externo, pois além de retardar a perda da cor verde, ela também reduz a perda de água a partir da casca (flavedo e o albedo) e confere brilho aos frutos por um período maior de armazenamento (JOMORI et al., 2003). Mesmo com as diferenças na perda de massa dos frutos de lima ácida Tahiti enxertadas sobre os porta-enxertos e principalmente sobre o H150 que conferiu a menor perda de massa, ao final do armazenamento todos os frutos já estavam com aparência de murchamento e enrugamento. Essa mudança de textura na casca é uma consequência natural do processo de senescência dos frutos (CORDENUNSI et al., 2003).

Tabela 9. Perda de massa (%) dos frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos (PE), armazenados sob refrigeração a 7°C e 85% UR por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018.

PE	Dias após armazenamento (7 °C)				Médias
	6	13	27	47	
LC	2,48 a D	5,19 b C	9,43 b B	15,11 b A	8,95 a
H5	2,71 a D	5,18 b C	9,56 b B	14,98 b A	8,16 a
H10	2,53 a D	4,10 b C	9,17 b B	14,50 b A	8,11 a
H42	3,02 a D	5,87 a C	10,52 a B	16,38 a A	8,05 a
H121	2,67 a D	5,25 b C	9,65 b B	15,02 b A	7,79 a
H150	2,48 a D	4,03 c C	8,09 c B	13,18 c A	6,95 a
Médias	2,65 d	5,08 c	9,40 b	14,87 a	
PE (A)			3,75*		
Dias (B)			3486,39**		
A x B			2,88**		
CV (%) A			14,45		
CV (%) B			4,82		

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha não diferem entre si pelo teste Scott Knott (5%). **, * = teste F ou significativo a 1 ou 5%, respectivamente.

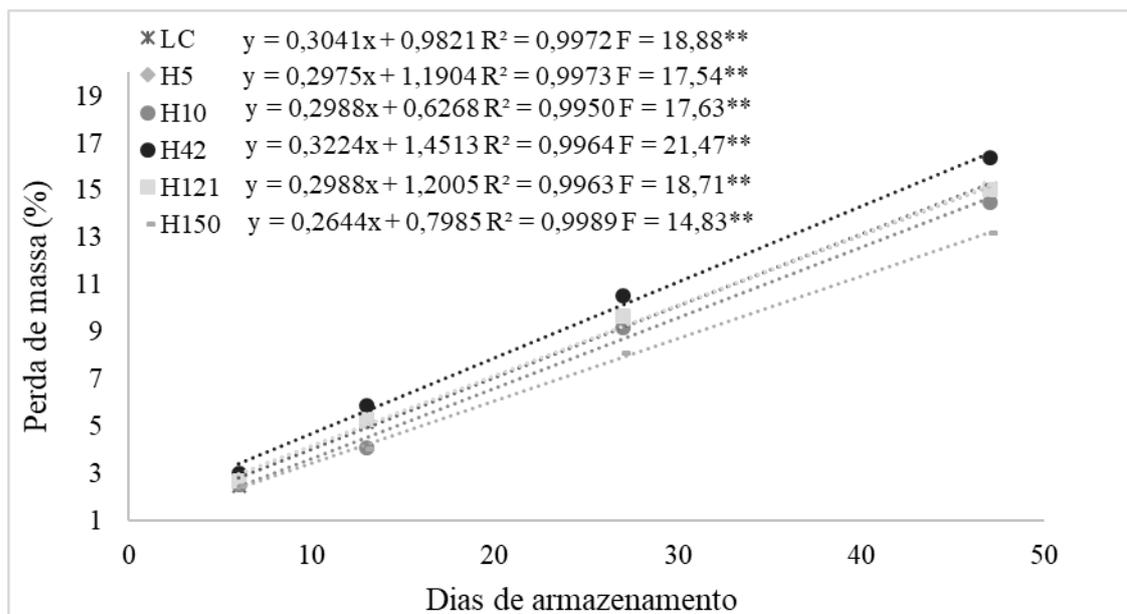


Figura 15. Perda de massa (%) dos frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e 85% UR por 47 dias. Cordeirópolis-SP, 2018. **, * = teste F significativo a 1 ou 5%, respectivamente.

5.5.3 Acidez titulável

Houve diferenças significativas na acidez titulável do suco dos frutos de alguns porta-enxertos ao longo do período de armazenamento. Os porta-enxertos H10 e H42 apresentaram comportamento linear, ou seja, um aumento significativo da acidez nos frutos de lima ácida Tahiti, de 6,05% no início para 6,82% no final do armazenamento e de 5,18% a 6,04% respectivamente. O H150 apresentou uma resposta quadrática, ou seja, começou com 5,72% de acidez, chegou a 6,24% e no final obteve uma diminuição, chegando a 5,93% de acidez nos frutos de lima ácida Tahiti (Figura 16). Os demais porta-enxertos foram intermediários entre eles. No geral, os valores de AT variaram de 5,72% a 6,82%, obtendo valores menores que os observados por STUCHI et al. (2009), e maiores que STENZEL e NEVES (2004), mas, mesmo com essas diferenças entre os frutos de lima ácida Tahiti entre os porta-enxertos avaliados, a maioria se encontra dentro das exigências para a exportação sendo de 6,0 g a 8,0 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ (GAYET et al., 1995) e se manteve dentro das normas dos Padrões de Identidade e Qualidade preconizados pela legislação brasileira, onde o valor mínimo estabelecido é de 5,0 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ (BRASIL, 2000).

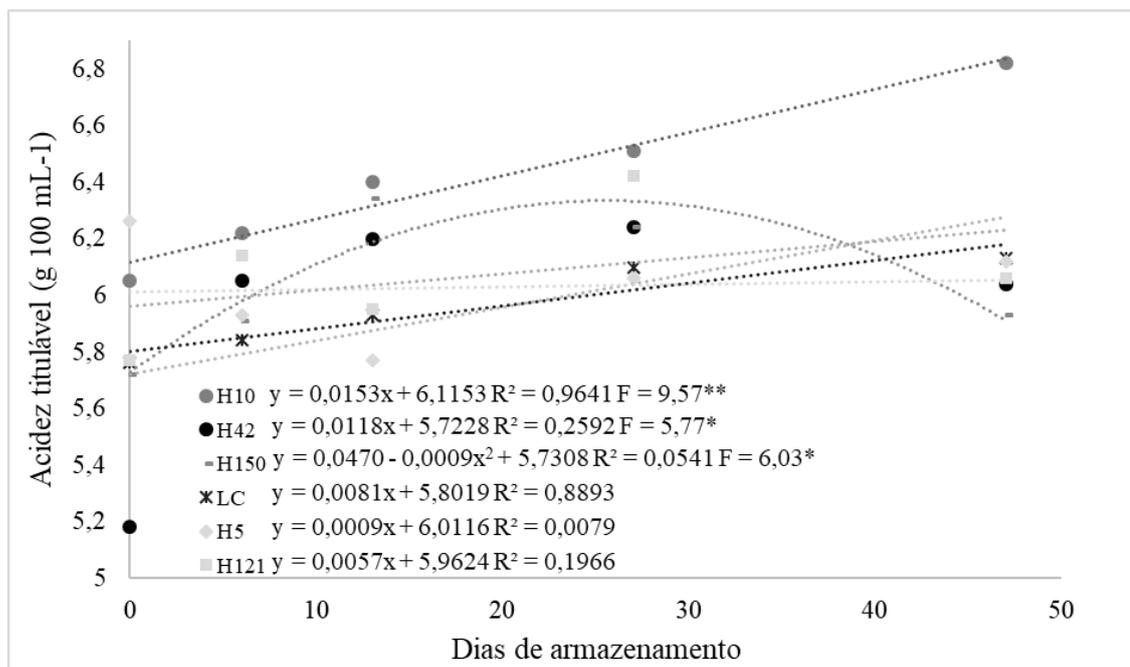


Figura 16. Acidez do suco ($\text{g } 100 \text{ mL}^{-1}$) em frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018. **, * = teste F ou significativo a 1 ou 5%, respectivamente

5.5.4 Sólidos solúveis totais

Em relação ao teor de sólidos solúveis totais (SST), houve interação entre os porta-enxertos utilizados e o período de armazenamento (Tabela 10). No início do armazenamento os frutos da lima ácida Tahiti enxertada sobre os porta-enxertos H5, LC, H10 e H121 apresentaram os maiores teores de SST, enquanto os porta-enxertos H42 e H150 (Figura 17) mostraram os menores teores, entretanto, com o passar do tempo de armazenamento, os frutos da lima ácida Tahiti enxertados sobre o LC, H5 e o H150 não sofreram alterações significativas nos teores de SST, enquanto aos 47 dias de armazenamento frutos de lima ácida Tahiti enxertados sobre os porta-enxertos H10 e H150 acumularam os maiores teores de SST e no LC o menor teor. Essa maior concentração de sólidos solúveis segundo Gonçalves et al. (2000), ocorre devido a desidratação dos frutos ao longo do tempo e à maturação, ocorrendo o acúmulo de açúcar, contrastando com Bassan (2016), onde os teores de SST na unidade de beneficiamento apresentaram valores superiores comparando com as demais etapas de beneficiamento. Porém, os valores mínimos para a comercialização da lima ácida Tahiti varia de 6,5 a $7,0^\circ\text{Brix}$ (HORTBRASIL, 2011).

Tabela 10. Sólidos solúveis totais (°Brix) do suco de frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018.

PE	Dias após armazenamento (7 °C)					Médias
	0	6	13	27	47	
LC	9,27 a A	9,07 b A	9,17 b A	9,07 b A	8,90 c A	9,09 c
H5	9,43 a A	9,37 b A	9,13 b A	9,47 b A	9,53 b A	9,39 b
H10	9,23 a C	9,90 a B	9,73 a B	10,27 a A	10,17 a A	9,86 a
H42	8,73 b B	9,07 b B	9,20 b B	9,53 b A	9,63 b A	9,23 c
H121	9,17 a B	9,17 b B	9,37 b B	9,53 b A	9,83 a A	9,41 b
H150	8,97 b A	9,17 b A	9,17 b A	9,30 b A	9,50 b A	9,22 c
Médias	9,13 b	9,28 b	9,29 b	9,53 a	9,59 a	
PE (A)			17,27**			
Dias (B)			10,57**			
A x B			2,39**			
CV (%) A			2,67			
CV (%) B			2,64			

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha não diferem entre si pelo teste Scott Knott (5%). **, * = teste F ou significativo a 1 ou 5%, respectivamente.

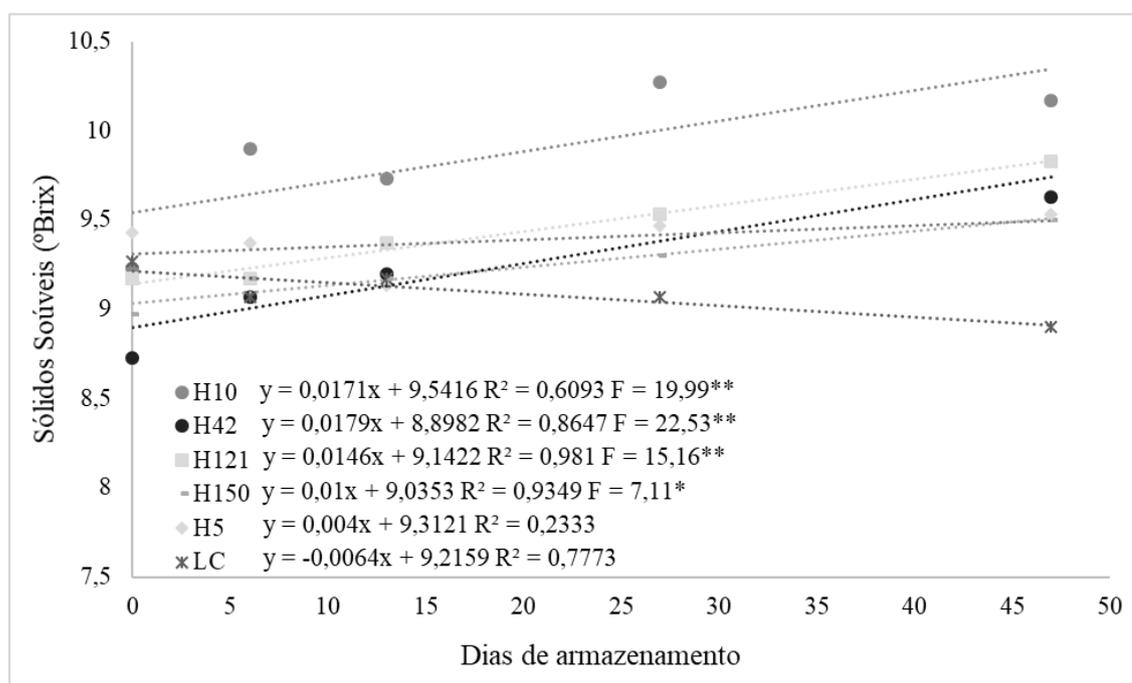


Figura 17. Sólidos solúveis totais (°Brix) do suco de frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018. **, * = teste F ou significativo a 1 ou 5%, respectivamente.

5.5.5 *Ratio*

Considerando-se a variável *ratio*, não houve diferença significativa entre os porta-enxertos e dias de armazenamento de frutos de lima ácida Tahiti. Segundo Siqueira e Salomão (2017), o *ratio* não é uma característica tão importante para limas ácidas e limões, quanto é para as laranjas e tangerinas por exemplo, pois durante sua maturação a concentração de ácidos continua elevada e nas Normas de Classificação de Citros de Mesa do Estado de São Paulo (CEAGESP 2011), não se tem um valor mínimo de *ratio* estabelecido para lima ácida Tahiti (Tabela 11).

Tabela 11. Relação sólidos solúveis:acidez (*ratio*) em frutos de lima ácida Tahiti enxertada em diferentes porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis-SP, 2018.

PE	Dias após armazenamento (7 °C)				
	0	6	13	27	47
LC	1,63 a A	1,57 a A	1,53 a A	1,50 a A	1,47 a A
H5	1,50 a A	1,60 a A	1,60 a A	1,57 a A	1,57 a A
H10	1,53 a A	1,60 a A	1,53 a A	1,57 a A	1,50 a A
H42	1,73 a A	1,50 a A	1,47 a A	1,53 a A	1,57 a A
H121	1,60 a A	1,50 a A	1,57 a A	1,50 a A	1,60 a A
H150	1,57 a A	1,57 a A	1,43 a A	1,50 a A	1,63 a A
CV(%)	7,42				

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha não diferem entre si pelo teste Scott Knott (5%).

5.5.6 Rendimento do suco

Para o rendimento de suco de lima ácida Tahiti enxertada sobre os diferentes porta-enxertos e armazenada por diferentes períodos, também não houve diferença significativa. De acordo com Koller (1994) e Siqueira e Salomão (2017) o teor mínimo do suco para comercialização é de 40%. Portanto, levando em consideração os autores, aos 47 dias de armazenamento apenas o porta-enxerto H5 se mostrou fora do padrão para comercialização (Tabela 12).

Tabela 12. Porcentagem de rendimento de suco em frutos de lima ácida Tahiti, enxertada em seis porta-enxertos, armazenados sob refrigeração a 7°C e UR 85% por 47 dias. Cordeirópolis, SP, 2018.

PE	Dias após armazenamento (7 °C)				
	0	6	13	27	47
LC	50,67 a A	44,60 a A	49,43 a A	51,77 a A	44,40 a A
H5	38,97 a A	40,37 a A	40,57 a A	41,53 a A	37,37 a A
H10	50,23 a A	44,83 a A	43,40 a A	47,00 a A	43,20 a A
H42	44,20 a A	46,43 a A	51,30 a A	50,00 a A	43,66 a A
H121	46,03 a A	47,20 a A	45,77 a A	50,93 a A	49,23 a A
H150	45,97 a A	47,20 a A	44,87 a A	47,26 a A	42,80 a A
CV (%)	12,33				

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha não diferem entre si pelo teste Scott Knott (5%).

5.6 Compatibilidade copa/porta-enxerto

Todos os porta-enxertos foram compatíveis, mostrando que a lima ácida Tahiti (IAC-5), possui afinidade com os citrandarins estudados. Pompeu Junior (2005), destaca que após dois ou até dez anos, dependendo da combinação copa/porta-enxerto e de acordo com o grau de alteração anatômica e fisiológica na união do enxerto, as combinações podem apresentar sintomas de deficiência nutricional, amarelecimento e queda de folhas, secamento de ponteiros, brotação exagerada do porta-enxerto, redução da produção e até mesmo morte de plantas. Alguns porta-enxertos comerciais como o FD que possui incompatibilidade com algumas variedades de laranja Pera, tangor Murcott e limão verdadeiro (SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017), e o citrumelo Swingle que é incompatível com clones de laranjeira Pera, tangerineiras e limoeiros, entre outras variedades (POMPEU JUNIOR, 2005). Cristofani-Yaly et al. (2007) e Schinor et al. (2013), estudando parte da mesma população de citrandarins, do presente estudo, enxertados com laranja Pera, encontraram dois porta-enxertos incompatíveis, H245 e H254. Pompeu Junior (2005) encontrou incompatibilidades na combinação tangpur Cravo x Carrizo (717) com a laranja Pera e com o tangor Murcott, e em 2009, Blumer e Pompeu Junior, encontraram incompatibilidade também em laranja Valência enxertada no tangpur Cravo x Carrizo. Já em outros trabalhos realizados por Blumer e Pompeu Junior (2011) e Simonetti et al. (2015), não foi encontrado nenhuma incompatibilidade envolvendo alguns citrandarins e outros híbridos de

trifoliata com a laranja Valência. Algumas incompatibilidades podem exigir dez ou mais anos para se manifestar, sendo assim, muito importante que se dê continuidade a essas avaliações (BLUMER e POMPEU JUNIOR, 2009).

5.7 Tolerância à seca e potencial hídrico nas folhas

Foram realizadas nos anos de 2017 e 2018, no mês de setembro, período de maior déficit hídrico, conforme extrato do balanço hídrico (Figura 18), a avaliação de tolerância à seca. Os porta-enxertos apresentaram diferenças estatísticas entre si, em relação às notas visuais atribuídas. Na avaliação feita em setembro de 2017, os porta-enxertos H14, H135, H145, H173, FD e TS, foram mais suscetíveis, ou seja, mostrando murchamento visual nas plantas, diferindo de nove porta-enxertos mais o LC que já é um porta-enxerto comprovadamente resistente à seca (POMPEU JUNIOR, 2005; SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017). Já na avaliação feita em setembro de 2018, os porta-enxertos H14, H145, FD e TS continuaram manifestando a suscetibilidade. Os porta-enxertos H135 e H173 se mostraram estatisticamente diferentes dos suscetíveis e se encaixaram aos 10 porta-enxertos mais resistentes à seca, totalizando 12 porta-enxertos possivelmente tolerantes ou resistentes à seca. Destaca-se então os porta-enxertos H5, H10, H42, H47, H70, H73 H121, H135, H150, H152 e H173 como possíveis porta-enxertos tolerantes ou resistentes à seca, comparados ao LC, e os porta-enxertos H14, H145 comparados com o FD e a TS que já são considerados porta-enxertos suscetíveis à seca (Tabela 13) (CASTLE, 1987; SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017).

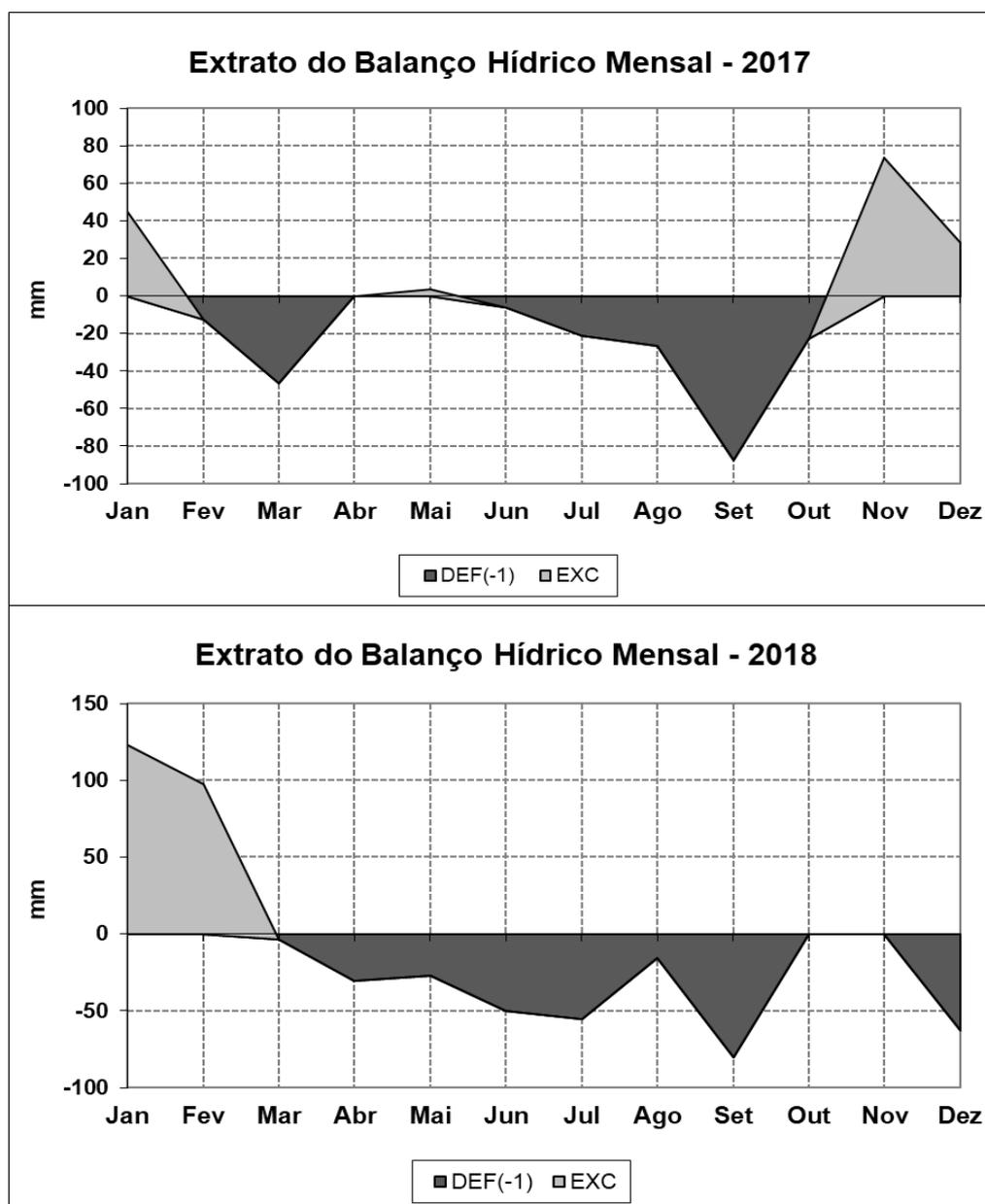


Figura 18. Extrato do balanço hídrico do ano de 2017 e 2018 da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Polo Centro Norte – APTA. Pindorama, SP.

Em complemento a avaliação visual, foi realizada no mês de setembro também nos anos de 2017 e 2018, a avaliação de potencial hídrico nas folhas. Os porta-enxertos que tiveram menor potencial de água nas folhas, ou seja, que são suscetíveis à seca, foram o FD (-3,0 Mpa), seguido do porta-enxerto H14 (-2,4 Mpa) e da TS (-2,1 Mpa) (Figura 19). No ano de 2018, apenas o H14 e o FD diferiram dos outros porta-enxertos, confirmando novamente a suscetibilidade à seca. Essa diminuição de água ocorre quando há um aumento de taxa de

transpiração, bem como no déficit de pressão de vapor de água no ar (MATTOS et al. 2003a). Essa avaliação ocorreu durante a madrugada e os valores foram mais altos que do Kaufmann (1977), onde o potencial de água nas folhas de laranjeira Valência encontrado na ausência de transpiração (durante a madrugada) foi de -1,2 Mpa. Os demais porta-enxertos apresentaram maior potencial de água nas folhas, possuindo tolerância à seca comparada a do LC, que já é um porta-enxerto comprovadamente resistente à seca (-0,9 Mpa) (Figura 19 e 20). Segundo Cunha e Soares-Filho (1988), essa associação à maior capacidade de resistir a deficiências hídricas é pela característica da profundidade do sistema radicular e a baixa transpiração em certas combinações de copa x porta-enxertos.

Tabela 13. Tolerância à seca de lima ácida Tahiti enxertada em 16 porta-enxertos, Pindorama, SP (setembro 2017/2018).

PE	Avaliação Setembro (2017)	Avaliação Setembro (2018)
H5	2,00* a ¹	2,00 a
H10	2,00 a	2,00 a
H14	1,33 b	1,33 b
H42	2,00 a	2,00 a
H47	2,00 a	2,00 a
H70	2,00 a	2,00 a
H73	2,00 a	2,00 a
H121	2,00 a	2,00 a
H135	1,67 b	2,00 a
H145	1,67 b	1,67 b
H150	2,00 a	2,00 a
H152	2,00 a	2,00 a
H173	1,50 b	2,00 a
FD	1,00 b	1,00 b
LC	2,00 a	2,33 a
TS	1,67 b	1,67 b
CV (%)	17,87	13,71

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott Knott (5%).

- *(1) Enrolamento foliar expressivo, todas as folhas muito enroladas, com ou sem aspecto de secas;
- (2) Enrolamento foliar pouco expressivo, folhas levemente enroladas e;
- (3) Limbo foliar normal, ausência de enrolamento foliar.

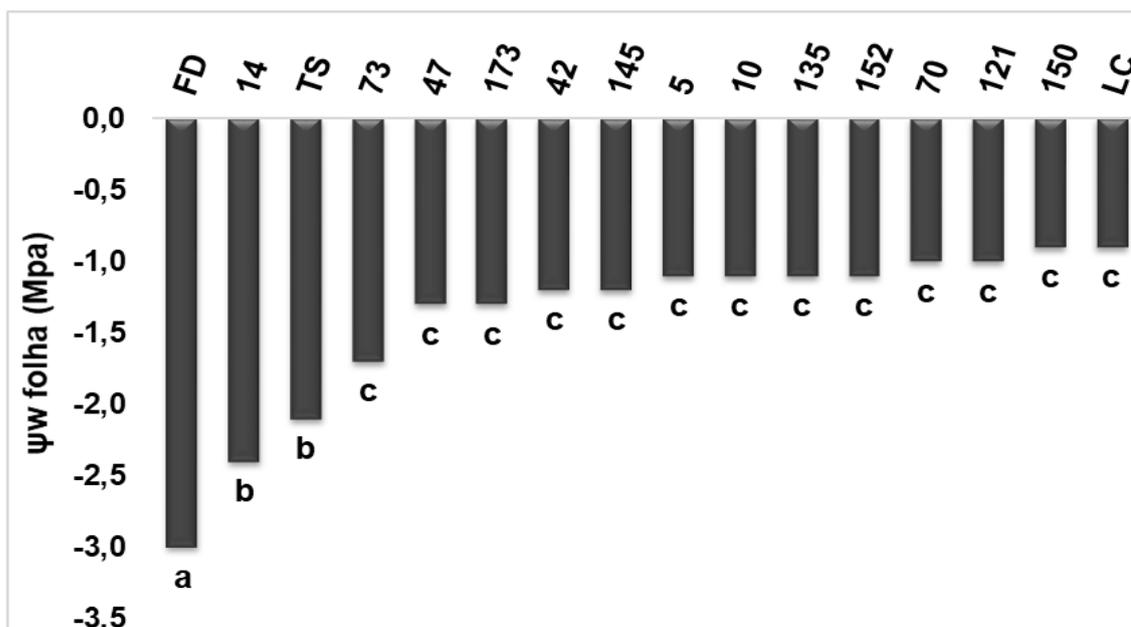


Figura 19. Potencial de água (Ψ_w) nas folhas de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP, setembro/2017. Obs: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Scott Knott, 5%).

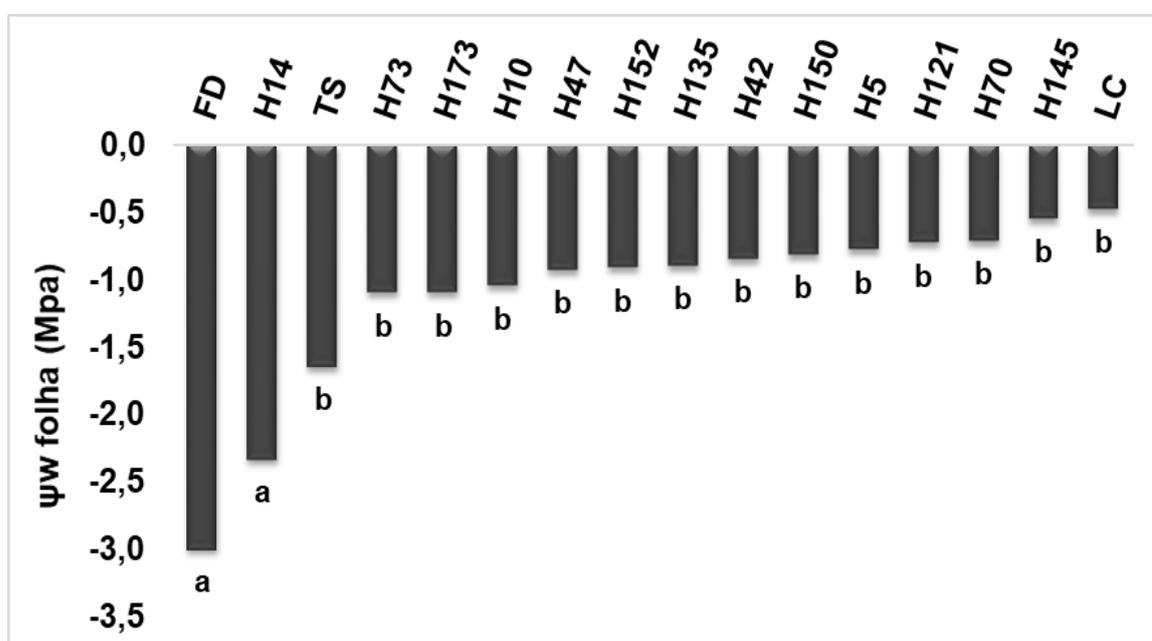


Figura 20. Potencial de água (Ψ_w) nas folhas de lima ácida Tahiti, enxertada em 16 porta-enxertos. Pindorama, SP, setembro/2018. Obs: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Scott Knott, 5%).

5.8 Detecção da bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas)

Na primeira avaliação realizada em agosto de 2016, as plantas de lima ácida Tahiti apresentaram sintomas nas folhas e a presença da bactéria CLas quando enxertadas em oito dos 16 porta-enxertos analisados, sendo que plantas enxertadas sobre o porta-enxerto LC, apresentaram a maior taxa de infecção e de sintomas com 66,66% (Tabela 14).

Na segunda avaliação efetuada em novembro de 2016, o número de plantas de lima ácida Tahiti com sintomas aumentou para 12, e o número de plantas infectadas aumentou para 15. Destacando nessa coleta o porta-enxerto H173 que já apresentou 100% das amostras infectadas e com sintomas e o porta-enxerto H47 que ainda não havia sido infectado. A lima ácida Tahiti, enxertada no porta-enxerto H14, apesar de ter 14,28% das amostras infectadas, não apresentou sintomas visuais de HLB.

Na terceira coleta, em fevereiro de 2017, todos os porta-enxertos apresentaram amostras com CLas, os porta-enxertos H14 e H47 tiveram a menor porcentagem de amostras infectadas, (14,28 %), porém apenas o porta-enxerto H14 não apresentou sintomas visuais de HLB nas folhas. Segundo Boscarinol-Camargo et al. (2010), essas variações ao longo do tempo, podem estar associadas a uma resposta genética da planta. Stover e McCollum (2011) obtiveram resultados semelhantes onde algumas plantas apresentaram baixa incidência de CLas e sintomas e outras com alta incidência de CLas e sintomas, fazendo com que essas plantas com baixos índices sejam potenciais atrativos para futuras pesquisas.

Na última avaliação, realizada em abril de 2017 a lima ácida Tahiti apresentou os sintomas característicos do HLB em 15 porta-enxertos avaliados, com exceção do porta-enxerto H14 apesar da presença da bactéria (57,14%). Quando enxertada nos porta-enxertos H47 e H135, a lima ácida Tahiti apresentou menor incidência de sintomas mesmo com alta infecção da bactéria. Outro estudo mostrou que *P. trifoliata* e alguns dos seus híbridos não apresentaram sintomas da doença apesar da infecção pelo patógeno (ALBRECHT e BOWMAN, 2011), contrariando o ocorrido para o porta-enxerto H173, que desde a segunda coleta a porcentagem de incidência e sintomas já eram de 100%.

Tabela 15. Valores médios dos Cts de amplificação da bactéria *Ca. Liberibacter asiaticus* (**CLas**) na lima ácida Tahiti enxertada sobre 16 porta-enxertos em diferentes tempos de coleta. Pindorama, SP, 2016/2017.

PE	Repetição	Cts 1ª coleta	Cts 2ª coleta	Cts 3ª coleta	Cts 4ª coleta
H5	1	38,56*	34,04	37,29	19,54
H5	2	40,00	33,67	19,87	19,97
H5	3	40,00	34,45	40,00	20,72
H10	1	40,00	36,33	34,26	20,83
H10	2	36,76	19,05	21,04	19,94
H10	3	19,13	18,34	18,94	19,05
H14	1	40,00	39,39	34,87	32,99
H14	2	35,81	40,00	35,23	35,72
H14	3	37,16	37,87	33,18	37,58
H14	4	39,56	36,25	18,67	32,93
H14	5	40,00	35,53	39,15	35,79
H14	6	40,00	34,48	35,26	31,26
H14	7	40,00	28,67	35,70	26,01
H42	1	38,57	35,34	33,03	28,67
H42	2	40,00	34,77	28,86	19,47
H42	3	34,59	18,27	36,73	19,31
H47	1	40,00	40,00	34,31	34,28
H47	2	40,00	40,00	36,18	32,85
H47	3	37,40	40,00	36,29	33,89
H47	4	35,09	33,00	38,98	34,42
H47	5	36,02	31,06	37,30	34,38
H47	6	37,35	40,00	21,49	19,85
H47	7	38,01	35,99	33,03	22,10
H70	1	39,15	40,00	38,29	32,01
H70	2	39,58	27,40	20,92	20,05
H70	3	20,02	18,87	19,09	19,50
H70	4	19,25	18,26	18,13	18,20
H73	1	40,00	40,00	39,04	20,09
H73	2	21,49	18,38	27,15	19,46
H73	3	34,68	40,00	19,78	16,43
H73	4	27,08	22,41	34,46	19,30
H73	5	38,13	37,65	37,29	34,48
H121	1	40,00	33,32	17,76	19,25
H121	2	21,48	40,00	18,49	19,17
H121	3	36,74	40,00	37,81	19,49
H121	4	38,98	23,23	19,19	19,47
H121	5	20,81	18,38	20,09	19,87
H135	1	38,57	39,73	18,23	19,09
H135	2	37,64	35,48	37,03	34,19
H135	3	40,00	33,89	36,53	33,03

H135	4	35,78	33,00	27,67	33,47
H145	1	38,74	40,00	37,33	33,83
H145	2	40,00	37,17	22,01	20,52
H145	3	39,92	17,85	33,64	33,03
H150	1	40,00	25,35	23,74	20,79
H150	2	39,26	37,13	21,80	19,51
H150	3	39,50	35,83	34,65	19,61
H150	4	40,00	36,81	36,98	21,22
H152	1	30,10	40,00	36,97	19,94
H152	2	40,00	39,06	19,76	20,80
H152	3	40,00	32,82	24,95	20,40
H152	4	38,59	36,76	36,85	33,41
H152	5	40,00	35,31	36,90	33,32
H152	6	40,00	35,52	33,37	22,11
H173	1	39,17	22,65	27,47	24,70
H173	2	21,49	19,89	19,97	19,24
H173	3	40,00	21,00	32,18	19,29
FD	1	39,37	35,39	21,06	19,98
FD	2	40,00	38,37	21,38	19,13
FD	3	40,00	23,63	36,59	24,34
FD	4	20,43	33,46	21,01	20,80
FD	5	38,84	34,92	31,08	33,92
FD	6	39,82	35,91	22,72	19,92
FD	7	37,85	29,78	23,80	19,51
FD	8	40,00	40,00	23,11	19,10
FD	9	20,29	18,29	19,77	19,95
LC	1	23,47	28,99	26,83	25,23
LC	2	40,00	40,00	38,09	24,31
LC	3	19,67	19,26	21,24	19,87
TS	1	40,00	36,75	35,88	37,70
TS	2	19,83	21,42	21,98	26,59

* Cts >34 = CLas negativo e <34 = CLas positivo

6. CONCLUSÕES

Os porta-enxertos H14, FD e a TS foram os que induzem menor tamanho de copa às plantas de lima ácida Tahiti, enquanto os porta-enxertos H5, H10, H42, H70, H121, H145, H150, H173 e o LC, maior tamanho de copa.

Porta-enxertos que induzem menor porte a lima ácida Tahiti foram os mais suscetíveis ao déficit hídrico.

A maior produção e produtividade foi conferida na lima ácida Tahiti enxertada sobre os porta-enxertos H10 e H121 sendo semelhantes ao LC, já em espaçamento ajustado além desses porta-enxertos citados os porta-enxertos H70, H73, H150, H5, H152 e H42 também tiveram uma boa produtividade.

A fenologia da lima ácida Tahiti variou entre os porta-enxertos estudados, encontrando-se combinações mais precoces (1.558,2 a 1.675,9 graus-dias) e mais tardias (1.694,2 a 1.829,3 graus-dias).

Os porta-enxertos FD, H14 e TS foram os que induziram, aos frutos de lima ácida Tahiti, os maiores teores de sólidos solúveis totais, porém os demais não afetaram a qualidade físico-químicas dos frutos.

O porta-enxerto H10 proporcionou um bom desempenho à lima ácida Tahiti em quase todas as variáveis estudadas, principalmente com relação ao quesito cor, pois conservou a coloração verde dos frutos por mais tempo (47 dias) após armazenamento em câmara fria.

Todos os porta-enxertos se mostraram compatíveis com a lima ácida Tahiti, sem ocorrência de anel de goma na linha de enxertia até o momento (6 anos).

O porta-enxerto H14 foi único que apresentou tardiamente o aparecimento de sintomas de HLB nas plantas de lima ácida Tahiti, enxertadas sobre ele.

Os citrandarins avaliados apresentaram características tão boas ou em alguns casos melhores que os porta-enxertos comerciais, sendo considerados novas alternativas como porta-enxertos para a lima ácida Tahiti.

7. LITERATURA CITADA

AUBERT, B. *Trioza erytreae* del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera, Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease: biological aspects and possible control strategies. *Fruits*, v. 42, n. 3, p. 149-162, 1987.

AULER, P. A. M. et al. Comportamento da laranjeira 'Valência' sobre seis porta-enxertos no noroeste do Paraná. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n. 1, p. 229-234, 2008.

ALBRECHT, U.; BOWMAN, K. D. Tolerance of the trifoliolate citrus hybrid US-897 (*Citrus reticulata* Blanco × *Poncirus trifoliata* L. Raf.) to huanglongbing. *HortScience* v.46, p.16–22, 2011.

ALBRIGO, G. Environmental influences on citrus fruit development. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON CITRUS PHYSIOLOGY, 2, Bebedouro, 1992. Proceedings, Jaboticabal: Funep, p. 91-102, 1993.

ALVARENGA, L.R.; NOGUEIRA, D.J.P. Primeira tentativa de zoneamento climático para citros em Minas Gerais. *Citricultura em Minas Gerais*. EPAMIG. Campinas: EPAMIG, p. 38-41, 1978.

BACCHI, O. Observações citológicas em *Citrus*. I – Número de cromossômicos de algumas espécies e variedades. *Jornal de Agronomia*, v.3, n.4, p.249-258, 1940.

BARBASSO, D.V.; JÚNIOR, M.J.P.; PIO, R.M. Caracterização fenológica de variedades do tipo Murcott em três porta-enxertos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 27, n.3, p.399-403, 2005.

BARBOSA, C.J. A exocorte da lima ácida Tahiti. Embrapa Mandioca e fruticultura. Cruz das Almas, n.35, 2010.

BASSAN, M. M.; MOURÃO FILHO; F. D. A. A.; ALVES, R. F.; BEZERRA, D. F.; COUTO, H. T. Z.; JACOMINO, A. P. Beneficiamento pós-colheita de lima ácida Tahiti afeta sua qualidade e conservação. *Ciência Rural*, v. 46, n. 1, p. 184-190, 2016.

BASSANEZI, R. B.; MONTESINO, L. H.; BUSATO, L. A.; STUCHI, E. S. Danos Causados pelo Huanglongbing na Produção e Qualidade de Frutos de Laranja em São Paulo. In: HUNGLONGBING – GREENING INTERNATIONAL WORKSHOP, 1, 2006, Ribeirão Preto. Resumos... [S17] Araraquara: Fundecitrus, Departamento Científico, 2006.

BIASI, L.A.; ZANETTE, F. Ácido Giberélico Isolado ou Associado com Cera para Conservação Pós-Colheita da Lima Ácida “Tahiti”. *Scientia Agraria*, v.1, n.1-2, p.39-44, 2000.

BITTERS, W.P.; MCCARTY, C.D.; COLE, D.A. An evaluation of trifoliolate orange selections as rootstocks for Washington navel and Valencia orange. In: World Congress of Citriculture, Murcia, Espanha, 1973.

BOAVA, L.P.; CRISTOFANI-YALY, M.; MACHADO, M. A. Physiologic, Anatomic, and Gene Expression Changes in *Citrus sunki*, *Poncirus trifoliata*, and Their Hybrids After ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ Infection. *Phytopathology*. v.107, p.590-599, 2017.

BOAVA, L.P.; SAGAWA, C.H.D.; CRISTOFANI-YALY, M.; MACHADO, M.A. Incidence of *Candidatus Liberibacter asiaticus* infected plants among citrandarins as rootstock and scion under field conditions. *Phytopathology*, v.105, n.4, p.518-524, 2015.

BORDIGNON, R.; MEDINA FILHO, H.P.; SIQUEIRA, W.J.; PIO, R.M. Efeito da tristeza dos citros em caracteres vegetativos, produtivos e industriais da laranja ‘Valência’ enxertada em porta-enxertos híbridos segregando para tolerância. *Bragantia*, Campinas, v.62, n.2, p.207-215, 2003.

BOSCARIOL-CAMARGO, R.L.; CRISTOFANI-YALY, M.; MALOSSO, A.; COLETTA-FILHO, H.D.; MACHADO M. A. Avaliação de diferentes genótipos de citros à infecção por *Candidatus Liberibacter asiaticus*. *Citrus Research e Technology*. v. 31, p.85-90, 2010.

BOVÉ, J. M. História, Etiologia, Identificação no Campo, Transmissão e Distribuição Mundial do Huanglongbing: uma Destrutiva, Recém-Emergida, Doença Secular de Citros. In: HUNGLONGBING – GREENING INTERNATIONAL WORKSHOP, 1, 2006, Ribeirão Preto. Resumos... [S1] France: Journal of Plant Pathology, v.88, p. 07-37, 2006.

BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J. Avaliação de citrandarins e outros híbridos de trifoliata com porta-enxertos para citros em São Paulo. *Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal*, v. 27, p. 264-267, 2005.

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

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

BRASIL. Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 2000.

BREMER NETO, H.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; STUCHI, E.S.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. The horticultural performance of five Tahiti lime selections grafted onto 'Swingle' citrumelo under irrigated and non-irrigated conditions. *Scientia Horticulturae*, v. 150, p.181-186, 2013.

CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MOURÃO FILHO, F. D. A. A.; STUCHI, E. S., DA SILVA, S. R.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; NETO, H. B. Rootstocks for high fruit yield and quality of Tahiti lime under rain-fed conditions. *Scientia Horticulturae*, v. 142, p.105- 111, 2012.

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

CARVALHO, W. S. G. C. Eficiência produtiva de cultivares de citros enxertadas sobre os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e 'Flying Dragon', em cultivo irrigado. Dissertação (Produção Vegetal) – UENF. Rio de Janeiro, p. 39, 2017

CARVALHO, W. S. G.; MARINHO, C. S.; AMARAL, B. S.; ARANTES, A. B. S. Produção e qualidade dos frutos de cultivares de citros enxertadas sobre o porta-enxerto "Flying Dragon". *In: SEMANA ACADÊMICA DO CURSO DE AGRONOMIA DO CCA/UFES*, 28., 2017, Espírito Santo. Anais... Espírito Santo: UFES, 2017.

CASTLE, W.S. Citrus rootstocks. *In: ROM, R.C.; CARLSON, R.F. (Ed.). Rootstocks for fruit crops*. New York: Wiley, p.361-399, 1987.

CASTLE, B.; GROSSER, J.; BOWMAN, K.; STOVER, E. An HLB-tolerant citrus rootstock: What exactly does that mean? *Citrus Industry*, p.16-19, 2015.

CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Normas de classificação de citros de mesa. Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura. 12 p, 2011.

CHAPOT, H. The citrus plant. *In: HAFLIGER, E. (Ed.). Citrus*. Baste: Ciba-Geigy, p.6-13, 1975.

COELHO, Y.S. Lima ácida 'Tahiti' para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA – SPI. Série Publicações Técnicas FRUPEX, 1, 35 p, 1993.

CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO, JRO do; LAJOLO, F. M. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry*, v. 83, p. 167-173, 2003.

CORREA, A.R.; OLIVEIRA, D.; MARIOT, E.J.; CAVALHEIROS, R.O. Exigências climáticas. In: IAPAR. *A citricultura no Paraná*. Londrina, p.29-53, 1992.

CUNHA, M.A.P. DA, SORES FILHO, W. DOS S. Melhoramento genético dos citros: Novas variedades copa e porta-enxerto. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Cruz das Almas, v.10, n.3, p.63-70. 1988.

CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; FALDONI, L.; BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J.; CAMPOS, T.M.P.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; MACHADO, M.A. Seleção de citrandarins (tangerina Sunki vs. *Poncirus trifoliata*) para porta-enxertos de citros. *Laranja*, v.28, n.1-2, p.71-79, 2007.

DEFESA AGROPECUÁRIA. Greening. Disponível em: <http://www.defesaagropecuaria.al.gov.br/saude-vegetal/greening>. Acesso em: 08 jul. 2018.

DE NEGRI, J.D., STUCHI, E.S., BLASCO, E.E.A. Planejamento e implantação do pomar cítrico. In: Mattos Jr., D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Jr., J. (Org.) (Eds.), *Citros*. Instituto Agrônômico/FUNDAG, Campinas, pp. 411–427, 2005.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. *Campina Grande: UFPB/FAO*, 306 p, 1994.

DONADIO, L. C.; STUCHI, E. S. Adensamento de plantio e anançamento de citros. *Jaboticabal: FUNEP, (Boletim Citrícola, 16)*, 70 p., 2001.

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

FAO. 2017. Crops production. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>. Acesso em: 28 jan. 2019.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v.6, p.36-41, 2008.

FERREIRA, R. M. A.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, P.A.; QUEIROZ, R. F.; PONTES FILHO, F. S. T. Ponto de colheita da acerola visando à produção industrial de polpa. *Revista Verde, Mossoró*, v. 4, n. 2, p. 13-16, 2009.

FIGUEIREDO, J.O.; DONADIO, L.C.; POMPEU JR., J.; TEÓFILO SOB, J.; PIO, R.M., VAZ FILHO, D.; STUCHI, E.S.; SEMPIONATO, O.R.; DOMINGUES, E.T. Comportamento de 11 porta-enxertos para o limão Tahiti na região de Bebedouro, SP. *Rev. Bras. Frutic.* v.15, p.345-351, 1996.

FIGUEIREDO, J.O., RODRIGUEZ, O.; POMPEU JR., J.; TEÓFILO SOB, J.; SALIBE, A.A.; ABRAMIDES, E. Melhoramento do limoeiro-taiti por seleção de clones. *Bragantia*, v.35, n.11, p.115-122, 1976.

FIGUEIREDO, J. O.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C., SEMPIONATO, O. R. Porta-enxertos para a lima ácida "Tahiti" na região de Bebedouro.SP. *Rev. Bras. Frutic.*, v. 24, n. 1, 2002.

FUNDECITRUS – FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. Comunicação. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/noticias/integra/greening-reduz-productividade-e-cao-perdas-para-lima-acida-tahiti-e-manejo-deve-ser-riguroso/787>. Acesso em: 25 abr. 2019.

FUNDECITRUS – FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. Comunicação. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/noticias/integra/pior-praga-da-citricultura-greening-e-ameaca-a-producao-de-laranja-brasileira/590>. Acesso em: 07 jul. 2018a.

FUNDECITRUS - FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. Greening/HLB. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/doencas/greening/10>. Acesso em: 08 jul. 2018b.

FUNDECITRUS – FUNDO DE DEFESA DA CITRUCULTURA. Levantamento de doenças dos citros: HLB, CVC, e Cancro cítrico. Araraquara, SP. Brasil: Fundecitrus, 2017.

GAYET, J.P.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; GARCIA, E.E.C.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; BORDIN, M.R. Lima ácida "Tahiti" para exportação: Procedimentos de colheita e pós-colheita. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Refonna Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 36, 1995.

GAYET, J.P.; SALVA-FILHO, A. Colheita e beneficiamento. In: Mattos Junior D, De Negri JD e Figueiredo JO (Eds.). Lima Ácida Tahiti. Campinas, Instituto Agrônômico. p.147-162, 2003.

GOLDSCHMIDT, E.E. Ripening of citrus and other non-climateric fruits: a role for ethylene. *Acta Horticulturae*, n.463, p.325-334, 1997.

GONÇALVES, E. D.; ANTUNES, P. L.; BRACKMANN, A. Armazenamento de Pêra 'Nijisseiki' em atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 226-231, 2000.

GUTIERREZ, A.S.D.; ALMEIDA, G. V. B. Beneficiamento e comercialização de frutos *in natura*. In: MATTOS Jr., DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU Jr., J. Citros. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, cap 27, p. 824-837, 2005.

HORTBRASIL E CEAGESP (2013). Disponível em:
<http://www.hortibrasil.org.br/2016-06-03-10-49-48/comercializacao-de-lima-acida-tahiti-na-ceagesp-de-sao-paulo.html>. Acesso em: 09 jul. 2018.

HORTBRASIL – Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura – Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura. Normas de Classificação de Citros de Mesa. São Paulo: CEAGESP, 2011.

HF BRASIL E SECEX (2017). HORTIFRUTI/CEPEA. Disponível em:
<http://www.hfbrasil.org.br/br/hortifruti-cepea-seis-frutas-brasileiras-batem-recorde-de-exportacao-em-2017.aspx>. Acesso em: 10.jul.2018.

HODGSON, R.W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHERLOR, L.D. (Eds.) The citrus industry. v.1 Berkeley: Univ. California, p.431-591, 1967.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - (IEA). Disponível em:
<http://www.iea.sp.gov.br>. Acesso em: 22 jun. 2018.

JOMORI, M. L. L.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; TAVARES, S. Conservação refrigerada de lima ácida 'Tahiti': uso de 1-metilciclopropeno, ácido giberélico e cera. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 25, n. 3, p. 406-409, 2003.

KAUFMANN, M.R. Citrus – a case study of environmental effects on plant water relations. Proceedings of the International Society of Citriculture, v.1, p.57-52, 1977.

KAUFMANN, M.R. Evaluation of the pressure chambre method for measurement of water stress in citrus. Preceedings of American Society of Horticultural Science, New York, v.93, p.186-198, 1968.

KOLLER, O.C. Citricultura: limão e tangerina. Porto Alegre, Editora Rígel. p. 446, 1994.

LEÃO, P.C.S.; SILVA, E.E.G. da Caracterização fenológica e requerimentos térmicos de variedades de uvas sem semente no vale do São Francisco. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 379-382, 2003.

LEDO, A.D.; OLIVEIRA, T. K.; RITZINGER, R.; AZEVEDO, F. F. Produção de limas ácidas, tangerinas e híbridos sobre diferentes porta-enxertos no Estado do Acre. Rev. Agron. Fortaleza, v. 39, n. 02, p. 263-268, 2008.

LEPSCH, I.F.; VALADARES, J.M.A.S. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Pindorama, SP. Campinas, Bragantia, v.35, n.2, p.14-40, 1976.

LI, W., HARTUNG, J. S.; LEVY, L. Quantitative real-time PCR for detection and identification of Candidatus Liberibacter species associated with citrus huanglongbing. J. Microbiol. Methods 66:104-115, 2006.

LIMA, J.E.O. Florescimento e Frutificação em Citros. Laranja, Cordeirópolis, v.2,

n.10, p.523-530, 1989.

LOPES, S.A; FRARE, G.F.; MARTINS, E.C. Plantas hospedeiras de *Liberibacter* no Brasil. *In: Huanglongbing – Greening International Workshop*, 2006. Ribeirão Preto, p.27, 2006.

LOPES, S. A.; MARTINS, E. C.; FRARE, G. F. Detecção de *Candidatus Liberibacter americanus* em *Murraya paniculata*. *Summa Phytopathologica* 31: p. 48-49, 2005.

MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial de água na folha de laranjeira 'Valência'. *Scientia Agricola*, v.59, p.53-58, 2002.

MACHADO, D. L., SIQUEIRA, D. L. D., SALOMÃO, L. C. C., Cecon, P. R., SILVA, D. F. P. D. Evaluation of rootstocks for 'Tahiti' acid lime in northern state of Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 39, n. 1, 2017.

MARCONDES, P.T.S. Manejo do florescimento e da produção de lima ácida Tahiti com reguladores de crescimento e crescimento de derrça. *Dissertação (Mestrado em Fruticultura Tropical) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1991.*

MARIN, F.R. Evapotranspiração, transpiração e balanço de energia em pomar de lima ácida 'Tahiti'. 2000. 74 p. *Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.*

MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Manejo da fertilidade do solo. *In: Mattos, JR., D. et al. (Eds.). Lima ácida Tahiti. Campinas: IAC. p.67-80, 2003a.*

MATTOS JR., D.; DE NEGRI., D. J.; FIGUEIREDO., J.O. lima ácida Tahiti. *Campinas: Instituto Agrônômico. Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Citros "Sylvio Moreira", 2003b.*

MENDEL, K. Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. *Katavim: records of the agricultural research station*, v.6, p.35-38, 1956.

MIRANDA, M.N; CAMPELO JUNIOR, J.H. Desenvolvimento e qualidade da lima ácida Tahiti em Colorado do Oeste, RO. *Ceres*, v. 57, n. 6, 2010.

MURRAY, M.; THOMPSON, W.F. Rapid isolation of high-molecular-weight plant DNA. *Nucleic Acids Research*, v.8, p.4321-4325, 1980.

NAURIYAL, J.P.; SHANNON, L.M.; FROLICH, E.F. Eureka lemon trifoliolate orange: incompatibility. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.72, p.273-283, 1958.

NASCIMENTO, F. S. S.; BASTOS, D. C.; NASCIMENTO, S. D. S.; PASSOS, O. S. Fenologia da laranjeira Pera D-9no Vale do São Francisco. *In Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO*

DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: SBF, 2012.

ORTOLANI, A. A.; PEDRO JR, M.J.; ALFONSI, R.R. Agroclimatologia e o cultivo dos citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A.A. (Ed.). Citricultura brasileira. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, p. 153-188, 1991.

PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N.; PINTO, A.S. Guia de campo de Pragas e insetos benéficos dos citros. Piracicaba: ESALQ/SP. P.39, 2005.

PASSOS, O. S. Citrandarins: os porta-enxertos Indio, Riverside e San Diego. Cruz da Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2012.

PIMENTEL, U. V.; MARTINS, A. B. G.; BARBOSA, J. C.; CAVALLARI, L. L. Nutrição do porta-enxerto "Flying Dragon". Rev. Bras. Frutic. Vol. 36, n. 2, 2014.

POMPEU JUNIOR, J.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; BLUMER, S. Seleções de trifoliata como porta-enxertos para laranjeiras 'Valência'. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, Belém, 2002.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Org.). Citros. Cordeirópolis: Centro APTA Citros Sylvio Moreira, p.63-104, 2005.

PORTELLA, C. R., MARINHO, C. S., AMARAL, B. D., CARVALHO, W. S. G., CAMPOS, G. S., SILVA, M. P. S., SOUSA, M. C. Desempenho de cultivares de citros enxertadas sobre o trifoliato 'Flying Dragon' e limoeiro 'Cravo' em fase de formação do pomar. Bragantia, v.75, p.70-75, 2016.

PULICI, J. D. V. S. Multiplicação de *Diaphorina citri* e transmissão de *Candidatus liberibacter asiaticus* entre laranjeira doce e limeira ácida 'tahiti'. 2018. Tese (Doutor em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2018.

RAMOS, J.D., PASQUAL, M., RIBEIRO, V.G., et al. Obtenção de porta-enxertos intergenéricos em citros. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.32, n.10, p.1047-1051, 1997.

RAMOS, J. D.; PIO, R.; RUFINI, J.C.M.; DO VALE, M.R. Recomendações básicas para o cultivo da lima ácida 'Tahiti'. UFLA, 2002.

RAMOS, Y. C.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHOS, W. S. Qualidade de clone de lima ácida Tahiti. Jornada Científica – Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

REUTHER, W.; NAUER, E. M.; SUMMERS, L. Effects of seasonal temperature regimes on development and maturation of citrus fruits. In: Proc. Intl. Soc. Citricult. vol. 3, p. 63-71, 1973.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V. V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Viçosa: CFSEMG, p. 359, 1999.

RODRIGUES, M. J. S.; ANDRADE NETO, R. C.; LESSA, L. S.; GIRARDI, E. A.; SOARES FILHO, W. D. Desempenho agronômico de lima ácida Tahiti em combinação com diferentes porta-enxertos em Capixaba, Acre. Enciclopédia biosfera, v. 15, p. 353-363, 2018.

ROOSE, M.L. Dwarfing rootstocks for citrus. *In*: International Congress of Citrus Nurserymen. Valencia, Espanha, 1986.

SALIBE, A. A.; MOREIRA, S. Tahiti lime bark disease is caused by exocortis vírus. *In*: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGIST, 3, p. 143-147, 1965.

SAM, O.; ROSADO, F.; GONZALEZ, M.E. Crecimiento e desarrollo de frutos de lima Persa (*Citrus latifolia* Tan.) durante dos años em las condiciones del sureste de La Habana. Revista do Centro Agrícola, v.15, n.2, p.62-71, 1988.

SEKITA, M.C. Floração de laranjeira Valência com variação de carga pendente. Campinas. 2008. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agronômico de Campinas, IAC/APTA, 2008.

SIDRA - SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. (2017). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 28 jan. 2019.

SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L.C.C. Citros: do plantio à colheita. Viçosa: UFV, 2017.

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

SOUZA, M. J. H.; RAMOS, M. M.; SIQUEIRA, D. L.; MANTOVANI, E. C.; COSTA, L. C., LHAMAS, A. J. M., SALOMÃO, L. C. C. Graus-dia e duração do subperíodo antese-colheita da lima ácida 'Tahiti' em condições de sequeiro e irrigado. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 13, p. 35-43, 2005.

SCHINOR, E.H.; CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; MACHADO, M.A. Sunki Mandarin vs *Poncirus trifoliata* Hybrids as Rootstocks for Pera Sweet Orange. Journal of Agricultural Science, v.5, n.6, p.190-200, 2013.

SCHINOR, E.H.; NASCIMENTO, A.L.; BARROS, V.L.N.P.; BASTIANEL, M.; AZEVEDO, F.A.; CRISTOFANI-YALY, M. Atributos de frutos e crescimento vegetativo de porta-enxertos de citrandarins em viveiro. Citrus Research & Technology. v.36, n.1, p.27-35, 2015.

- SHANON, L M; FROLICH, E.F.; CAMERON, S.H. Characteristics of *Poncirus trifoliata* selections. Journal American Society Horticultural Science, v.76, p.163-169, 1960.
- STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J. Rootstocks for 'Tahiti' lime. Scientia Agricola, Piracicaba, v.61, n.2, p.151-155, 2004.
- STOVER, E. AND G. MCCOLLUM. Incidence and severity of huanglongbing and *Candidatus Liberibacter asiaticus* titer among field-infected citrus cultivars. HortScience v.46, p.1344-1348, 2011.
- STUCHI, E.S.; CYRILLO, F.L.L. Lima ácida "Tahiti" Jaboticabal: Funep, p.35, 1998.
- STUCHI, E.S., DONADIO, L.C., SEMPIONATO, O.R. Tolerância à seca da laranja 'Folha Murcha' em 10 porta-enxertos. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.22, n.3, p.454-457, 2000.
- STUCHI, E. S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.T. Produtividade e tamanho das plantas do clone CNPMF-01, premunizado contra a tristeza dos citros em, da limeira-ácida Tahiti em Bebedouro (SP). Laranja, Cordeiropolis, v.23, n.1, p 221-230, 2002.
- STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R. Performance of Tahiti lime on *Poncirus trifoliata* var. *montrosa* Flying Dragon on four densities. Fruits v.58, p.13-17, 2003.
- STUCHI, E.S.; MARTINS, A.B.G.; LEMO, R.R., CANTUARIAS-AVILÉS, T. Fruit quality of 'Tahiti' lime (*Citrus latifolia* Tanak) grafted on twelve diferente rootstocks. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.31, n.2, p.454-460, 2009.
- STUCHI, E.S.; GIRARDI, E.A.; SEMPIONATO, O.R.; REIF, E.T.; SILVA, S.R.; PAROLIN, L.G. Trifoliata "Flying Dragon": Porta-enxerto para plantios andensados e irrigados de laranjeiras doces de alta produtividade e sustentabilidade. Comunicado Técnico, Cruz das Almas, Bahia, 2012.
- VIEIRA, D. B. Fertirrigação e manejo de irrigação em citros. Irrigação e Tecnologia Moderna, v. 33, p. 35-36, 1988.
- VILLA NOVA, N.A; PEDRO JR, M.J.; PEREIRA, A R.; OMETTO, J.C. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas: máximas e mínima. São Paulo: Universidade de São Paulo- Instituto de Geografia, p.8, 1972.
- VOLPE, C.A. Fenologia dos Citros. In: Seminário Internacional de Citros: Fisiologia, Bebedouro, p. 107-121, 1992.
- VOLPE, C.A; SCHÖFFEL, E.R.; BARBOSA, J.C. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas 'Valência' e 'Natal' na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 436-441, 2002.

ZEKRI, M.; AL-JALEEL, A. Evaluation of rootstocks for Valencia and Navel orange trees in Saudi Arabia. *Fruits*, v.59, n.2, p.91-100, 2004.