**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Avaliação horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’, tangerineira
‘Satsuma’ e limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos**

Tatiana Eugenia Cantuarias Avilés

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia**

**Piracicaba
2009**

Tatiana Eugenia Cantuarias Avilés
Engenheiro Agrônomo

**Avaliação horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’, tangerineira ‘Satsuma’ e limeira
ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos**

Orientador:
Prof. Dr. FRANCISCO DE ASSIS ALVES MOURÃO FILHO

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia**

**Piracicaba
2009**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Cantuarias Avilés, Tatiana Eugenia

Avaliação horticultural da laranjeira 'Folha Murcha', tangerineira 'Satsuma' e limeira ácida 'Tahiti' sobre doze porta-enxertos / Tatiana Eugenia Cantuarias Avilés. - - Piracicaba, 2009.

129 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Laranja 2. Lima 3. Porta-enxertos 4. Tangerina I. Título

CDD 634.3
C233a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”

Cora Coralina

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha mãe, Cora Avilés, pelo exemplo, o amor e apoio que me permitiram chegar até aqui.

A meu pai, Raul Cantuarias e a minha avó, Matilde Silva (*in memoriam*), pelo amor e amparo.

A meu esposo, Luis Milner, grande amor da minha vida, pelo exemplo, pelo amor e a força, a paciência e o constante estímulo ao longo de todos estes anos.

A meus filhos, Ilan e Gabriel, pela motivação para melhorar.

Ao Professor Francisco de Assis Alves Mourão Filho, pela oportunidade, a generosa acolhida e o exemplo.

Ao Doutor Eduardo Sanches Stuchi, pela ajuda, a motivação, o apoio e a amizade.

A Professora Simone Rodrigues da Silva, pela amizade e valiosa ajuda.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pela concessão da bolsa de doutorado e dos recursos para auxílio à pesquisa, destinados à realização deste trabalho.

Ao pessoal técnico e administrativo da Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, especialmente aos técnicos Luiz Gustavo Parolin e Dimas Alves Toledo, e às secretárias Ana Lúzia, Marlene e Rose, pelo apoio e colaboração nos trabalhos de campo.

Aos meus colegas de Pós-Graduação, Erick Espinoza Núñez e Horst Bremer Neto, pela amizade sincera, o companherismo e a constante ajuda nos trabalhos.

Ao pessoal da empresa Itacitros, pela colaboração no processamento dos frutos.

À secretaria da Seção de Pós-Graduação em Fitotecnia do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP, Sra. Luciane Toledo, pela generosa atenção e ajuda.

A todos meus professores e professoras, que ao longo da vida me deram as ferramentas para construir o caminho profissional.

A todos meus amigos e amigas, próximos e distantes,

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 DESENVOLVIMENTO	19
2.1 Caracterização da citricultura brasileira	19
2.2 A Clorose Variegada dos Citros no Brasil	21
2.2.1 Etiologia	25
2.2.2 Diagnóstico e manejo da CVC em pomares	27
2.3 Influência do porta-enxerto na produtividade e qualidade dos frutos dos citros	28
2.4 Princípios das medições colorimétricas	31
2.4.1 Avaliações da coloração dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’	33
2.4.2 Avaliações colorimétricas das folhas para estimar a tolerância à deficiência hídrica	34
2.5 Material e Métodos	35
2.5.1 Cultivares copa	35
2.5.2 Cultivares porta-enxerto	39
2.5.3 Sítio experimental	46
2.5.4 Descrição dos experimentos	47
2.5.5 Variáveis avaliadas	48
2.5.6 Análises Estatísticas	56
2.6 Resultados	58
2.6.1 Desenvolvimento vegetativo	58
2.6.2 Produção	59
2.6.3 Qualidade externa dos frutos	70
2.6.4 Qualidade interna dos frutos	79
2.6.5 Tolerância à deficiência hídrica	85
2.6.6 Clorose Variegada dos Citros na laranjeira ‘Folha Murcha’	92
2.6.7 Definhamento de árvores da limeira ácida ‘Tahiti’	96
2.6.8 Desempenho geral dos porta-enxertos nas três cultivares copa	101

2.7 Discussão	105
3 CONCLUSÕES	113
REFERÊNCIAS.....	115

RESUMO

Avaliação horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’, tangerineira ‘Satsuma’ e limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos

A citricultura brasileira está fundamentada predominantemente sobre apenas um cultivar porta-enxerto, o limoeiro ‘Cravo’, e explora poucos cultivares copa, de uma maneira geral. Desse modo, o setor citrícola fica limitado na abertura de suas fronteiras de exportação para frutas frescas por estar baseado em um pequeno número de cultivares. Além disso, ao redor de 80% dos plantios estão reunidos em uma região compreendida por quase 600 mil ha, de forma concentrada, no Estado de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro. Esses fatos também acarretam em grande vulnerabilidade fitossanitária, com ameaças crescentes de pragas e doenças, levando à redução da produtividade e ao acréscimo dos custos de implantação e condução dos pomares. A Clorose Variegada dos Citros (CVC) ou ‘amarelinho’, causada pela bactéria *Xylella fastidiosa*, é um exemplo destas ameaças. De elevada severidade em laranjas doces, causa redução no tamanho dos frutos, tornando-os inaptos para a comercialização *in natura* ou para produção de suco concentrado. Recentemente, as perdas em produção causadas pela CVC têm sido estimadas em até 10-14% da safra comercializável. Atualmente, o manejo da CVC está baseado na utilização de mudas sadias, poda de ramos afetados, e controle dos vetores. Além dessas medidas, é importante manter os tratos culturais exigidos no pomar. Entretanto, a utilização de cultivares resistentes é estratégia imprescindível para convivência com a doença em longo prazo. Este trabalho buscou avaliar o desempenho horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’, da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ e da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos. Tangerina ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ e lima ácida ‘Tahiti’ são espécies não sintomáticas em relação à CVC e tornam-se opções com potencial de exploração em pequenas propriedades. A laranjeira ‘Folha Murcha’ tem demonstrado maior tolerância à CVC comparativamente aos demais cultivares de laranja doce. Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, EECB, (SP), e instalados em 2001. Em todos os experimentos foram avaliados o desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos frutos (por no mínimo três safras) em cada combinação copa/porta-enxerto. Avaliações adicionais a respeito da tolerância à CVC foram realizadas no experimento de laranjeira ‘Folha Murcha’. Nos experimentos conduzidos sem irrigação, foi avaliada a tolerância ao déficit hídrico das copas usando duas metodologias: avaliação visual subjetiva e medição direta da coloração das folhas. Na limeira ácida ‘Tahiti’, a coloração externa dos frutos de exportação foi quantificada em função de variáveis colorimétricas, definindo-se uma metodologia quantitativa alternativa ao sistema atual de classificação dos frutos, baseado apenas na apreciação visual subjetiva. A avaliação horticultural de copas de laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ em doze porta-enxertos permitiu identificar porta-enxertos alternativos ao limoeiro ‘Cravo’, sendo estes os trifoliatas ‘Flying Dragon’, ‘FCAV’ e ‘Rubidoux’.

Palavras-chave: *Citrus sinensis* L. Osbeck; *Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka; *Citrus unshiu* Marc.

ABSTRACT

Horticultural evaluation of ‘Folha Murcha’ sweet orange, ‘Satsuma’ mandarin and ‘Tahiti’ lime on twelve rootstocks

Brazilian citriculture is mainly based on one rootstock cultivar, the ‘Cravo’ Rangpur lime, exploring a restricted number of scion cultivars. This situation limits the expansion of citrus production for fresh fruit export, due to the limited number of cultivars in use. Besides, near 80% of citrus orchards are located in an area of approximately 600,000 ha, in the São Paulo State and the southern region of the Minas Gerais State. These facts also impose a large phytosanitary vulnerability to citrus production, due to the increasing threats of pests and diseases outbreaks, that cause productivity decrease and higher costs for orchard establishment and management. The Citrus Variegated Chlorosis (CVC), caused by the xylem-limited bacterium, *Xylella fastidiosa*, is one example of such threats. This disease is extremely severe in sweet oranges, causing size reduction and quality deterioration of fruits, that become unsuitable for fresh consume or juice processing. The losses associated to CVC have been recently estimated in 10-14% of the total commercial crop in São Paulo State. CVC management is currently based on the use of healthy nursery plants, pruning of injured branches and control of the vectors. In addition to these strategies, it is important to maintain adequate cultural practices for orchard management. Nonetheless, the utilization of resistant cultivars is an indispensable strategy to co-exist with the disease in the long term. This study was aimed to evaluate the horticultural performance of ‘Folha Murcha’ sweet orange, ‘Okitsu’ Satsuma mandarin and ‘Tahiti’ lime grafted onto twelve rootstocks. ‘Okitsu’ Satsuma mandarin and ‘Tahiti’ lime are asymptomatic species in relation to CVC, with potential to be produced in small areas. The ‘Folha Murcha’ sweet orange has demonstrated high tolerance to CVC, when compared with other sweet orange cultivars. The trials were conducted at the Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, (EECB), and were planted in 2001. Evaluations of plant growth, yield and fruit quality were carried out in all the trials, during three years. In the ‘Folha Murcha’ trial, additional evaluations of CVC tolerance were conducted. In the non-irrigated trials, tree water deficit tolerance was evaluated by two methods: visual assessment of water stress and direct leaf color measurements. In ‘Tahiti’ lime, peel color of export fruits was measured and a quantitative methodology was defined as an alternative for current classification criteria, which are based on the subjective visual inspection of external fruit aspect. The horticultural evaluation of ‘Folha Murcha’ sweet orange, ‘Okitsu’ Satsuma mandarin and ‘Tahiti’ lime onto twelve rootstocks allowed to identify the trifoliate rootstocks ‘Flying Dragon’, ‘Rubidoux’ and ‘FCAV’ as alternatives to ‘Cravo Limeira’.

Keywords: *Citrus sinensis* L. Osbeck; *Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka; *Citrus unshiu* Marc.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Relação entre Eficiência Produtiva (EP) e Volume de Copa (VC) no período 2006 a 2008 de laranjeira ‘Folha Murcha’ em doze porta-enxertos. **Modelo de regressão altamente significativo ($P < 0,0001$).....	63
Figura 2 -	Relação entre Eficiência Produtiva (EP) e Volume de Copa (VC) no período 2006 a 2008 em limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos. *Modelo de regressão significativo ($P < 0,0017$).....	63
Figura 3 -	Relação entre Eficiência Produtiva (EP) e Volume de Copa (VC) no período 2006 a 2008 em tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. *Modelo de regressão significativo ($P < 0,0087$).....	64
Figura 4 -	Produção acumulada até o sétimo ano do plantio, colhida no segundo semestre (julho a dezembro), em porcentagens relativas ao limoeiro ‘Cravo Limeira’, para árvores de limeira ácida ‘Tahiti’ sobre 12 porta-enxertos, Bebedouro, SP, 2003-2008.....	71
Figura 5	Variação do teor de sólidos solúveis totais (SST) no suco da laranja ‘Folha Murcha’ enxertada sobre doze porta-enxertos, em cinco datas. Bebedouro, SP, 2006.....	84
Figura 6 -	Variação do teor de acidez total titulável (ATT) no suco da laranja ‘Folha Murcha’ enxertada sobre doze porta-enxertos, em cinco datas. Bebedouro, SP, 2006.....	85
Figura 7 -	Variação do valor de ratio no suco da laranja ‘Folha Murcha’ enxertada sobre doze porta-enxertos, em cinco datas. Bebedouro, SP, 2006.....	85
Figura 8 -	Curvas de regressão polinomial ajustadas para a relação entre as variáveis colorimétricas L, C e h^0 das folhas e as notas de avaliação visual da tolerância à deficiência hídrica em copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008.....	92
Figura 9 -	Porcentagem de falhas em distintos porta-enxertos por definhamento das copas no lote experimental de limeira ácida ‘Tahiti’. Bebedouro, SP, 2003-2008.....	97
Figura 10 -	Limeira ácida ‘Tahiti’ sobre: (A) limoeiro ‘Cravo FCAV’, apresentando copa com definhamento por gomose; (B) limoeiro ‘Cravo FCAV’, com sintomas de gomose no tronco; (C) limoeiro ‘Cravo Limeira’, apresentando definhamento por gomose....	98
Figura 11 -	Limeira ácida ‘Tahiti’ sobre: (A) trifoliata ‘FCAV’, com podridão no tronco, amarelamento da madeira do porta-enxerto, caneluras leves no enxerto e secreção de goma na parte afetada do tronco; (B) trifoliata ‘FCAV’, apresentando sobrecrecimento da copa, podridão na base do colo, com secreção de goma; (C) híbrido ‘Cravo’ x ‘Swingle’, com morte de parte do tronco e posterior recuperação; (D) tangelo ‘Orlando’, com sintomas característicos de gomose no tronco.....	99
Figura 12 -	Limeira ácida ‘Tahiti’ sobre citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’, apresentando: (A) união irregular na região de enxertia, presença de caneluras e amarelamento da madeira do enxerto; (B) amarelamento da madeira do enxerto, tronco sem lesões de gomose; (C) árvore sadia apresentando caneluras no lenho do porta-enxerto.....	100
Figura 13 -	Dendrograma da análise de agrupamentos indicando a similaridade entre grupos de porta-enxertos segundo o desempenho horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’ em doze porta-enxertos.....	103
Figura 14 -	Dendrograma da análise de agrupamentos indicando a similaridade entre grupos de porta-enxertos segundo o desempenho horticultural da limeira ácida ‘Tahiti’ em doze porta-enxertos.....	104
Figura 15 -	Dendrograma da análise de agrupamentos indicando a similaridade entre grupos de porta-enxertos segundo o desempenho horticultural da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ em doze porta-enxertos.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Escala utilizada no packing house da empresa Itacitros, em Itajobi, SP, para definir o calibre segundo o diâmetro dos frutos da lima ácida ‘Tahiti’	53
Tabela 2 -	Volume de copa médio em plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos, no período 2006-2008.....	59
Tabela 3 -	Produção acumulada da laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2003-2008.....	60
Tabela 4 -	Eficiência produtiva (EP) para laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008.....	62
Tabela 5 -	Espaçamento e produção projetados para copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, a partir dos registros de diâmetro médio de planta e produção no sétimo ano do plantio (2008)	65
Tabela 6 -	Índice de Alternância Produtiva (IAP) para laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2003-2008.....	66
Tabela 7 -	Porcentagem da produção acumulada colhida nas duas primeiras safras para laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ em doze porta-enxertos.....	67
Tabela 8 -	Porcentagem média da produção anual colhida de janeiro a março em tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2005-2007.....	69
Tabela 9 -	Massa, diâmetro e altura de frutos de laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP.....	72
Tabela 10 -	Classificação da produção de frutos da laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre doze porta-enxertos, em três categorias de tamanho. Bebedouro, SP, 29 out. 2008.....	73
Tabela 11 -	Classificação comercial dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada sobre doze porta-enxertos. Itacitros, Itajobi, SP, 2007.....	74
Tabela 12 -	Distribuição percentual de calibres comerciais dos frutos de exportação da lima ácida ‘Tahiti’ em doze porta-enxertos. Itacitros, Itajobi, SP, 2007.....	75
Tabela 13 -	Classificação comercial no packing-house e variáveis colorimétricas dos frutos de lima ácida ‘Tahiti’ enxertados sobre ‘Flying Dragon’ e ‘Orlando’. Itacitros, Itajobi, SP, 03 mar. 2007.....	77
Tabela 14 -	Variáveis colorimétricas da casca de frutos de lima ácida ‘Tahiti’ para exportação, colhidos sobre diversos porta-enxertos. Bebedouro, SP, 14 mar. 2007.....	78
Tabela 15 -	Qualidade interna dos frutos de laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP.....	81
Tabela 16 -	Notas da avaliação visual de tolerância à deficiência hídrica para laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ em doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008.....	86

Tabela 17 - Variáveis colorimétricas das folhas da laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre doze porta-enxertos, determinadas no período de maior intensidade de deficiência hídrica. Bebedouro, SP, setembro 2007 e agosto 2008.....	88
Tabela 18 - Variáveis colorimétricas das folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos, determinadas no período de maior intensidade de deficiência hídrica. Bebedouro, SP, setembro 2007 e agosto 2008.....	89
Tabela 19 - Valores médios de nota de avaliação visual de CVC obtidos a partir das avaliações visuais de plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ em doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008.....	92
Tabela 20 - Incidência e severidade da CVC em plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008.....	93
Tabela 21 - Valores médios de nota, incidência e severidade de CVC das avaliações visuais em copas de laranjeiras enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’. Bebedouro, SP, 25 out. 2008.....	94
Tabela 22 - Análise de Regressão Polinomial para a relação entre a produção e a nota de avaliação de CVC, o porta-enxerto e o ano de avaliação da CVC, em plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre 12 porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008.	96

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio citrícola é um dos setores mais competitivos e de maior potencial de crescimento do Brasil, constituindo uma importante atividade econômica que gera divisas de aproximadamente 1,2 bilhão de dólares anuais, provenientes principalmente da exportação de suco de laranja concentrado congelado, além de gerar renda e criar ao redor de 400.000 empregos diretos e indiretos (NEVES, 2008).

A citricultura paulista destaca-se pela sua notável evolução em importância econômica (BORGES; MIRANDA COSTA, 2005). No entanto, esta atividade tem se tornado cada vez mais vulnerável, em virtude das ameaças surgidas do seu próprio desenvolvimento. A escassa diversificação genética fez com que a citricultura brasileira fosse fundamentada predominantemente sobre apenas um cultivar porta-enxerto, o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), explorando poucos cultivares copa, de uma maneira geral.

Desse modo, o setor citrícola fica limitado na abertura de suas fronteiras de exportação para frutas frescas, por estar baseado em um pequeno número de cultivares. Para industrialização na forma de suco concentrado congelado são empregadas principalmente quatro variedades de laranjas doces (*Citrus sinensis* L. Osbeck): ‘Hamlin’, ‘Pêra’, ‘Natal’ e ‘Valência’, e três variedades de tangerinas ou híbridos assemelhados – as tangerinas ‘Cravo’ e ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco) e o tangor ‘Murcott’ (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* L. Osbeck).

Para o mercado interno de fruta fresca são empregadas a laranja ‘Pêra’, a tangerina ‘Ponkan’, o tangor ‘Murcott’ e a lima ácida ‘Tahiti’. Portanto, a realização de pesquisas orientadas à diversificação de copas e porta-enxertos são importantes e urgentes no contexto atual da citricultura paulista.

Além da baixa diversidade genética, existe uma alta concentração espacial dos pomares, com ao redor de 80% dos plantios reunidos em uma região de aproximadamente 600 mil hectares, concentradas no Estado de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro (NEVES, 2008). Esses fatos acarretam em grande vulnerabilidade fitossanitária para a citricultura paulista, ficando exposta a ameaças crescentes de pragas e doenças, que levam à redução da produtividade e ao acréscimo dos custos de implantação e condução dos pomares, e colocam em risco a sustentabilidade do negócio citrícola.

A Clorose Variegada dos Citros (CVC) ou ‘amarelinho’ é um exemplo destas ameaças. Trata-se de uma doença de elevada severidade em laranjas doces, afetando também algumas

tangerinas e híbridos. A doença é provocada pela bactéria *Xylella fastidiosa*, transmitida por diversas espécies de cigarrinhas e que é restrita ao xilema, causando o entupimento dos vasos, desfolha de ramos, subdesenvolvimento da copa, queimaduras de frutos e ramos e redução no tamanho dos frutos, tornando-os inaptos para a comercialização *in natura* ou para produção de suco concentrado. Em pomares de laranja doce severamente afetados por CVC, as perdas de produção podem chegar a 60-80% (BOVÉ; AYRES, 2007). A incidência média da CVC no Estado de São Paulo e no Triângulo Mineiro é de 43,8% das plantas, totalizando 74 a 79 milhões de plantas infectadas (FUNDECITRUS, 2009). No Estado de São Paulo, aproximadamente 6 milhões de árvores são perdidas a cada ano por CVC, representando um prejuízo de 120 milhões de dólares (BOVÉ; AYRES, 2007).

Atualmente, o manejo da CVC está baseado na utilização de mudas sadias, poda de ramos afetados, e controle dos vetores. Além dessas medidas, é importante manter os tratos culturais exigidos no pomar. Entretanto, a utilização de cultivares resistentes é uma estratégia imprescindível para convivência com a doença em longo prazo (BOVÉ; AYRES, 2007).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ (*Citrus unshiu* Marc. e da limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka) sobre doze porta-enxertos. Tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ e limeira ácida ‘Tahiti’ são espécies não sintomáticas em relação à CVC e tornam-se opções com potencial de exploração em pequenas propriedades. A laranjeira ‘Folha Murcha’ tem demonstrado maior tolerância à CVC comparativamente às demais cultivares de laranja doce. Nas três cultivares copas foram avaliados o desenvolvimento vegetativo, a produção e a qualidade dos frutos durante pelo menos três safras, nos mesmos doze porta-enxertos. A reação à infecção por *Xylella fastidiosa* nos distintos porta-enxertos também foi avaliada nas plantas da laranjeira ‘Folha Murcha’. Nos experimentos não irrigados, foi avaliada a tolerância ao déficit hídrico das copas usando duas metodologias: avaliação visual subjetiva e medição direta da coloração das folhas. Na limeira ácida ‘Tahiti’, a coloração externa dos frutos de exportação foi quantificada em função de variáveis colorimétricas, definindo-se uma metodologia quantitativa alternativa ao sistema atual de classificação dos frutos, baseado apenas na apreciação visual subjetiva.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Caracterização da citricultura brasileira

A citricultura brasileira destaca-se como a maior do mundo em número de plantas e em importância econômica. O Brasil é o maior produtor e exportador de suco cítrico concentrado do mundo, exportando quase 100% do que é produzido, o que corresponde a 1,2 milhão de toneladas métricas, equivalentes a mais de 80% da produção mundial de suco concentrado congelado (FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO, 2009). O Estado de São Paulo, com 211 milhões de plantas em 2005/2006, responde por 40% da produção mundial de laranja e mais de 80% da produção nacional de laranja, com média nas últimas cinco safras de 436 milhões de caixas de 40,8 quilos, constituindo-se o principal produtor e processador desta fruta no país (FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO, 2009).

A citricultura paulista apresenta ainda algumas características peculiares (DE CASTRO JORGE, 2003): a) os pomares ocupam uma área de aproximadamente 677.716 hectares (FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO, 2009), sem grandes variações de relevo ou barreiras físicas e com extensas malhas rodoviárias, que facilitam o intenso trânsito de mudas, sementes, borbulhas e frutos cítricos, favorecendo a continuidade espacial entre os pomares; b) as plantas cítricas são perenes e, portanto, estão expostas durante todo o ano, e por vários anos, ao ataque de pragas e doenças, se tornando hospedeiros permanentes para as mesmas; c) os pomares apresentam uma variabilidade genética muito baixa. As laranjeiras (*Citrus sinensis* L. Osbeck) ‘Pêra’, ‘Natal’, ‘Valência’ e ‘Hamlin’, multiplicadas vegetativamente, representam 92% da citricultura. Aproximadamente 85% do parque citrícola paulista está baseado no limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), que corresponde a um lemandarin, híbrido natural originário da Índia (HODGSON, 1967), e que também conhecido pelos nomes de ‘Rosa’, ‘Bravo’, ‘Vinagre’ e ‘Vermelho’. O limoeiro ‘Cravo’ é o porta-enxerto preferido pelos citricultores, pelas suas características de tolerância ao vírus da tristeza, grande rusticidade, precocidade da produção, vigor conferido à copa e resistência às condições de deficiência hídrica, que são particularmente intensas nas regiões Norte e Noroeste do Estado (MATTOS JÚNIOR et al., 2005).

A principal inconveniência da utilização de um único porta-enxerto já foi demonstrada pela virose da tristeza que, na década de ‘40 destruiu quase toda a citricultura brasileira, então apoiada sobre o porta-enxerto laranja azeda (*Citrus aurantium* L.). Mais recentemente, uma nova

doença, o declínio dos citros, de etiologia não determinada, constatada na década de '70, vem causando a morte de milhares de plantas enxertadas sobre o limão 'Cravo' (MATTOS JÚNIOR et al., 2005).

O limoeiro 'Cravo' chegou a ser utilizado em mais de 90% dos pomares paulistas, mas como se mostrou susceptível ao declínio houve uma pequena diversificação, oscilando sua utilização em torno de 70% nas décadas dos '80 e '90. Em 2001, surgiu uma nova doença, a morte súbita dos citros (MSC), de etiologia ainda não esclarecida, que afeta laranjeiras doces e algumas tangerineiras enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001) e limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Ten. e Pasq.) (BASSANEZI et al., 2003). O surgimento da MSC fez com que a utilização do limoeiro 'Cravo' como porta-enxerto caísse drasticamente, ficando em 2004 na faixa de 45%. Neste período, ocorreu certa diversificação de cultivares de porta-enxertos, com um maior crescimento no uso do citrumeleiro 'Swingle' (*Poncirus trifoliata* x *C. paradisi*) (21%) e da tangerineira 'Cleópatra' (*C. reticulata*) (19%), do *Poncirus trifoliata* (4%) e da tangerineira 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex. Tanaka) (4%) (POMPEU JÚNIOR; SALVA, BLUMER, 2004). Na atualidade, novamente o limoeiro 'Cravo' é o porta-enxerto mais utilizado, em 70,6% das mudas produzidas nos viveiros do Estado de São Paulo, seguido do citrumeleiro 'Swingle', utilizado em 17,2% das mudas enxertadas (FUNDECITRUS, 2009).

Estas características conduzem a uma alta vulnerabilidade da citricultura à ocorrência de epidemias de doenças conhecidas, e de novas doenças, com importantes conseqüências para a sustentabilidade deste agronegócio (DE CASTRO JORGE, 2003). A CVC é um exemplo disto, por ser uma bacteriose de elevada severidade nas laranjas doces. A obtenção de variedades de copas de interesse comercial, e resistentes à *Xylella fastidiosa* e outras doenças, terá um impacto significativo em todo o setor citrícola e resultará em grande contribuição sócio-econômica ao país.

Adicionalmente, o uso de novos cultivares de copas e porta-enxertos, complementares ou substitutos aos atuais, dará maior competitividade à citricultura brasileira, pelo aumento na produtividade e na qualidade final dos produtos (fruta fresca ou suco concentrado), o que também contribuirá na redução dos custos de produção. Os usuários diretos serão os citricultores, comerciantes de frutas cítricas e indústrias de sucos cítricos, que apropriarão os ganhos, resultando em benefícios para toda a sociedade, pela geração de maior número de empregos

diretos e indiretos e pelo aumento nos ingressos de divisas.

2.2 A Clorose Variegada dos Citros no Brasil

A CVC, ou ‘amarelinho’, causada pela bactéria *Xylella fastidiosa* Wells et al., foi observada pela primeira vez em 1987 em pomares do Triângulo Mineiro e nas regiões Norte e Nordeste de São Paulo (ROSETTI; DE NEGRI, 1990) e, desde então têm difundido para as principais regiões citrícolas do Estado, constituindo-se atualmente num sério problema para a citricultura brasileira. Recentemente, as perdas em produção causadas pela CVC têm sido estimadas em até 10-14% da safra comercializável (ANDRADE et al., 2008; BOVÉ; AYRES, 2007).

Os levantamentos anuais realizados pelo Fundecitrus desde 1996 em pomares do Estado de São Paulo e parte do Triângulo Mineiro, indicaram um aumento gradual na severidade da doença até 2001, se estabilizando desde então. Segundo o último levantamento realizado pelo Fundecitrus, em 2005, a CVC afeta aproximadamente 43,8% das árvores cítricas em produção, incluindo todas as cultivares copa de laranjas doces. A doença foi também constatada em pomares de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul, Distrito Federal (TUBELIS; BARROS; CAMPOS LEITE, 1993), Sergipe (LARANJEIRA et al., 1996b), Santa Catarina (LEITE JÚNIOR; HUANG; BUENO, 1997) e na Bahia (SANTOS FILHO et al., 1999).

Em dez anos, constatou-se no Estado de São Paulo um aumento no número de frutos necessário para encher uma caixa, passando de 270 frutos em 1996 para 300 frutos em 2006, devido à redução do tamanho dos frutos causada pela CVC. Isto representa uma perda média de 10% no número de caixas de laranja produzidas no decênio, equivalentes a 121,8 milhões de dólares, considerando uma produção de 348 milhões de caixas de laranja em 2006, a um preço médio de 3,5 dólares por caixa (BOVÉ; AYRES, 2007).

O gênero *Citrus* é bastante afetado pela CVC (LARANJEIRA et al., 1996 a,b). Árvores de outros gêneros da família *Rutaceae* e relacionados a *Citrus*, como *Fortunella* e *Poncirus*, não se apresentam sintomáticas ou não têm a bactéria em seus tecidos em condições de transmissão natural. No entanto, são observadas diferenças na reação das diversas espécies e variedades de citros em relação à CVC (LI et al., 1996a). Segundo Bové e Ayres (2007), as tangerineiras ‘Nova’, ‘Fortune’, ‘Clementina’, ‘Ellendale’, ‘Wilking’ e a laranja azeda são sensíveis à CVC. Em kumquats, limão ‘Siciliano’, limas ácidas ‘Galego’ e ‘Tahiti’, pomelos (*Citrus paradisi*

Macfad.) ‘Marsh Seedless’ e ‘Star Ruby’, tangerineiras ‘Ponkan’, ‘Dancy’ e ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, não foram observados sintomas típicos nem foi detectada a presença de *X. fastidiosa*, classificando-se este grupo de citros como resistente à doença (LI, 1997). No mesmo trabalho, a cidra (*Citrus medica*), a toranja ‘Melancia’ (*Citrus paradisi* Macfad.) e a tangerineira ‘Cravo’ mostraram-se tolerantes à CVC.

No entanto, as laranjas doces são indicadas como os hospedeiras mais suscetíveis à CVC (LARANJEIRA et al., 1998; LEE et al., 1992). Yamamoto et al. (2004b) encontraram que, entre as 256 variedades de laranja doce existentes no banco de germoplasma do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em Cordeirópolis, apenas 20 variedades mantiveram-se sem sintomas de CVC após quatro anos de avaliação.

Existem claras diferenças na susceptibilidade à doença entre cultivares de laranja doce. Em ordem decrescente, as variedades mais afetadas são ‘Pêra’, ‘Natal’, ‘Hamlin’ e outras (LARANJEIRA; PALAZZO, 1999; MACHADO et al., 1992; MALAVOLTA et al., 1993). As variedades ‘Rubi’, ‘Westin’ e ‘Ovale’ apresentam menos sintomas foliares, com incidência de cinco a dez vezes menor comparadas às variedades mais suscetíveis. Apesar disso, a intensidade dos sintomas nas folhas não tem boa correlação com os danos sobre a produção. A cultivar ‘Rubi’ por exemplo, embora apresente poucos sintomas foliares, tem sua produção muito diminuída, com danos comparáveis aos observados nas laranjas ‘Pêra’ ou ‘Barão’ (LARANJEIRA et al., 1998). As variedades ‘Westin’ (meia-estação) e ‘Lue Gin Gong’ (tardia) são menos afetadas por *X. fastidiosa*, sem decréscimos significativos à produção (LARANJEIRA; POMPEU JÚNIOR, 2002). Por outro lado, há diferenças na severidade da doença entre clones de laranjas doces (LI et al., 1996b; ROSSETTI; DE NEGRI, 1990; SOUZA et al., 2006). Li; Donadio e Sempionato (1998) verificaram diferenças na susceptibilidade entre clones de laranja ‘Natal’, em que o clone ‘Natal 1’ mostrou-se menos afetado entre os outros clones testados. A seleção massal de clones assintomáticos ou com reduzida infecção foi proposta como uma estratégia importante para prover de material livre, tolerante ou resistente à CVC (MACHADO et al., 1994).

No Brasil, vários estudos têm sido conduzidos para avaliar a reação de genótipos de citros à CVC (LARANJEIRA et al., 1996a; LI et al., 1996ab). Segundo Machado et al. (1992), laranjas doces enxertadas sobre tangerineiras ‘Sunki’ e ‘Cleópatra’ desenvolvem fortes sintomas de clorose, semelhantes à deficiência de zinco, sem formação de goma ou lesões corticais no verso da folha. No entanto, o porta-enxerto tangeleiro ‘Orlando’ não mostra sintomas de CVC, embora

seja portador da bactéria (LARANJEIRA et al., 1998; POZZAN; POMPEU JÚNIOR; GARCIA JÚNIOR, 2000). Li et al. (1996b) relataram que plantas de laranja doce ‘Pêra’ enxertadas sobre tangerineiras ‘Sun Chu Sha Kat’ e ‘Sunki’, limoeiro ‘Cravo’ e limão ‘Volkameriano’ desenvolveram rapidamente sintomas de CVC após a inoculação com *Xylella fastidiosa*. Porém, em mudas enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* e citrangeiro ‘Troyer’ houve aparição tardia dos sintomas da doença.

No Noroeste do Paraná, Nunes et al. (2006) relataram que a laranjeira doce ‘Folha Murcha’ desenvolve mais tardiamente os sintomas de CVC, possivelmente devido ao característico enrolamento das folhas nessa copa, que dificulta a infestação das cigarrinhas transmissoras da doença. Também no Paraná, Gonçalves et al. (2008) observaram que as copas de ‘Folha Murcha’ enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ estabelecidas em um pomar comercial foram menos visitadas pelas cigarrinhas transmissoras da CVC do que as laranjeiras ‘Pêra’, ‘Valência’ e ‘Natal’.

Machado et al. (1992) relataram que as variedades copa de tangerineiras ‘Cravo’, ‘Ponkan’ e ‘Parson’ e o tangor ‘Murcott’ desenvolvem lesões semelhantes de CVC, mas que tendem a desaparecer ou se generalizarem como deficiência nutricional. Li et al. (2000) avaliaram a resistência de 15 cultivares de tangerinas e seus híbridos à CVC, e encontraram que as cultivares ‘Cravo’ e ‘Oneco’ eram hospedeiras assintomáticas e que as cultivares ‘Dancy’, a ‘Okitsu’ e a ‘Ponkan’ eram não-hospedeiras. Silva et al. (2004a) descreveram a reação à CVC de quarenta e seis cultivares de tangerina, três tangores e sete tangeleiros. Mostraram-se hospedeiros sintomáticos a tangerina ‘Cami’ e os tangores ‘Dweet IVIA C-165’ e ‘Clemelin IVIA 355’. Apenas os genótipos ‘Clementina de Nules VCR’ ‘Clementina Caffin SRA 385’ e ‘Mapo SRA 450’ mostraram-se como não-hospedeiros. Os demais foram classificados como hospedeiros assintomáticos. Souza; Donadio e González-Jaimes (2000) estudaram a reação de genótipos de citros à CVC. Mostraram-se hospedeiros assintomáticos vinte genótipos de laranja, quarenta e seis de tangerinas e um híbrido. Três tangerinas e dezenove híbridos mostraram-se como não-hospedeiros.

Com relação ao efeito do porta-enxerto sobre a manifestação da doença, os resultados têm sido contrastantes, seja refutando (LARANJEIRA et al., 2001; STUCHI et al., 1998abc) ou sugerindo alguma influência do porta-enxerto na incidência da CVC (STUCHI; DONADIO; SEMPIONATO, 2002; STUCHI et al., 2004). Destes estudos, surge a necessidade de realizar

avaliações contínuas da CVC, considerando um único cultivar copa enxertado sobre distintos porta-enxertos. Outro aspecto a ser considerado nesses estudos é o efeito do porta-enxerto na evolução da doença no tempo, assim como também caracterizar a relação entre a incidência da CVC e a produção.

No levantamento amostral realizado anualmente entre junho e agosto pelo FUNDECITRUS, nos pomares do Estado de São Paulo e Sul do Triângulo Mineiro para avaliar a incidência da CVC, constatou-se que em 2005 não houve aumento na incidência da doença em relação a 2004 (43,28% das plantas com sintomas em 2005, contra 43,84% em 2004). No entanto, houve aumento na severidade da doença, com crescimento de 35,98% em 2004 para 37,02% em 2005 das plantas com sintomas em folhas e frutos. A severidade da CVC foi maior em pomares de 6 a 10 anos (58,61%) e nos períodos mais secos do ano (abril a julho) (FUNDECITRUS, 2009).

O levantamento apontou também que a incidência da CVC é maior no norte do Estado de São Paulo e Sul do Triângulo Mineiro. Isto ocorre devido a fatores climáticos e à população de vetores. Regiões de clima quente e seco são favoráveis à manifestação dos sintomas, e são as que apresentam a maior população das principais cigarrinhas transmissoras da doença (FUNDECITRUS, 2004).

A CVC tem um forte impacto econômico, uma vez que afeta principalmente a qualidade dos frutos, tornando-os de tamanho reduzido para a comercialização *in natura* e mesmo para produção de suco cítrico concentrado. Os sintomas caracterizam-se pela clorose pontuada distribuída ao acaso no limbo foliar, com formação de goma no verso da folha (LIBERATO et al., 2007). A clorose se apresenta inicialmente em folhas maduras, nas regiões mediana e superior da copa, podendo ocorrer desfolha dos ramos ponteiros. Em folhas novas, mesmo de plantas severamente afetadas, não há manifestação da doença. Quando as folhas amadurecem, surgem pequenas pontuações de cor marrom-claro na face dorsal, em correspondência às áreas cloróticas na face ventral. Estas lesões tornam-se necróticas, de coloração marrom-escura e ligeiramente salientes (FUNDECITRUS, 2004).

Ocorre o encurtamento dos entrenós e há um maior brotamento da gemas dos ramos infectados, que confere um aspecto “envassourado” aos mesmos, acarretando um menor desenvolvimento das plantas afetadas. Em condições de campo podem ocorrer sintomas de folhagem murcha em plantas altamente afetadas pela doença, devido ao aumento da resistência

ao fluxo de água nos vasos do xilema (AMORIM et al., 1993; LEE; BERETTA; DERRICK, 1991; MACHADO et al., 1992; MALAVOLTA et al., 1990; ROSETTI; DE NEGRI, 1990). Com o avanço da CVC, observa-se a desfolha dos ramos mais altos da planta, locais mais atacados pelas cigarrinhas. Os sintomas foliares podem se restringir a alguns setores nas plantas afetadas ou evoluir, de modo disperso, atingindo toda a copa. Ocorre redução de crescimento, morte de ramos ponteiros e número excessivo de folhas diminutas, diferindo do padrão das brotações normais. As folhas jovens podem apresentar redução da expansão, permanecendo afiladas e encurvadas para cima (acanoadas), com clorose semelhante ao sintoma típico de deficiência de zinco (FUNDECITRUS, 2004).

A doença causa redução no tamanho e qualidade dos frutos. Ocorre a presença de frutos miúdos, que são consideravelmente menores, rígidos e mais ácidos que os normais (LARANJEIRA; PALAZZO, 1999), e que não são aceitos pelo mercado de frutas frescas nem pelas indústrias processadoras de suco. Pode ocorrer formação de pencas com 4 a 10 frutos pequenos, característica atípica das variedades de laranja doce. Os frutos de tamanho reduzido podem ocorrer em ramos com ou sem sintomas foliares. O desenvolvimento anormal dos frutos favorece a incidência de rachaduras da casca, queimaduras de sol, ataques de insetos e fungos, fatores que podem provocar sua queda. Assim, árvores com ataque severo de CVC mostram, com frequência, galhos salientes, desfolhados ou não, com folhas cloróticas na parte superior da copa, que conferem um aspecto amarelado à planta, folhas e frutos pequenos, e paralisação ou redução da velocidade de crescimento da planta.

Técnicos e citricultores do Estado de São Paulo têm observado a ocorrência de árvores sem qualquer sintoma de CVC bem desenvolvidas, produtivas, com frutos normais e de boa qualidade, em pomares comerciais onde as demais plantas das mesmas variedades apresentam-se fortemente afetadas pela doença (BOVÉ; AYRES, 2007; EECB, 2008; LACAVA et al., 2004; YAMAMOTO et al., 2004a). Essas plantas, denominadas árvores de elite, se forem realmente resistentes ou tolerantes, poderão representar uma alternativa promissora para a recuperação futura de pomares atacados por CVC.

2.2.1 Etiologia

O agente causal da CVC é a bactéria *Xylella fastidiosa* Wells et al., um parasita que coloniza exclusivamente os elementos de vasos ou traqueídeos constituintes do xilema da planta

hospedeira (HARTUNG et al., 1994). A *Xylella fastidiosa* é gram-negativa, possui parede celular enrugada, forma de bastonete e requer meios complexos para seu isolamento e cultivo (WELLS et al., 1987). Restrita ao xilema da planta, a bactéria provoca o entupimento dos vasos responsáveis por levar água e nutrientes da raiz para a copa da planta (PURCELL; HOPKINS, 1996). *Xylella fastidiosa* é agente causal de doenças de importância econômica em diversas plantas cultivadas, tais como a ‘*Pierce's disease*’ em videira; ‘*phony peach*’ em pessegueiro; ‘*alfalfa dwarf*’ em alfafa; ‘*almond leaf scorch*’ em amendoeira e cafeeiro e a ‘*plum leaf scald*’, ou escaldadura de folha, em ameixeira (BERETTA et al., 1996; HARTUNG et al., 1994; WELLS et al., 1987; WENDLAND et al., 2003). Quando afetado pela CVC, a produção do pomar cai rapidamente, os frutos ficam duros, pequenos e amadurecem precocemente. A perda de peso do fruto pode chegar a 75% (FUNDECITRUS, 2004).

A transmissão da CVC se dá principalmente pelas cigarrinhas vetoras (BRLANSKY; DAMSTEEGT; HARTUNG, 2002; LOPES, 1996; REDAK et al., 2004), assim como também pela enxertia de borbulhas contaminadas (LI, 1997; NUNES, 1999; PURCELL; HOPKINS, 1996; ROSETTI et al. 1995), uso de sementes contaminadas (LI et al., 2003; PRIA JÚNIOR et al., 2002) ou por enxertia natural entre as raízes das árvores (HE et al., 2000). Experimentalmente, a CVC pode ser transmitida pela encostia de mudas infectadas e sadias (NUNES, 1999).

O FUNDECITRUS e a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP) identificaram 11 espécies de cigarrinhas transmissoras da CVC (FUNDECITRUS, 1999; KRUGNER et al., 2000; ROBERTO et al., 1996). Atualmente, as espécies consideradas vetoras da CVC são: *Dilobopterus costalimai* Young, *Acrogonia citrina* Marucci & Carvichioli, *Oncometopia facialis* (Signoret), *Macugonalia leucomelas* (Walker), *Macugonalia cavifrons* Stal, *Bucephalogonia xanthophis* (Berg), *Ferrariana trivittata* (Signoret), *Sonesimia grossa* (Signoret), *Homalodisca ignorata* (Melichar), *Plesiomata corniculata* Young, *Parathona gratiosa* Blanchard e *Hortensia similis* Walker (YAMAMOTO et al., 2002).

Entre as cigarrinhas vetoras da CVC, as mais eficientes são as mais comuns: *Oncometopia facialis*, *Dilobopterus costalimai* e *Acrogonia citrina*. Elas preferem se alimentar de brotações novas. A *Bucephalogonia xanthophis* é mais encontrada em mudas novas. Já a *Plesiomata corniculata*, a *Macugonalia leucomelas*, a *Ferrariana trivittata* e a *Sonesimia grossa* preferem gramíneas para se estabelecerem e raramente são encontradas em citros (FUNDECITRUS, 2004).

A população das cigarrinhas aumenta gradualmente nos meses de primavera-verão e, ao se alimentarem do xilema das brotações novas de plantas afetadas, esses insetos podem adquirir a bactéria, que é posteriormente transmitida às laranjeiras sadias. Outro fator de dispersão do patógeno para médias e longas distâncias de um foco inicial é a comercialização de mudas contaminadas (FUNDECITRUS, 2004).

2.2.2 Diagnóstico e manejo da CVC em pomares

A maneira mais simples de diagnosticar a CVC é pelo reconhecimento dos seus sintomas característicos em plantas no campo. Porém, em algumas situações, tais como a falta de familiarização do produtor com os sintomas ou a avaliação de plantas matrizes em estágio pré-sintomático, pode-se fazer uso de técnicas laboratoriais para a constatação da presença de *X. fastidiosa*.

O diagnóstico da CVC é realizado por meio de testes imunoenzimáticos como o ELISA (“*enzyme linked immunosorbent assay*”), DIBA (“*dot immunobinding assay*”) e “*western-blotting*”. Nestes testes, a presença da bactéria em amostras de citros é constatada através de reação com anticorpos específicos para *X. fastidiosa*, obtidos a partir de animais imunizados contra a mesma. O diagnóstico baseado na amplificação de seqüências específicas do DNA de *X. fastidiosa*, através da reação em cadeia da polimerase (“*polymerase chain reaction*” - PCR), também pode ser realizado, possibilitando maior sensibilidade e confiabilidade em relação aos testes imunoenzimáticos (GONZÁLEZ-JAIMES et al., 2002; LIMA, 1986).

O manejo da CVC exige cuidados e dedicação por parte do citricultor. Inspeções do pomar devem ser feitas preferencialmente entre janeiro e julho, quando os sintomas estão mais evidentes. A identificação precoce da doença ajuda na recuperação da planta e pode retardar a disseminação da CVC, ao permitir adotar medidas de controle imediato da doença. O manejo da CVC está baseado em três estratégias (FUNDECITRUS, 2004): (i) utilização de mudas sadias: a muda cítrica de alta qualidade é o insumo mais importante na implantação de um pomar comercial. O caráter perene da cultura dos citros transforma a escolha da muda na chave do sucesso ou fracasso no plantio do pomar. A partir de 2003, a Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo proibiu, em todo o território do Estado, o comércio e transporte de porta-enxertos e mudas cítricas produzidas em viveiros abertos, coibindo assim a entrada de mudas de viveiros abertos vindas de outros Estados. Anteriormente, esse Órgão havia

regulamentado que as sementeiras para produção de porta-enxertos de citros deviam ser instaladas em ambiente telado, para evitar a entrada de insetos transmissores de pragas e doenças, podendo ser registrados apenas os viveiros que estiverem instalados em uma estufa (MATTOS JÚNIOR et al., 2005); (ii) Poda de ramos com sintomas iniciais em plantas com mais de dois anos, e erradicação de plantas afetadas abaixo dessa idade. Nas árvores com sintomas iniciais de CVC que não são eliminadas ou podadas adequadamente, a doença evolui, servindo de fonte de contaminação para outras plantas; (iii) Controle do vetor, ou seja, da população de cigarrinhas no pomar. Monitoramentos periódicos devem ser realizados preferencialmente na primavera e no verão, período em que aumenta a população de cigarrinhas. Para o monitoramento, podem ser utilizadas armadilhas amarelas, puçá e observação visual. O controle químico dos vetores deve ser feito quando for constatado 10% das plantas de um talhão com cigarrinhas, seja qual for a espécie. As pulverizações devem ser planejadas com base na população de cigarrinhas, cuidando de não afetar aos inimigos naturais que, sozinhos, são responsáveis pelo controle de 40% da população de cigarrinhas. Além dessas medidas, é importante manter os tratos culturais exigidos pelo pomar. Deve-se ressaltar que nenhuma das medidas de convivência poderá ter eficiência isoladamente.

O uso de variedades resistentes é uma importante medida de controle da doença (PURCELL, 1994). Deve-se ressaltar que a seleção de mutações é o método que, até hoje, deu origem à maioria dos cultivares de citros (KOLLER, 1994). Dessa forma, a introdução e a avaliação de materiais genéticos diferentes, de outros bancos de germoplasma, ampliarão as chances de obtenção de variedades de laranjas doces ou de seus híbridos com o perfil desejável em termos de resistência ou tolerância à doença (MOURÃO FILHO et al., 1997).

2.3 Influência do porta-enxerto na produtividade e qualidade dos frutos dos citros

A muda cítrica para cultivo comercial é formada por dois indivíduos unidos por meio da enxertia: o porta-enxerto (ou cavalo) e o enxerto (ou copa), que se desenvolvem e produzem como uma única planta. Os chineses praticavam a enxertia cerca de 1000 a.C., e Aristóteles (384-322 a.C.) descreveu essa técnica em seus manuscritos (INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC, 2009).

O uso da enxertia visa utilizar as características do porta-enxerto para melhorar a produção e a qualidade dos frutos, aumentar a longevidade das plantas, reduzir a altura da árvore

e o tempo necessário para início da produção, e aumentar a resistência das plantas às doenças (ex.: gomose, nematóides) e estresses (ex.: deficiência hídrica e nutricional). Embora hajam significativas vantagens do uso dessa técnica, algumas variedades de copas e porta-enxertos são incompatíveis na união da enxertia (IAC, 2009).

O porta-enxerto pode influenciar mais de 20 características hortícolas e patológicas da cultivar copa e seus frutos, fazendo da enxertia uma prática essencial na citricultura (SCHÄFER; BASTIANEL; DORNELLES, 2001). Dentre as características influenciadas pelo porta-enxerto podem ser citadas a precocidade de início de produção, o aumento da produção das plantas, a obtenção de frutos de melhor qualidade e a maior resistência das plantas, ou tolerância às condições desfavoráveis de clima, solo, pragas e doenças (MATTOS JÚNIOR et al., 2005). A escolha do porta-enxerto para citros pode ser orientada à produção de frutos de melhor tamanho e qualidade, aptos para exportação de fruta fresca, ou para produção em épocas de melhores preços no mercado interno (CARLOS; STUCHI; DONADIO, 1997).

Os efeitos do porta-enxerto sobre o tamanho da árvore, precocidade, produção e maturação dos frutos, são causados por complexas interações entre as raízes e a copa, que variam para cada tipo de combinação genética. Os porta-enxertos afetam diretamente a capacidade das plantas de absorver água e nutrientes. Também podem alterar significativamente o padrão de desenvolvimento da copa e alguns processos fisiológicos, como a fotossíntese (HARTMANN; KESTER; DAVIES, 1990). Esses autores propõem três mecanismos responsáveis pelos efeitos interativos entre copa e porta-enxerto: (i) absorção, acumulação e utilização dos nutrientes; (ii) translocação de nutrientes e água, e (iii) alterações nos níveis de fatores de crescimento endógenos. O mecanismo de acumulação de nutrientes é exemplificado no caso dos porta-enxertos ananizantes, que aumentam a produtividade da copa porque permitem maior acumulação de amido nos ramos, favorecendo assim a iniciação dos primórdios florais. Árvores inter-enxertadas com material ananizante têm maior teor foliar de açúcares redutores, o que demonstraria uma alteração no uso das reservas.

Entretanto, o efeito ananizante de alguns porta-enxertos estaria associado, mais do que ao efeito de absorção pelas raízes, a alterações na translocação de nutrientes e água, seja pelo bloqueio parcial na região da união cavalo/copa, ou pela redução do transporte de água e nutrientes à copa (HARTMANN; KESTER; DAVIES, 1990). Esse menor transporte de água explicaria porque algumas características conferidas pelos cavalos ananizantes à copa são

similares aos sintomas de estresse hídrico moderado (folhas pequenas, entrenós curtos, detenção antecipada do crescimento). Outro mecanismo através do qual os porta-enxertos ananizantes reduziram o vigor seria através da menor produção de promotores endógenos de crescimento, ou pela incapacidade de transportar/utilizar esses fatores produzidos pela copa. Menores teores endógenos de giberelinas, translocadas desde as raízes do cavalo até a copa, poderiam ter relação com o efeito ananizante de alguns cavalos. Todavia, os porta-enxertos ananizantes contêm maior teor de enzimas que degradam o ácido indolacético (AIA), como a AIA oxidase, e também possuem menor teor de promotores e maior teor de inibidores de crescimento (ABA) do que os porta-enxertos vigorizantes (HARTMANN; KESTER; DAVIES, 1990).

Visando ampliar a base genética da citricultura brasileira e a obtenção de variedades complementares ou substitutas às existentes, muitos trabalhos vêm sendo realizados no Brasil. No Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMT), Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, estado de Bahia, têm sido desenvolvidos diversos trabalhos de diversificação varietal de porta-enxertos e copas, sendo identificadas novas variedades de laranjas de maturação precoce, de meia-estação e tardias, passíveis de serem introduzidas em novos sistemas de produção citrícola no Nordeste. Em 1988, a CNPMT iniciou um programa de hibridações objetivando a seleção de genótipos de porta-enxertos resistentes ou tolerantes à tristeza dos citros e à gomose, além de tolerantes à deficiência hídrica, ao alumínio no solo e adaptados a altas densidades populacionais (SOARES FILHO et al., 1997).

No Centro Apta Citros ‘Sylvio Moreira’, em Cordeirópolis, SP, vinculado ao IAC, vários estudos de variedades copas e porta-enxertos foram desenvolvidos, que sustentaram o estabelecimento da citricultura paulista, hoje a maior do mundo. O BAG (Banco Ativo de Germoplasma) do Centro reúne mais de 1.700 acessos, representantes de *Citrus* e gêneros afins (TEÓFILO SOBRINHO, 1997), servindo de base às outras coleções brasileiras.

Conjuntamente com o trabalho realizado no Centro Apta Citros ‘Sylvio Moreira’-IAC, a Universidade de São Paulo, através da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ e o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) têm prestado importante contribuição na condução de estudos dirigidos à obtenção de clones sem sementes de variedades copa tradicionais, mediante a indução artificial de mutações, bem como à obtenção de híbridos somáticos com potencial para serem utilizados como porta-enxertos e/ou cultivares copa e a geração de plantas transgênicas com genes com potencial interesse agrônomo, em especial, para

tolerância a patógenos (CARDOSO, 2008; MENDES et al., 2001; MENDES-DA-GLÓRIA et al., 2000; MOURÃO FILHO et al., 2008; PIO, et al., 2006).

Em São Paulo destacam-se os trabalhos realizados na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), com 283 acessos de variedades, híbridos e clones de citros introduzidos de diversas regiões, assim como também clones pré-imunizados das variedades ‘Pêra’, ‘Natal’, ‘Valência’ e ‘Folha Murcha’ obtidos no IAC (EECB, 2008). Boa parte dos materiais introduzidos pela EECB tem sido avaliada em condições de casa de vegetação e de campo com relação à resistência à CVC (GONZALEZ-JAIMES, 2002; SILVA et al., 2004a; SOUZA; DONADIO; GONZÁLEZ-JAIMES, 2000; SOUZA et al., 2006).

Na região sul, sob condições de clima subtropical a temperado, têm sido realizados trabalhos de melhoramento de citros no Centro de Pesquisa em Fruticultura de Taquari (CPFT), em Taquari, Estado do Rio Grande do Sul, e no Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Londrina, Estado do Paraná (FERREIRA; SANTOS, 2002). As coleções do IAPAR e CPFT contêm principalmente laranjas doces, tangerinas, limões e também *Poncirus trifoliata* e seus híbridos.

Outros centros de pesquisa que têm desenvolvido extensos trabalhos de melhoramento de copas e porta-enxertos de citros, visando à diversificação varietal, são: a Empresa para Pesquisa na Agricultura de Sergipe (ENSAGRO/SE), com 99 acessos; a Universidade Federal de Viçosa (UFV/MG), com 50 acessos; o Instituto para Pesquisa na Agricultura de Pernambuco (IPA/PE), com 44 acessos; a Empresa para Pesquisa em Agricultura do Rio de Janeiro (PESAGRO/RJ), com 32 acessos e a Embrapa Amazônia Ocidental, com 29 acessos. Estas coleções são mais especializadas em variedades comerciais, principalmente para laranjas doces e tangerinas, com importante papel na citricultura regional (PASSOS; SOARES FILHO; DONADIO, 2002).

2.4 Princípios das medições colorimétricas

A avaliação visual da coloração é afetada por muitos fatores, desde as condições de iluminação e o ângulo de observação, até as diferenças individuais na percepção da cor. A avaliação instrumental da cor permite a quantificação objetiva deste atributo de qualidade, permitindo a avaliação subsequente das diferenças e contrastes de cor entre objetos (WEATHERALL; LEE, 1991).

A medição colorimétrica é baseada no modelo da visão humana. O olho humano possui

receptores para três comprimentos de onda: curta, média e longa, e isso determina que a sensação que temos da cor possa ser descrita por três coeficientes. Qualquer método específico que permita associar três valores (valores triestímulo ou tricromáticos) com uma cor determinada, é chamado de “espaço de cor”. Para cada tipo de material cuja coloração deseja ser avaliada, existe um espaço de cor mais adequado.

A medição automática da cor é realizada através de colorímetros tri-estímulo, que são desenhados para reproduzir a sensação psicofísica de visão humana das cores, utilizando sensores que simulam a forma em que o olho humano percebe e quantifica as diferenças de cor entre uma amostra e um padrão (Commission Internationale de l’Eclairage, CIE, 1986). Esses instrumentos medem as propriedades colorimétricas dos objetos, utilizando uma fonte interna de luz para iluminar a amostra a ser medida. Com isso, a leitura que produz o equipamento não é afetada pela condição de iluminação ambiental. A luz refletida pela superfície da amostra passa através de filtros de vidro vermelho, verde e azul para simular as funções do observador. O colorímetro possui ainda um sistema de compensação da leitura, constituído de dois sensores internos, um que mede a luz refletida da superfície do tecido vegetal e outro sensor que mede a luz da fonte de iluminação. Um sensor ótico localizado além dos filtros detecta a quantidade de luz que passa por eles e um micro-processador converte automaticamente estes sinais em equações numéricas (AMARANTE et al., 2008).

Para medição da coloração são utilizadas várias escalas ou espaços de cor. A primeira delas, a escala de cor X, Y, Z, foi definida em 1931 pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE), sendo desenvolvida a partir de medições diretas das funções de correspondência da cor para as três cores primárias (vermelho, verde e azul, respectivamente) (CIE, 1986). Com ajuda de um colorímetro, é possível determinar o espaço de cor X,Y,Z a partir das variáveis Y , x e y que são medidas pelo sensor ótico do instrumento. Assim, é possível quantificar em forma simples e objetiva as características da cor de um objeto em particular, sob determinadas condições de iluminação.

Outros espaços de cor foram desenvolvidos posteriormente, visando melhorar a qualidade das avaliações colorimétricas. A escala L^* , a^* , b^* , ou CIELAB, foi definida pela CIE em 1976 (JACOMINO; MENDONÇA; KLUGE, 2003). Este sistema é baseado no uso de uma fonte padrão de iluminação e um observador padrão, sendo obtidas curvas no espectro visível para os valores triestímulo que interpretam a percepção de cor pelo olho humano (CIE, 1986; McGUIRE,

1992). O sistema CIELAB mede o grau de luminosidade da cor (L^*), e varia entre 0 (preto) a 100 (branco), o grau de coloração vermelha ou verde (a^*), que varia de -100 (verde) a 100 (vermelho), e o grau de coloração amarela ou azul (b^*), que varia entre -100 (azul) a 100 (amarelo). Já o sistema de ordenação de cor de Munsell estabelece escalas numéricas para os três atributos que definem a cor (luminosidade, cor espectral e tonalidade) (JACOMINO; MENDONÇA; KLUGE, 2003; McGUIRE, 1992).

Posteriormente, foi desenvolvida a escala CIE L^* , C^* , h^* , a partir da representação matemática do sistema de coordenadas retangulares do espaço de cor CIELAB na forma de coordenadas polares. Segundo McGuire (1992) e Weatherall e Lee (1991), esse espaço de cor é considerado mais adequado para estudos colorimétricos, pois, permite quantificar de forma mais exata a cromaticidade ou croma (C^* , expressa o grau de saturação em termos de pigmentos da cor, equivalente à intensidade da cor) e o ângulo de tonalidade ou ângulo hue (h^* , que define a cor, i.e., verde, amarelo, azul, vermelho, etc.). Valores de C^* próximos de zero representam cores neutras (cinzas), e valores próximos a 60 expressam cores vividas. Assim, maiores valores de C^* significam maior intensidade da coloração amarela. O h^* assume valor 0 para a cor vermelha, 90° para amarela, 180° para verde e 270° para azul. Assim, valores de h^* mais próximos a 180° representam frutos mais verdes, ao passo que valores mais próximos a 90° indicam frutos mais amarelos.

2.4.1 Avaliações da coloração dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’

Das três copas contempladas neste estudo, apenas na limeira ácida ‘Tahiti’ é relevante a determinação da coloração externa dos frutos, por ser este um dos parâmetros que definem a qualidade dos frutos destinados à exportação.

Apesar da importância da cor externa dos frutos para sua aceitação ou rejeição pelo mercado consumidor, constatou-se que a classificação de limas ácidas ‘Tahiti’ nos *packing houses* que processam fruta para exportação é feita por simples apreciação visual da cor e condição externa do fruto. Desta maneira, podem ocorrer eventuais erros na classificação dos frutos exportáveis, devido às diferenças na percepção da cor entre os avaliadores e à influência das condições de iluminação. Além disso, a falta de uma quantificação objetiva dos critérios de classificação da cor da fruta exportável pode prejudicar sua condição de chegada ao destino, além de aumentar os riscos de rejeição nos mercados recebedores da fruta brasileira. A quantificação

colorimétrica da coloração dos frutos de lima ácida ‘Tahiti’ classificados como exportáveis, permitirá uma melhor definição deste importante atributo da qualidade.

2.4.2 Avaliações colorimétricas das folhas para estimar a tolerância à deficiência hídrica

As medições colorimétricas de folhas podem ser utilizadas para identificar situações de estresse nutricional ou hídrico em plantas (AMARANTE et al., 2008; MADEIRA et al., 2003). Em citros, Deidda et al. (1996) relacionaram as variáveis colorimétricas X, Y, e Z definidas em 1931 pela CIE, com o estado hídrico de plantas em vasos de allemow (*C. macrophylla*) e laranja doce (*C. sinensis*) cv. ‘Washington Navel’, colocadas em estufa e no campo. Nesse estudo, constatou-se que a ocorrência de estresse hídrico nas folhas está associada com um aumento no fator de luminosidade Y, o que indica uma mudança da cor de verde para o amarelo, associado também com o aumento na cromaticidade (xy) e no valor do Índice Colorimétrico (IC). No espaço de cor da CIE de 1931, as magnitudes dos valores triestímulo X, Y e Z são determinadas mediante as seguintes equações:

$$Y = Y$$

$$X = \frac{Y}{y} * x$$

$$Z = \frac{Y}{y} * (1 - x - y)$$

Em que: Y é o fator de luminosidade, luminância ou brilho da cor, medido pelo colorímetro; x e y são as coordenadas de cromaticidade, medidas pelo colorímetro. O Índice Colorimétrico (IC) é calculado mediante a seguinte expressão:

$$IC = \frac{(x + y)}{z}$$

No estudo de Deidda et al. (1996), o aumento nos valores de luminosidade (Y), cromaticidade (xy) e Índice Colorimétrico (IC), estaria associado à mudança da cor de verde para o amarelo, característica do estresse hídrico das folhas. Maiores valores dos índices colorimétricos indicariam um maior grau de estresse hídrico foliar.

2.5 Material e Métodos

2.5.1 Cultivares copa

Limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka)

Originária da coleção de citros da Estação Experimental de Riverside, da Universidade da Califórnia, é uma das cultivares copa de lima ácida mais plantadas no Brasil (STUCHI; SILVA, 2005). Dentre os clones de lima ácida mais difundidos no Estado de São Paulo estão o ‘IAC-5’ ou ‘Peruano’, utilizado neste experimento, Pré-imunizado contra a tristeza dos citros, e o ‘Quebraghalho’, clone velho e contaminado com viróides, de menor vigor.

O clone nucelar ‘IAC-5’ tem maior produtividade e tolerância ao vírus da tristeza dos citros, apresentando menor incidência de hipertrofia do cálice floral e ausência de fissuras na casca do tronco e ramos (FIGUEREIDO, 1991 apud MATTOS JÚNIOR et al., 2005). A planta é vigorosa, de porte elevado e folhas de coloração verde escura. Suas flores possuem cinco pétalas, com grande número de estames contendo pólen inviável. Seus frutos, geralmente, se desenvolvem sem a formação de sementes. Somente em casos raros, encontra-se algum fruto com uma única semente. A floração ocorre, principalmente, nos meses de setembro a outubro, ocorrendo praticamente o ano todo em plantios irrigados. Os frutos são de tamanho médio, ovais, obovóides a oblongos, com ligeiro pescoço na região peduncular e arredondados no ápice, sem sementes, com casca lisa, fina e de coloração esverdeada. A polpa é suculenta e textura firme, com um conteúdo médio de suco de 50% do peso, com um teor médio de 9% de sólidos solúveis, 6% de acidez e uma relação sólidos solúveis:acidez de 1,5 (FIGUEREIDO; SALIBE, 2003).

O período de safra do limão ‘Tahiti’ varia de janeiro a agosto, concentrando-se, praticamente, no primeiro semestre do ano. Na entressafra (setembro a dezembro) ocorrem os maiores preços no mercado interno. A produtividade do ‘Tahiti’ varia de acordo com o espaçamento da cultura e o porta-enxerto utilizado, com produtividades entre 6 a 21 ton ha⁻¹. Em plantios irrigados, as sucessivas brotações dão origem a várias floradas que, por sua vez, dão origem a várias colheitas ao longo do ano, podendo atingir períodos de colheita na entressafra da cultura, o que propicia melhores preços (MATTOS JÚNIOR; DE NEGRI; FIGUEIREDO, 2003).

Embora o principal destino dos frutos seja o mercado interno de fruta fresca e processamento de suco, as exportações brasileiras de limas ácidas setuplicaram no período 2000-

2006, alcançando 44.000 t anuais em 2005 (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS, IBRAF, 2006), equivalentes a US\$ 32 milhões (BOTEON; BRAGA; PUPIN, 2007).

Estudos de avaliação de porta-enxertos para lima ácida ‘Tahiti’ conduzidos no Estado de São Paulo mostraram que outros porta-enxertos, tais como citrange ‘Morton’ [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], tangeleiro ‘Orlando’ (*C. paradisi* Macfad. x *C. tangerina* Hort. ex Tanaka), limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* Ten. e Pasq.), citrumeleiro ‘Swingle’ (*C. paradisi* x *P. trifoliata*) e o trifoliata ‘EEL’ (*P. trifoliata*), podem ser alternativos ao limoeiro ‘Cravo’ (FIGUEIREDO et al., 2000, 2002). No Paraná, o citrange ‘C-13’ apresentou longevidade maior e produção acumulada similar à verificada no ‘Cravo’ com copa de ‘Tahiti’ (STENZEL; NEVES, 2004).

Estudos de espaçamentos para lima ácida ‘Tahiti’ sobre ‘Flying Dragon’ (*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa*) indicaram que houve maior produtividade nos plantios adensados, devido ao caráter ananicante desse porta-enxerto (MADEMBA-SY et al., 1999; ROOSE, 1986; STUCHI; DONADIO; SEMPIONATO, 2003). O uso de irrigação localizada em plantios adensados de lima ácida ‘Tahiti’ enxertados em trifoliata ‘Flying Dragon’ causou o deslocamento parcial da produção para o segundo semestre e um forte incremento na produtividade (STUCHI; SILVA, 2005), pelos melhores preços da fruta no mercado interno.

Laranjeira ‘Folha Murcha’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)

Na seleção de novas variedades tardias de laranja doce para ampliar a época de maturação, destaca-se a variedade ‘Folha Murcha’, obtida a partir de uma mutação natural da cultivar ‘Seleta’ ou ‘Natal’ (DONADIO; FIGUEIREDO; PIO, 1995), e que é adequada tanto para indústria como para consumo *in natura*. Sua característica mais marcante é o aspecto enrolado das folhas, que confere aparente estado de estresse hídrico às plantas desta cultivar. ‘Folha Murcha’ apresenta maturação muito tardia, entre os meses de dezembro e abril no Estado de São Paulo, estendendo o período de safra da laranja em meses de menor oferta de fruta no mercado. Produz frutos ovalados, de casca ligeiramente espessa e suco de coloração amarelo forte e sabor adocicado, com boa retenção na planta. O alto teor de sólidos solúveis totais no suco da laranja ‘Folha Murcha’ acrescenta valor industrial a esta cultivar (DONADIO et al., 1999). Plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ são ainda muito resistentes à deficiência hídrica e são consideradas entre as mais tolerantes à bactéria causadora do cancro cítrico, *Xanthomonas citri* pv. *citri*

(AMARAL et al., 2003; DONADIO; FIGUEIREDO; PIO, 1995; MAVRODIEVA; LEVY; GABRIEL, 2004).

Numa avaliação de seis variedades de laranjas sobre quatro porta-enxertos, na região de Bebedouro, a variedade ‘Folha Murcha’ destacou-se pela menor susceptibilidade à CVC sobre todos os porta-enxertos avaliados durante duas safras, embora tenha apresentado baixa produtividade em comparação com as outras copas (EECB, 2008). O enrolamento das folhas desta cultivar sugere que seja menos afetada por cigarrinhas, sendo por esta razão, menos suscetível à CVC.

Em outro estudo de porta-enxertos, a variedade ‘Folha Murcha’ apresentou as maiores produtividades quando enxertada sobre limoeiro ‘Volkameriano’, seguido de tangerineira ‘Sunki’ e citrumeleiro ‘Swingle’. A variedade ‘Folha Murcha’ teve uma produtividade similar quando enxertada sobre limão ‘Cravo’, citrange ‘Troyer’ ou limão ‘Rugoso Nacional’ (EECB, 2008).

Em Paranavaí-PR, após avaliação por um período de 14 anos do comportamento de plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ em sete porta-enxertos, concluiu-se que a tangerineira ‘Cleópatra’ e o limoeiro ‘Rugoso da África’ são porta-enxertos promissores para a laranjeira ‘Folha Murcha’, por induzir maior produção acumulada. Embora a produção individual por copa tenha sido menor nas plantas enxertadas sobre *Poncirus trifoliata*, este porta-enxerto conferiu um teor de sólidos solúveis totais superior aos frutos da copa (STENZEL et al., 2005).

Tangerina ‘Satsuma’ (*Citrus unshiu* Marc.)

As tangerineiras ‘Satsumas’ pertencem ao grupo das ponkans, tendo como principal características a maturação fora de safra, em épocas de menor oferta de frutos no mercado interno (MATTOS JÚNIOR et al., 2005).

A cultivar ‘Okitsu’ pertence ao grupo das ‘Satsumas’ e é originária do Japão, onde foi obtida em 1914, a partir de uma semente da ‘Satsuma’ cv. ‘Miyagawa’ por meio da polinização controlada com *Poncirus trifoliata* (OLIVEIRA et al., 2005). A árvore da ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ é vigorosa, de porte médio, com hábito de crescimento aberto. Os ramos apresentam tendência ao crescimento vertical, com espinhos nos brotos jovens. A árvore é resistente ao frio, com folhagem pouco densa e de coloração verde intensa. Os grãos de pólen e o saco embrionário das flores são estéreis (AMORÓS, 1995). O fruto é grande e achatado, de boa qualidade organoléptica e se caracteriza por não apresentar sementes. Os frutos toleram melhor o transporte e armazenamento,

em comparação as outras variedades de ‘Satsumas’ (MATTOS JÚNIOR et al., 2005).

A cultivar ‘Okitsu’ apresenta maturação muito precoce, e os frutos são colhidos com casca ainda verde, o que ocorre entre fins de janeiro e início de fevereiro, no norte do Estado de São Paulo (SILVA et al., 2004b). Nestas condições, a qualidade dos frutos é regular, fato que é compensado pela precocidade da colheita, coincidindo com uma época de ausência de tangerinas no mercado (DONADIO et al., 1998). No Norte do Estado de São Paulo, uma segunda colheita da cultivar ‘Okitsu’ ocorre entre fins de março e meados de abril, coincidindo com a entressafra e garantindo melhores preços (SILVA et al., 2004b).

Numa avaliação de seis variedades de tangerina ‘Satsuma’ enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* realizada em Bebedouro, SP, os dois clones da variedade ‘Okitsu’ estudados - A2 60.0 e IVIA - apresentaram a maior produtividade na segunda safra, em comparação com as outras variedades (EECB, 2008). A comparação da produtividade de 32 variedades de tangerinas e híbridos em 3 porta-enxertos, também conduzida em Bebedouro, revelou que, em geral, o limoeiro ‘Cravo’ conferiu maior precocidade de desenvolvimento às tangerineiras, seguido pelo citrumeleiro ‘Swingle’ e o citrangeiro ‘Carrizo’ (EECB, 2008).

Os efeitos positivos de alguns porta-enxertos sobre a qualidade de frutos das tangerineiras ‘Satsuma’ têm sido descritos em outros países, principalmente em relação ao aumento dos sólidos solúveis totais induzido pelos trifoliatas (KOBAYASHI et al., 1995; SAWANO et al., 2004). No mesmo lote experimental de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ avaliado neste estudo, Silva et al. (2004b) observaram maior produção nas árvores sobre os porta-enxertos citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’, trifoliata ‘Rubidoux’ e limoeiro ‘Cravo FCAV’, entre o terceiro e quarto ano após o plantio. Nesse estudo, os frutos apresentaram, em geral, baixos teores de SST e acidez, coincidindo com os resultados obtidos anteriormente por Cyrillo (2000) para seleções de tangerina ‘Satsuma’ na região de Jaboticabal.

2.5.2 Cultivares porta-enxerto

Limoeiros ‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’ (*Citrus limonia* Osbeck)

O limoeiro ‘Cravo’ corresponde a um possível híbrido natural entre limoeiro verdadeiro [*C. limon* (L.) Burm. f.] e tangerineira (*C. reticulata*) (SWINGLE, 1967), que tem sua origem provavelmente na Índia, onde é conhecido como limeira ‘Rangpur’ (HODGSON, 1967). É o porta-enxerto mais utilizado para citros no Brasil porque apresenta tolerância ao vírus da tristeza (CTV), alta resistência à deficiência hídrica, facilidade de obtenção de sementes, compatibilidade com diversas copas, indução de produção precoce e alta produtividade de frutos às plantas nele enxertadas, bom pegamento inicial após o plantio e boa adaptação sob distintas condições edafo-climáticas, embora apresente melhor desempenho em solos arenosos e profundos. No entanto, o limoeiro ‘Cravo’ apresenta alta susceptibilidade ao declínio dos citros, morte súbita dos citros, gomose de *Phytophthora*, verrugose, exocorte e xiloporose. É suscetível à salinidade e pouco resistente às geadas. As variedades nele enxertadas iniciam a produção dois a três anos após o plantio (MATTOS JÚNIOR et al., 2005).

Existem diversas seleções de limão ‘Cravo’. Dentre elas, destaca-se o limão ‘Cravo Limeira’, que foi coletado em pomar da região de Limeira e integrado ao Banco de Germoplasma (BAG) do Centro APTA Citros "Sylvio Moreira", em Cordeirópolis. É uma árvore vigorosa e produtiva de tamanho médio, de crescimento aberto e ramos pendentes. Os ramos têm espinhos pequenos e escassos. A folhagem é de coloração verde acinzentada. Os frutos são de tamanho médio, de formato globoso, por vezes obovado, e com algum mamilo. Possuem em média 12 sementes, pequenas e com alta poliembrionia (FIGUEREIDO; SALIBE, 2003) e amadurecem de março a maio.

A seleção de limão ‘Cravo FCAV’ foi obtida pelo Professor Luiz Carlos Donadio na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal (STUCHI, 2009).¹

¹ STUCHI, E, Comunicação pessoal.

Citrameleiro ‘Swingle’ (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *Citrus paradisi* Macfad.)

Resultado do cruzamento de pomelo ‘Duncan’ com *Poncirus trifoliata* realizado na Flórida em 1907, o citrameleiro ‘Swingle’ ou ‘4475’ mostra bom desempenho em solos arenosos e argilosos e sob irrigação e fertirrigação. As copas nele enxertadas são de porte mediano, favorável, portanto, a plantios semi-adensados, e um pouco mais tardias para entrar em produção, quando comparadas às sobre limoeiro ‘Cravo’, apresentando boa produção e frutos de boa qualidade tanto para mercado interno quanto para industrialização. Possui tolerância moderada à deficiência hídrica e às geadas. É tolerante à tristeza, exocorte e xiloporose. É resistente à gomose, à verrugose, às geadas e aos nematóides (O’BANNON; FORD, 1978, apud MATTOS JÚNIOR et al., 2005). É tolerante ao declínio (BERETTA et al., 1994) e à morte súbita dos citros (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001). O citrameleiro ‘Swingle’ produz frutos com média de 20 sementes, com alta frequência de embriões nucelares, idênticos à planta mãe.

Este porta-enxerto favorece a produção de frutos de alta qualidade. Em copas nele enxertadas, induz maturação dos frutos mais tardiamente que naquelas sobre limão ‘Cravo’. Apresenta um diâmetro de tronco maior que a variedade copa enxertada, sendo incompatível com alguns clones de laranja ‘Pêra’ e com o tangor ‘Murcott’, formando plantas pouco produtivas e de baixa longevidade. Às vezes, mostra sintomas de incompatibilidade com a laranja ‘Bahia’ e a lima da Pérsia. As plantas enxertadas sobre citrameleiro ‘Swingle’ produzem bem em solos argilosos ou arenosos, porém não apresentam bom comportamento em solos alcalinos ou mal drenados (WUTSHER, 1979, apud MATTOS JÚNIOR et al., 2005).

O citrameleiro ‘Swingle’ confere bom desempenho às copas de laranjeiras ‘Baianinha’, ‘Hamlin’ e ‘Valência’ (TEÓFILO SOBRINHO et al., 2000), mas é incompatível com a laranjeira ‘Pêra’ e com o tangor ‘Murcott’ (POMPEU JÚNIOR, 1991). No Rio de Janeiro, árvores da laranjeira ‘Natal’ enxertados sobre citrameleiro ‘Swingle’ atingiram maior produtividade que as enxertadas em limoeiros ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’, tangerineira ‘Cleópatra’ e outros porta-enxertos (GRAÇA et al., 2001). Numa avaliação de porta-enxertos para oito variedades de tangerinas e híbridos na região de Bebedouro, o limoeiro ‘Cravo’ e o citrameleiro ‘Swingle’ produziram as maiores produtividades (EECB, 2008).

Tangerineira ‘Sunki’ (*Citrus sunki* (Hayata) Hort. ex Tanaka)

A tangerineira ‘Sunki’ induz à formação de copas vigorosas, com frutos de boa qualidade. É tolerante à tristeza e à xiloporose, porém intolerante ao exocorte (GRANT; MOREIRA; SALIBE, 1961; OLSON et al., 1962, apud MATTOS JÚNIOR et al., 2005). Os frutos de ‘Sunki’ amadurecem de abril a maio, e contêm, em média, três sementes por fruto, podendo chegar até 17 sementes por fruto, com média de 27.000 sementes por quilograma de sementes, com alta taxa de poliembrionia nucelar (BARBASSO, 2005).

A tangerineira ‘Sunki’ é indicada como porta-enxerto para citros em solos leves ou pesados, embora apresente melhor desempenho em solos argilosos (MEDINA FILHO et al., 1992; LEITE JÚNIOR, 1992). Induz alta tolerância à deficiência hídrica nas copas (STUCHI et al., 2000). É suscetível à gomose causada por *Phytophthora* (AGUILAR-VILDOSO; POMPEU JÚNIOR, 1997) e ao declínio (MEDINA FILHO et al., 1992), embora seja tolerante à morte súbita dos citros (BASSANEZI; GIMENES-FERNÁNDES; MASSARI, 2002). As árvores enxertadas sobre tangerineira ‘Sunki’ iniciam a produção de frutos um a dois anos mais tardiamente que as plantas enxertadas nos limoeiros ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’. Os frutos das árvores sobre ‘Sunki’ são menores e amadurecem mais tardiamente que os obtidos sobre os demais porta-enxertos.

Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ (*Citrus reticulata* Blanco)

Originária provavelmente da China, esta tangerineira tem se destacado por produzir um alto número de sementes, que é uma característica fundamental para seu uso como porta-enxerto (ARAUJO; SALIBE, 2002). Na Flórida, as avaliações deste porta-enxerto confirmam sua boa tolerância a solos calcários e ao declínio, induzindo plantas de vigor moderado e boa produção. Naquela região, a tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ é um porta-enxerto adequado para solos calcários e argilosos, em lugares não recomendados para citrumeleiro ‘Swingle’, que confere bom desempenho às copas de laranjeira ‘Hamlin’ e tangor ‘Murcott’ (CASTLE; FERGUSON, 2003). Em testes de campo conduzidos na região de Indian River, na Flórida, as árvores de laranjeira ‘Valência’ e pomeleiro ‘Marsh Seedlees’ enxertadas sobre ‘Sun Chu Sha Kat’ tiveram excelente desempenho, sendo superada apenas pelo limão ‘Rugoso da Flórida’ (*Citrus jambhiri* Lush.) (CASTLE; FERGUSON, 2003).

No Brasil, a tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ induziu uma produção média às copas de

laranjeira ‘Moro’, similar à das árvores sobre tangerineira ‘Cleópatra’, porém inferior às produções observadas sobre limão ‘Cravo’ e tangerineira ‘Sunki’ (SILVA et al., 2006a). No entanto, o porta-enxerto ‘Sun Chu Sha Kat’ conferiu baixa produção às copas de laranjeiras ‘Natal’ e ‘Valência’. Este porta-enxerto induziu alta qualidade aos frutos de laranja ‘Valência’ (SILVA et al., 2006b).

Tangeleiro ‘Orlando’ (*C. paradisi* Macfad. cv. ‘Duncan’ x *C. tangerina* Hort. ex Tanaka cv. ‘Dancy’)

Corresponde a um híbrido entre tangerina ‘Dancy’ com pomeleiro ‘Duncan’, obtido em 1897 na Flórida. É um porta-enxerto recomendado para citros em geral. É indicado para solos areno-argilosos. Produz plantas de tamanho grande, com boa produção, e frutos de boa qualidade. É tolerante ao CTV (GRANT; MOREIRA; SALIBE, 1961) e suscetível à xiloporose (SALIBE; MOREIRA, 1965, apud MATTOS JÚNIOR et al., 2005), à gomose de *Phytophthora* (CASTLE, 1987) e à deficiência hídrica.

Estudos conduzidos em São Paulo em copas de laranjas doces indicaram que o tangeleiro ‘Orlando’ conferiu produções similares às obtidas sobre limoeiro ‘Cravo’ (FIGUEIREDO et al., 1981; POMPEU JÚNIOR; BLUMER, SALIBE, 2003). No estudo conduzido em Bebedouro por Figueiredo et al. em 2002, o tangeleiro ‘Orlando’ induziu as maiores produtividades à limeira ácida ‘Tahiti’, superando aos limoeiros ‘Cravo’ e ‘Volkameriano Catânia-2’, e as copas sobre este porta-enxerto apresentaram alta sensibilidade à deficiência hídrica. Em outro estudo conduzido também em Bebedouro por Iriarte-Martel; Donadio e Figueiredo (1999), o tangeleiro ‘Orlando’ induziu maior tamanho às copas de limeira ácida ‘Tahiti’, mas foi avaliado com alta resistência à deficiência hídrica, similar à induzida pelo limoeiro ‘Cravo’ (IRIARTE- MARTEL et al., 1999).

Citrango Carrizo (*C. sinensis* (L.) Osbeck cv. ‘Washington Navel’ x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.)

Os citrangeiros foram produzidos a partir da fertilização da laranja ‘Bahia’ com pólen de trifoliata (MATTOS JÚNIOR et al., 2005). Dentre os citrangeiros, o ‘Troyer’ foi um dos primeiros porta-enxertos tolerantes ao CTV, sendo vigoroso e produtivo. Posteriormente, foi introduzido o citrangeiro ‘Carrizo’, muito similar ao anterior, mas com algumas vantagens: é

mais resistente à *Phytophthora*, à asfixia radicular, aos solos alcalinos e nematóides, conferindo maior produtividade às copas enxertadas sobre ele. Os frutos do citrangeiro apresentam em média 15 sementes, com alta poliembrião nuclear, superior ao 90%.

O citrangeiro ‘Carrizo’ exerce boa influência sobre a copa, com rápido início de produção e boa qualidade dos frutos, conseguindo uma maturação mais precoce que sobre a laranja azeda. Os citrangeiros são tolerantes à sorose (CAMPAGLIA et al., 1976, apud MATTOS JÚNIOR et al., 2005), à xiloporose (SALIBE; MOREIRA, 1965, apud MATTOS JÚNIOR et al., 2005) e bastante resistentes à gomose de *Phytophthora*, mas são sensíveis ao declínio (BERETTA et al., 1994), à exocorte e ao nematóide dos citros (O’BANNON; FORD, apud MATTOS JÚNIOR et al., 2005). Não é conhecida sua reação à morte súbita dos citros.

O citrangeiro ‘Carrizo’ é sensível à salinidade, não sendo recomendado seu uso quando a condutividade elétrica do extrato saturado for superior a 3.0 dS m⁻¹ e a concentração de Cl for superior a 350 ppm. Por ser descendente do trifoliata, o porta-enxerto citrangeiro ‘Carrizo’ também apresenta incompatibilidade com copas de laranjeira ‘Pêra’, tangor ‘Murcott’ e limões verdadeiros (CASTLE, et al., 1993; POMPEU JÚNIOR, 1991).

Trifoliatas (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) var. ‘FCAV’, ‘Rubidoux’ e ‘Flying Dragon’

O gênero *Poncirus* difere em muitos aspectos do gênero *Citrus*. Contudo, hibridiza facilmente com diversas espécies cítricas. O trifoliata é um dos porta-enxertos de maior utilização na citricultura mundial, em função de certas peculiaridades induzidas por esta espécie às combinações copa/porta-enxerto de que participa, tais como porte anão, tolerância à gomose de *Phytophthora*, tolerância ao vírus da tristeza e a nematóides, e produção de frutos de excelente qualidade, embora com baixa produtividade por árvore e baixa tolerância à deficiência hídrica (CASTLE et al., 1993). O trifoliata é incompatível com copas de laranja ‘Pêra’, limões verdadeiros e tangor ‘Murcott’ (CASTLE et al., 1993; POMPEU JÚNIOR, 1991).

Apresenta uma alta resistência ao frio. É suscetível à exocorte e ao declínio (BERETTA et al., 1994) e tolerante à morte súbita (BASSANEZI et al., 2003). Este porta-enxerto destaca-se pela alta qualidade conferida aos frutos das copas enxertadas, com um alto conteúdo de sólidos solúveis totais no suco e boa qualidade de casca (BORDIGNON et al., 2003). O *Poncirus trifoliata* produz um diâmetro de tronco maior que o da variedade que nele está enxertada. Como porta-enxerto, o trifoliata geralmente produz plantas com crescimento mais lento. Os ciclos

vegetativos são mais definidos: as copas entram em repouso mais rapidamente no final do outono e retomam o crescimento mais lentamente no final do inverno.

Contudo, existem seleções de trifoliata que, de fato, induzem tamanhos menores às copas. Entre eles, o porta-enxerto *P. trifoliata* (L.) Raf. ‘Rubidoux’, é um genótipo muito usado no Japão, Uruguai e em países de clima temperado, sendo indicado para combinações com laranjas, limas ácidas e tangerinas.

Outro clone de trifoliata, chamado ‘Flying Dragon’ (*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa*), originado no Japão, reduz o porte das copas para 50% ou menos do tamanho normal, permitindo um maior número de árvores por área, com conseqüente aumento na produção. Seus numerosos espinhos curvos e brotações tortuosas são muito característicos. Apresenta baixa taxa de poliembrionia nucelar, devendo-se selecionar cuidadosamente as plântulas após a emergência. O trifoliata ‘Flying Dragon’ tem sido utilizado de forma crescente no Brasil na produção de lima ácida ‘Tahiti’ (STUCHI; SILVA, 2005).

A seleção de trifoliata ‘FCAV’ foi obtida pelo Professor Luiz Carlos Donadio na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal (STUCHI, 2009).²

Plantas enxertadas em *P. trifoliata* são muito suscetíveis à deficiência hídrica. Em outros países seu cultivo ocorre geralmente com irrigação complementar. No Brasil, entretanto, há regiões como no Sul do país e pomares individuais em outras regiões, que utilizam este porta-enxerto sem irrigação com resultados satisfatórios. A susceptibilidade à deficiência hídrica pode ser favorável por evitar brotações contínuas, que atraem mais pragas e são mais sujeitas às geadas, e por induzir safras mais tardias, além de contribuir para a redução do tamanho da copa a níveis de manejo e colheita mais fáceis.

A produtividade de plantas em trifoliata é proporcional ao seu tamanho. Assim, é preciso aumentar a densidade de plantio para se obter altas produções por área. Obtêm-se desta forma boas produtividades, com plantas de manejo e colheita mais fáceis. Em anos de estresse hídrico ou em solos muito arenosos pode haver oscilações na produção. Plantas enxertadas em trifoliata entram em produção a partir de 2 ou 3 anos no pomar, com produções comerciais a partir dos 4 anos de idade (CITROLIMA, 2005).

² STUCHI, E, Comunicação pessoal.

Passos; Cunha Sobrinho e Coelho (1973) relataram resultados negativos obtidos no Estado da Bahia com o trifoliata, em competição com porta-enxertos tradicionais para copas de laranja doce. No entanto, híbridos de *P. trifoliata* com as tangerineiras ‘Cleópatra’ e ‘Sunki’, mostraram comportamento comparável ao do limoeiro ‘Cravo’ e de outros porta-enxertos convencionais, quando enxertados com laranjeira ‘Hamlin’ (CUNHA SOBRINHO; PASSOS; SOARES FILHO, 1986).

Em estudo de espaçamentos para limeira ácida ‘Tahiti’ sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ em Bebedouro, SP, Stuchi; Donadio e Sempionato (2003) observaram maior produtividade nos plantios mais adensados. Em pomares irrigados de ‘Tahiti’ sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ foi constatado um forte incremento na produtividade e o deslocamento parcial da produção para o segundo semestre, garantindo melhores preços na entressafra (STUCHI; SILVA, 2005).

Citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’ (HRS 801)

Os citrandarins são híbridos de microtangerinas com *Poncirus trifoliata* e constituem uma nova geração de porta-enxertos, a qual pretende reunir as vantagens apresentadas pelas tangerinas, como a menor susceptibilidade ao declínio; às dos trifoliatas, como a imunidade à tristeza e ao nematóide dos citros, grande resistência à gomose de *Phytophthora*, com poder ananicante capaz de induzir à formação de plantas compactas e produtivas (BLUMER; POMPEU JÚNIOR, 2005).

Como as laranjeiras enxertadas sobre as tangerineiras ‘Cleópatra’ e ‘Sunki’ e *Poncirus trifoliata* não são afetadas pela morte súbita dos citros, a expectativa é que pelo menos alguns dos citrandarins venham mostrar tolerância a essa doença. Como a irrigação é prática rotineira na maioria dos países citrícolas, a tolerância à deficiência hídrica não é um atributo exigido dos porta-enxertos, sendo este o principal limitante à adoção desses porta-enxertos em São Paulo (BLUMER; POMPEU JÚNIOR, 2005).

Parte dos citrandarins produzidos pelo United States Horticultural Research Laboratory, em Fort Pierce, na Flórida, já foram avaliados em São Paulo. Os resultados mostraram que os mais promissores são citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’ e ‘Sunki’ x ‘Benecke’. Ambos são tolerantes à tristeza e ao declínio, e apresentam boa resistência à gomose de *Phytophthora* e ao nematóide dos citros. Induziram a laranjeira ‘Valência’ às maiores produções de frutos e maiores teores de sólidos solúveis que os obtidos com o trifoliata ‘Davis A’ (POMPEU JÚNIOR;

BLUMER, LARANJEIRA, 2002a; POMPEU JÚNIOR; LARANJEIRA, BLUMER, 2002b). O citrandarin ‘Sunki’ x ‘Benecke’ vem sendo recomendado na Flórida desde 2001 sob a sigla US-812 (BLUMER; POMPEU JÚNIOR, 2005).

Na avaliação do desempenho de híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranja ‘Valência’, Pompeu Júnior; Laranjeira e Blumer (2002b) relataram que o citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’ conferiu maior altura e diâmetro às copas, seguido dos híbridos limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’ A e B. Na Flórida, Castle et al. (2004) avaliaram diversos porta-enxertos para limeira ácida ‘Tahiti’, e observaram bom desempenho nas árvores enxertadas sobre o citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’.

Híbrido limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’ (HRS 827)

Este híbrido foi desenvolvido pelo United States Horticultural Research Laboratory, em Fort Pierce, na Flórida, sob a denominação HRS 827. No Brasil foi introduzido por POMPEU JÚNIOR em 1982 e as sementes deste híbrido deram origem a dois grupos de plântulas, visualmente diferentes, que foram denominados de A e B (POMPEU JÚNIOR; LARANJEIRA; BLUMER, 2002b). Em avaliação de vários híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranja ‘Valência’, ambos os híbridos limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’ A e B apresentaram produções semelhantes e alternância de produção e se posicionaram em quarto e quinto lugares quanto a produção em um período de 5 anos (POMPEU JÚNIOR; LARANJEIRA; BLUMER, 2002b).

Na obtenção de híbridos de limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’ se pretende associar as características favoráveis que estão presentes nos dois genitores, em termos de resistência à deficiência hídrica e precocidade produtiva do limoeiro ‘Cravo’ e a resistência à morte súbita dos citros e ao vírus da tristeza dos citros do citrumeleiro ‘Swingle’.

2.5.3 Sítio experimental

Três experimentos foram instalados na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), localizada no quilômetro 384 da Rodovia Brigadeiro Faria Lima, no Estado de São Paulo, Brasil. A Estação Experimental ocupa uma área de 112 hectares, e tem latitude de 20° 53’ 16’’S e longitude de 48° 28’ 11’’W e está a 680 m de altitude (EECB, 2008).

O clima predominante da região é subtropical, com inverno moderado e seco e verão

quente e chuvoso, correspondente a Cwa na classificação de Köppen. Os registros climatológicos coletados na estação indicam que, entre 1983 e 2004, a precipitação anual média foi de 1.560,1 mm. A média das temperaturas máximas entre 1989 e 2004 foi de 30,8°C, e a média das temperaturas mínimas no mesmo período foi de 16,8°C (EECB, 2008).

O solo predominante na Estação Experimental e, em particular nos lotes experimentais, é o Latossolo-Vermelho Distrófico típico (LV1 e LV2), com predominância de texturas médias, ocupando 93,5% da área total. Os solos de tipo argissolo vermelho-amarelo distrófico (PVA) ocupam o 6,2% da área, e o 0,3% restante é ocupado por latossolos vermelho-amarelos distróficos (LVA) (EECB, 2008).

2.5.4 Descrição dos experimentos

Todos os experimentos foram conduzidos com os tratos culturais recomendados para as culturas comerciais de citros, segundo a espécie em questão (MATTTOS JÚNIOR et al., 2005).

Experimento 1: Avaliação horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre doze porta-enxertos

O desempenho de um clone de laranjeira ‘Folha Murcha’ pré-imunizado contra a tristeza dos citros foi estudado sobre os seguintes porta-enxertos: (1) citrangeiro ‘Carrizo’ (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* (L.) Osbeck); (2) híbrido limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osbeck) x citrumeleiro ‘Swingle’ (*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. paradisi* Macfad.); (3) tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ (*C. reticulata* Blanco); (4) trifoliata ‘Rubidoux’ (*P. trifoliata* (L.) Raf. seleção ‘Rubidoux’); (5) citrandarin ‘Changsha’ (*C. reticulata* Blanco) x *P. trifoliata* seleção ‘English Small’; (6) limoeiro ‘Cravo Limeira’ (*C. limonia* Osbeck); (7) citrumeleiro ‘Swingle’ (*P. trifoliata* (L.) Raf. x *Citrus paradisi* Macfad.); (8) tangeleiro ‘Orlando’ (*C. reticulata* Blanco x *C. paradisi* Macfad.); (9) trifoliata ‘FCAV’ (*P. trifoliata* (L.) Raf. seleção ‘FCAV’); (10) trifoliata ‘Flying Dragon’ (*P. trifoliata* var. *monstrosa*); (11) tangerineira ‘Sunki’ (*C. sunki* (Hayata) Hort. Ex Tanaka); (12) limoeiro ‘Cravo FCAV’ (*C. limonia* Osbeck).

O plantio do pomar experimental foi realizado em fevereiro de 2001, com espaçamento de 7 x 4 m (357 plantas/hectare), ocupando uma área de 4.032 m². O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 12 tratamentos (porta-enxertos), cinco repetições e duas plantas por parcela, em um total de 144 plantas úteis. O experimento foi conduzido sem irrigação.

Experimento 2: Avaliação horticultural da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos

O desempenho do clone da limeira ácida ‘Tahiti’ IAC-5-1 pré-imunizado contra a tristeza dos citros foi estudado sobre os mesmos doze porta-enxertos considerados no experimento da laranjeira ‘Folha Murcha’.

O lote experimental foi estabelecido em fevereiro de 2001, com espaçamento de 8 x 5 m (250 plantas/hectare), ocupando uma área de 2.880 m². O número total de plantas sob avaliação foi de 72 plantas úteis. O experimento foi conduzido sem irrigação. O delineamento do experimento foi em blocos ao acaso, com seis repetições e uma planta por parcela.

Experimento 3: Avaliação horticultural da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos

O desempenho do clone da tangerineira ‘Satsuma’ cultivar ‘Okitsu’ foi estudado sobre os mesmos doze porta-enxertos considerados nos experimentos anteriores.

A área experimental foi plantada em fevereiro de 2001, com espaçamento de 6 x 3 m (555 plantas/hectare), ocupando uma área de 1.944 m². O número total de plantas sob avaliação foi de 108. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições e três plantas por parcela.

O experimento foi conduzido sem irrigação até abril de 2006. Em cada filera foi instalada uma linha dupla de gotejadores, com emissores de 4,6 L/h de vazão espaçados a 0,75 m em cada linha. Em 2006 a irrigação foi interrompida no mês de junho, visando aplicar estresse hídrico para estimular o florescimento. A irrigação manteve-se suspensa até meados de agosto de 2007, quando o experimento passou a ser irrigado sem interrupções. A safra colhida em 2007 foi produzida sob condições de sequeiro, portanto foi a última a ser considerada no período não irrigado. A safra colhida em 2008 foi produzida sob irrigação e não foi incluída nas análises dos anos anteriores.

2.5.5 Variáveis avaliadas

Em cada uma dos três experimentos foram realizadas três avaliações consecutivas, correspondentes às safras de 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008. Os registros históricos das avaliações anteriores conduzidas em cada experimento também foram considerados nas análises dos dados. No experimento da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ foram consideradas as

avaliações realizadas apenas durante o período não irrigado (2003 a 2007). As variáveis avaliadas são descritas a seguir.

Desenvolvimento vegetativo

O desenvolvimento vegetativo das três espécies foi avaliado no primeiro semestre de cada ano. De cada árvore em estudo foram medidas a altura, utilizando uma régua graduada em centímetros, tomada desde o solo até o topo da planta e o diâmetro da copa, medido no sentido paralelo e perpendicular à linha de plantio e calculada a média. O volume da copa foi calculado segundo Zekri (2000), mediante a expressão:

$$VC = \pi * 2/3 * [((L_1 + L_2)/2)^2 * 4] * A$$

Em que: VC = volume copa (m³); L₁ = largura da árvore perpendicular à fileira (m); L₂ = largura da árvore longitudinal à fileira (m), e A = altura da árvore (m).

Produção

A produção foi avaliada em todos os experimentos pela colheita e pesagem dos frutos de cada parcela. Considerando-se os registros históricos disponíveis, foi calculada a produção acumulada de cada lote experimental. Para cada combinação copa/porta-enxerto também foram estudadas outras variáveis associadas à produção, como precocidade de entrada em produção, precocidade de maturação dos frutos, eficiência produtiva e alternância produtiva. A precocidade de entrada em produção foi estimada a partir da percentagem da produção total acumulada que foi colhida nas primeiras duas safras comerciais. A precocidade de maturação dos frutos foi estimada a partir da distribuição porcentual da colheita ao longo do ano, para cada uma das três copas em estudo. O Índice de Alternância Produtiva (IAP) foi calculado segundo a expressão definida por Pearce e Dobersek-Urbanc (1967):

$$IAP = \frac{1}{n-1} \left\{ \frac{|a_2 - a_1|}{a_2 + a_1} + \frac{|a_3 - a_2|}{a_3 + a_2} + \dots + \frac{|a_n - a_{n-1}|}{a_n + a_{n-1}} \right\}$$

Na equação, n representa o número de anos e $a_1, a_2... a_{n-1}, a_n$ são as produções dos anos correspondentes. Esta expressão permite calcular a redução observada na produção do pomar depois de um ano de alto rendimento, que se repete em forma cíclica e implica na diminuição no retorno do produtor, pelo baixo do potencial produtivo do pomar. O valor do índice IAP pode variar entre 0 e 1; quanto mais próximo de zero, menor é a alternância produtiva entre anos. Neste estudo, o índice IAP foi calculado para cada copa, considerando-se os registros históricos de produção.

A eficiência produtiva (EP) foi estimada a partir dos quilos de frutos colhidos por unidade de volume de copa de cada parcela experimental pela expressão:

$$EP = \frac{\text{Produção (quilos/parcela)}}{\text{Volume de copa (m}^3\text{/parcela)}}$$

Adicionalmente, para cada cultivar copa foi analisada a relação entre a EP e o volume de copa (VC) através de uma análise de regressão linear simples, visando estudar a influência dos porta-enxertos sobre ambas as variáveis.

Qualidade externa e interna dos frutos

A qualidade dos frutos foi analisada próxima à colheita principal de cada cultivar copa, avaliando-se as características físicas e químicas dos frutos. Todas as análises de frutos foram realizadas nos laboratórios da EECB, em Bebedouro, SP, onde foram avaliados os atributos da qualidade externa dos frutos (massa, diâmetro e altura) e os atributos associados à qualidade interna dos frutos, a seguir: o teor dos sólidos solúveis totais (SST), determinado por meio de leitura direta em refratômetro digital (Atago), com os valores corrigidos para 20°C e expressos em graus Brix ; a acidez total titulável (ATT), obtida por titulação com hidróxido de sódio 0,3125 N, expressa em porcentagem de ácido cítrico; o *ratio*, ou índice de maturação, que é a razão aritmética entre os sólidos solúveis totais e a acidez; o rendimento em suco (RS), a partir relação entre a massa do suco e a massa dos frutos e expresso em porcentagem (m/m), e o índice tecnológico (IT), expresso em kg de sólidos solúveis totais por caixa (kg SST caixa⁻¹) e calculado pela expressão: $IT = [RS \times SST \times 40,8] \times 10.000^{-1}$, onde o valor de 40,8 kg corresponde à da caixa-padrão industrial de citros (STUCHI et al., 2004).

Para laranja 'Folha Murcha' e tangerineira 'Satsuma' cv. 'Okitsu' foram consideradas

as variáveis RS, SST, ATT, IT e *ratio* como descritoras da qualidade interna dos frutos. Nesses frutos, valores de *ratio* entre 9,5 a 10,0 °Brix são os índices de maturação mínimos aceitáveis para as regiões Sul e Sudeste do Brasil, segundo as normas estabelecidas para pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP, 2009). Já para limas ácidas, o valor de *ratio* não é um índice de maturação adequado, desde que as variações no teor de acidez destes frutos ao longo da maturação são pouco significativas (HATTON; REEDER; CHEF, 1983; BOSQUEZ-MOLINA et al., 2004).

Em 2006, foi avaliada a evolução da maturação dos frutos de laranjeira ‘Folha Murcha’ nos diferentes porta-enxertos, em cinco datas: 28 de setembro, 19 de outubro, 3 de novembro, 24 de novembro e 18 de dezembro. Adicionalmente, no mesmo experimento, foram feitas avaliações visando caracterizar a redução do tamanho dos frutos devido à incidência da CVC, para cada porta-enxerto. Para isto, em 29 de outubro de 2008 foi medido o diâmetro individual dos frutos em uma amostra total de 300 frutos por porta-enxerto, sendo depois classificados em três classes de diâmetro: (i) inferior a 50 mm; (ii) entre 50 e 60 mm, e (iii) superior a 60 mm. Esta classificação foi baseada nas categorias de tamanho propostas por Laranjeira e Pompeu Júnior (2002) e Pria Júnior et al. (2002), que avaliaram a redução no tamanho dos frutos em variedades de laranja doce afetadas por CVC.

Para caracterização do efeito dos porta-enxertos sobre a qualidade dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’, foi conduzida uma avaliação específica de coloração e tamanho de frutos. Em 2007, foram realizadas avaliações da coloração externa dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’, utilizando-se um colorímetro Minolta modelo CR-300 (coeficientes de calibração: $x=0,3136$, $y=0,3212$, $Y=93,6$), sob o iluminante D65 (luz do dia incluindo a radiação UV). Na primeira análise colorimétrica da fruta da limeira ácida ‘Tahiti’, realizada antes da colheita principal do lote experimental, foram colhidos os frutos das árvores das bordaduras da área experimental, plantadas com os porta-enxertos ‘Flying Dragon’ e tangeleiro ‘Orlando’. Em 2 de março de 2007, foi colhida a fruta com qualidade comercial de cada um dos porta-enxertos, sendo levada para classificação no *packing-house* da empresa Itacitros, em Itajobi, SP, no mesmo dia. A classificação foi realizada visualmente por duas operárias treinadas, e baseou-se na observação da coloração e aspecto externo da casca e no tamanho dos frutos. Os frutos foram classificados em duas categorias: mercado interno e exportação.

Da fração dos frutos classificados como exportáveis foi medida a coloração da casca, em 3 de março de 2007. Em cada fruto foram realizadas duas leituras em lados opostos, na região equatorial. Nesta primeira avaliação colorimétrica utilizou-se o espaço de cor L^* , a^* , b^* ou CIELAB, definido pela CIE em 1976. Aplicando-se os critérios de classificação subjetiva da fruta de exportação da limeira ácida ‘Tahiti’ baseada na coloração externa da casca, os frutos aptos para exportação deveriam apresentar valores altos de L^* (casca escura) e valores mais negativos dos coeficientes a^* (mais verde) e b^* (menos amarelo).

Na mesma avaliação de 3 de março também foram medidos os frutos de uma caixa de exportação de calibre 54 (51 a 54 mm de diâmetro), colhidos apenas do porta-enxerto ‘Flying Dragon’, que serviram como referência inicial para a quantificação da coloração dos frutos aptos para exportação.

A segunda análise colorimétrica foi realizada entre dias 12 e 14 de março de 2007. A fruta colhida em 12 de março dos doze porta-enxertos foi levada no mesmo dia ao *packing-house* da empresa Itacitros, em Itajobi, SP, onde foi classificada na linha de processamento em três categorias (frutos miúdos, frutos graúdos e frutos exportáveis). Da fruta classificada como exportável, tomou-se uma amostra composta por 30 frutos, escolhidos aleatoriamente de cada um de três blocos por porta-enxerto, totalizando 90 frutos por porta-enxerto. A coloração da casca desses frutos foi medida com colorímetro, seguindo o mesmo procedimento usado na primeira análise colorimétrica. No entanto, nesta segunda avaliação empregou-se o espaço de cor L^* , C^* , h^* , para medição da coloração da casca dos frutos de limeira ácida ‘Tahiti’.

Adicionalmente, foi medido o diâmetro dos frutos avaliados por colorimetria, utilizando um paquímetro com precisão de 0,01 cm, com o objetivo de acrescentar informação sobre o efeito dos distintos porta-enxertos na distribuição de calibres da fruta exportável. Para a classificação da fruta nos distintos calibres, foi considerada a escala utilizada no *packing house*, que relaciona o calibre com o diâmetro do fruto (Tabela 1). Frutos das categorias de baixo calibre (<46,5 mm) e acima de calibre (>60,0 mm) não são exportados.

Tabela 1 - Escala utilizada no packing house da empresa Itacitros, em Itajobi, SP, para definir o calibre segundo o diâmetro dos frutos da lima ácida ‘Tahiti’

Categoria de calibre	Diâmetro do fruto (mm)
Calibre 64	46,5 a 48,0
Calibre 60	49,0 a 50,0
Calibre 54	51,0 a 54,0
Calibre 48	55,0 a 57,0
Calibre 42	58,0 a 60,0

Fonte: Itacitros (2007³).

Tolerância à deficiência hídrica

Para os dois experimentos não irrigados, da laranjeira ‘Folha Murcha’ e da limeira ácida ‘Tahiti’, as avaliações de tolerância à deficiência hídrica foram realizadas durante as primeiras horas da manhã, durante o segundo semestre de cada ano, em pleno período de estiagem. Para isso, foram utilizadas duas metodologias: (i) apreciação visual do grau de estresse hídrico das copas, de acordo com a escala subjetiva proposta por Figueiredo et al. (2002), com notas de 1 a 3 (nota 1 = menor tolerância à deficiência hídrica; nota 2 = tolerância média à deficiência hídrica; nota 3 = maior tolerância à deficiência hídrica), avaliada durante três anos no período de maior intensidade de estresse hídrico (17 de agosto de 2006, 30 de agosto de 2007 e 27 de agosto de 2008); (ii) medição da coloração das folhas com um colorímetro, visando quantificar o grau de tolerância dos porta-enxertos à deficiência hídrica e complementar a avaliação visual. As avaliações colorimétricas foram realizadas em 14 de setembro de 2007 e 29 de agosto de 2008. No experimento da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, foi realizada apenas uma avaliação visual da tolerância à seca, em 17 de agosto 2006, em decorrência do início da irrigação deste experimento a partir de 2007.

Para as avaliações, foi utilizado um colorímetro marca Minolta modelo CR-300 (coeficientes de calibração: $x=0,3136$, $y=0,3212$, $Y=93,6$), sob o iluminante D65 (luz do dia incluindo a radiação UV). Os resultados obtidos na avaliação da coloração das folhas foram comparados com os resultados da avaliação visual da tolerância à deficiência hídrica, visando melhor investigar os efeitos dos distintos porta-enxertos na tolerância das copas ao estresse hídrico.

³ ITACITROS, 2007. Comunicação pessoal.

A avaliação da coloração das folhas foi planejada a partir do trabalho de Deidda et al. (1996) conduzido na Itália, no qual foram relacionadas as variáveis colorimétricas XYZ definidas em 1931 pela CIE, com o estado hídrico de plantas de *Citrus macrophylla* e *Citrus sinensis* cv. ‘Washington Navel’, cultivadas em vasos. No estudo de Deidda et al. (1996), constatou-se que a ocorrência de estresse hídrico nas folhas, avaliada pela queda no potencial hídrico das folhas, estaria associada com um aumento no fator de luminosidade (Y), o que indica uma mudança da cor de verde para o amarelo, e com um aumento na cromaticidade (xy) e no valor do Índice Colorimétrico (IC).

Na primeira avaliação da cor de folhas da laranjeira ‘Folha Murcha’, em 14 de setembro de 2007, foram considerados os seguintes porta-enxertos: híbridos ‘Cravo’ x ‘Swingle’ e ‘Changsha’ x ‘English Small’; trifoliatas ‘Rubidoux’, ‘FCAV’ e ‘Flying Dragon’; limoeiros ‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’, citrumeleiro ‘Swingle’ e tangerineiras ‘Sun Chu Sha Kat’ e ‘Sunki’. Estes porta-enxertos foram escolhidos por serem considerados de maior interesse em uma avaliação quantitativa preliminar da tolerância à deficiência hídrica da laranjeira ‘Folha Murcha’ (STUCHI, E., informação pessoal)⁴. Para cada porta-enxerto foram amostradas quatro folhas, que foram coletadas de uma planta por parcela em cada direção cardinal, a uma altura média de 1,60 m, apanhadas do terço superior dos ramos da última brotação. No total, foram medidas 20 folhas por porta-enxerto. As folhas foram imediatamente colocadas em sacos de polietileno, que foram fechados, acondicionados em caixa de isopor e levados ao Laboratório de Análises Tecnológicas de Frutos da EECB. As folhas foram limpas com um pano seco para retirada da poeira superficial e, em seguida avaliadas com o Colorímetro Minolta CR-300, registrando-se os valores das variáveis colorimétricas. A medição foi feita localizando o sensor ótico no centro da folha, em uma zona de coloração uniforme.

Já na segunda avaliação de cor de folhas, realizada em 29 de agosto 2008, foram medidas as variáveis colorimétricas L^* , a^* , b^* , C , e h° (escala CIE L^* , C^* , h^*) nos doze porta-enxertos, utilizando a mesma metodologia de amostragem de 2007. Em 2008, as avaliações colorimétricas foram realizadas com auxílio do software de colorimetria On Color QC (Minolta), que permitiu a obtenção simultânea de todas as variáveis colorimétricas para todas as copas, salvando os valores diretamente no computador para posterior análise, o que facilitou consideravelmente todas as

⁴ STUCHI, E.S. EMBRAPA/Estação Experimental de Citricultura.

avaliações de cor.

Nas mesmas datas que no experimento da laranjeira ‘Folha Murcha’ (14 de setembro de 2007 e em 29 de agosto 2008), também foi avaliado o efeito dos porta-enxertos sobre a tolerância à deficiência hídrica da limeira ácida ‘Tahiti’ através da coloração das folhas, medida com um colorímetro. Para avaliação preliminar da cor das folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ em 2007 foram considerados os seguintes porta-enxertos: citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’, citrumeleiro ‘Swingle’, trifoliatas ‘Rubidoux’, ‘FCAV’ e ‘Flying Dragon’, tangerineira ‘Sunki’ e limoeiros ‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’. Esses porta-enxertos foram selecionados por serem considerados de maior interesse em uma avaliação quantitativa preliminar da tolerância à deficiência hídrica desta copa (STUCHI, E., informação pessoal⁵). A utilização do software de colorimetria On Color QC em 2008 possibilitou a medição das variáveis colorimétricas L^* , a^* , b^* , C , e h° em todos os porta-enxertos.

Clorose Variegada dos Citros na laranjeira ‘Folha Murcha’

A severidade da CVC foi avaliada no primeiro semestre de cada ano pela observação dos sintomas na copa das árvores, de acordo com uma escala subjetiva de quatro notas proposta por Salva; Roberto e Carlos (1995): (0) copa sem sintomas visíveis da doença; (1) uma folha até um ramo da copa com sintomas; (2) mais de um ramo até metade da copa com sintomas e (3) dois ou mais ramos afetados e frutos com sintomas da doença.

Para esclarecer o efeito do porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ na susceptibilidade das copas de laranja doce à CVC, foi realizada uma avaliação adicional da severidade da CVC em 2008. Para isto, utilizou-se um lote experimental na mesma EECB, em Bebedouro, que foi plantado em 1994 com 3 copas de laranja doce (‘Natal’, ‘Valência’ e ‘Hamlin’) enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, com irrigação suplementar. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três tratamentos (copas), 6 repetições e 8 plantas por parcela. A avaliação da severidade da CVC neste lote foi realizada em 25 de outubro de 2008, pouco antes da colheita do lote, permitindo observar eventuais danos da CVC associados à ocorrência de frutos miúdos e endurecidos. No mesmo dia foi observado no experimento da laranjeira Folha Murcha sem irrigação, o comprimento dos brotos nas plantas enxertadas sobre ‘Flying Dragon’ e limão ‘Cravo

⁵ STUCHI, E.S. EMBRAPA/Estação Experimental de Citricultura.

Limeira’.

A relação entre a incidência de CVC e a produção de laranjeira ‘Folha Murcha’ foi analisada a partir dos dados coletados no triênio 2006 a 2008. Foi utilizado um modelo de regressão polinomial, sendo definida a produção como a variável dependente e a nota de CVC, os anos e os porta-enxertos como variáveis independentes. Em 2008, o efeito da CVC sobre a produção de laranjeira ‘Folha Murcha’ para cada porta-enxerto também foi avaliado pela redução no tamanho dos frutos, que foi estimada a partir da percentagem de frutos com diâmetro equatorial inferior a 50 mm, efeito característico de CVC nos frutos de laranja doce e que impede sua comercialização.

Definhamento de árvores da limeira ácida ‘Tahiti’

O grau de definhamento de árvores devido à gomose de *Phytophthora* foi avaliado na limeira ácida ‘Tahiti’, sendo contabilizado o número de falhas ocorridas em cada porta-enxerto entre 2003 e 2008, ou seja, entre o segundo e o sétimo ano do plantio.

Em 31 de julho de 2008 foi realizada uma inspeção das plantas com definhamento sobre os porta-enxertos híbrido limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’, citrandarin ‘Changsha’ x *P. trifoliata* cv. ‘English Small’ e trifoliata ‘FCAV’, retirando-se parte da casca do tronco na região da enxertia para visualizar possíveis causas do definhamento dessas árvores.

2.5.6 Análises Estatísticas

O programa SAS foi utilizado para execução das análises estatísticas dos dados. As variáveis que satisfizeram os supostos de normalidade dos erros e heterogeneidade das variâncias foram analisadas utilizando o teste de Fisher, sendo as médias separadas pelo teste de Tukey (PIMENTEL-GOMES, 2000). No entanto, as variáveis que não cumpriram com os supostos da análise da variância, como no caso das variáveis de natureza ordinal (notas da avaliação visual de CVC e tolerância à deficiência hídrica), foram analisadas pelo teste não paramétrico de Friedman e pelo teste de Tukey-Kramer para separação das médias (CAMPOS, 1983; CENTRO DE INFORMÁTICA NA AGRICULTURA, CIAGRI, 2008). Em todas as análises, foi considerado o nível de significância de 5%.

O método estatístico multivariado de análise de agrupamentos foi aplicado em cada espécie-copa avaliada, visando classificar os porta-enxertos em grupos de maior similaridade

com base ao desempenho horticultural geral de cada um deles. Para isso, de cada copa avaliada foram consideradas apenas as variáveis sobre as quais foi previamente comprovado um efeito significativo dos porta-enxertos. Utilizou-se a análise de agrupamento hierárquico das médias estandardizadas dessas variáveis, através do algoritmo de agrupamento baseado na ‘distância do vizinho mais próximo’, que foi representado graficamente por um dendrograma (MANLY, 2008).

Para laranjeira ‘Folha Murcha’ o conjunto de dados multivariados foi construído considerando as medias padronizadas das seguintes variáveis: produção acumulada entre 2004 e 2008; porcentagem da produção acumulada colhida até o quarto ano após plantio (2005); IAP no período 2004-2008; EP e variação do volume de copa no período 2006-2008; nota média da avaliação de tolerância à deficiência hídrica no período 2006-2008; massa, diâmetro, altura, RS, ATT, SST, *ratio* e IT dos frutos no período 2006-2008.

Para limeira ácida ‘Tahiti’ foram consideradas as seguintes variáveis para análise multivariada: produção acumulada entre 2003 e 2008; porcentagem da produção acumulada colhida até o terceiro ano após plantio (2004); porcentagem de frutos exportáveis; IAP no período 2003-2008; porcentagem da produção acumulada colhida no segundo semestre; EP e variação do volume de copa no período 2006-2008; nota média da avaliação de tolerância à deficiência hídrica no período 2006-2008; massa, diâmetro, ATT e SST dos frutos no período 2006-2008.

Para tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ o conjunto de dados multivariado incluiu as seguintes variáveis: produção acumulada entre 2003 e 2007; porcentagem da produção acumulada colhida até o terceiro ano após plantio (2004); porcentagem da produção anual colhida na primeira colheita; IAP no período 2003-2008; EP e variação do volume de copa no período 2006-2008; massa, diâmetro, ATT e SST dos frutos no período 2006-2008.

2.6 Resultados

2.6.1 Desenvolvimento vegetativo

O volume de copa foi calculado entre 2006 e 2008 para laranjeira ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’, e entre 2006 e 2007 para tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos (Tabela 2).

Nas três cultivares avaliadas, os resultados apontam um maior volume de copa nas árvores enxertadas sobre tangeleiro ‘Orlando’. Outros porta-enxertos que também conferiram vigor às cultivares copa avaliadas foram tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ e citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’. O trifoliata ‘Rubidoux’ induziu maior tamanho às copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, porém nas copas de limeira ácida ‘Tahiti’ induziu reduzido volume de copa.

Por outro lado, o menor volume de copa foi observado nas árvores enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, efeito este consistente para as três cultivares copa estudadas. Outro porta-enxerto que também conferiu menor crescimento vegetativo foi o trifoliata ‘FCAV’, embora este efeito tenha sido observado apenas para as copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ (Tabela 2). Na laranjeira ‘Folha Murcha’, os porta-enxertos citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’ e limoeiro ‘Cravo FCAV’ conferiram às copas um volume similar ao daquelas sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’ (Tabela 2). Em limeira ácida ‘Tahiti’, os porta-enxertos ‘Sunki’, ‘Sun Chu Sha Kat’, híbrido ‘Cravo’ x ‘Swingle’ e citrumeleiro ‘Swingle’, conferiram um vigor de copa similar ao das plantas sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’. Em tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, as árvores sobre tangerineira ‘Sunki’, limoeiro ‘Cravo FCAV’, híbrido ‘Cravo’ x ‘Swingle’ e citrumeleiro ‘Swingle’ conferiram um volume de copas similar ao induzido pelo limoeiro ‘Cravo Limeira’.

Tabela 2 – Volume de copa médio em plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos, no período 2006-2008

Porta-enxerto	Volume da copa		
	Laranjeira ‘Folha Murcha’ *	Limeira ácida ‘Tahiti’	Tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ *
	$m^3 planta^{-1}$		
Tangeleiro ‘Orlando’	24,46 a	48,55 a	17,07 a
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	22,48 ab	36,87 abc	13,66 abc
Trifoliata ‘Rubidoux’	20,64 abc	23,22 cd	13,94 abc
Citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	16,35 bcde	42,58 ab	14,91 abc
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	16,35 bcde	43,75 ab	11,47 bcd
Tangerineira ‘Sunki’	18,97 abcd	37,42 abc	10,47 bcd
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	14,63 cdef	37,37 abc	10,75 bcd
Citrangeiro ‘Carrizo’	12,16 def	43,53 ab	14,83 abc
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	12,38 def	36,29 abc	11,06 bcd
Citrumeleiro ‘Swingle’	11,18 ef	37,11 abc	12,04 bcd
Trifoliata ‘FCAV’	8,09 fg	31,25 bc	8,67 d
Trifoliata ‘Flying Dragon’	2,83 g	9,52 d	2,25 e
CV (%)	20,85	21,21	8,47
Valor P	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey). * Os dados correspondem ao período 2006-2007 e foram transformados ($\hat{y} = \log_{10} y$).

2.6.2 Produção

Nos experimentos da laranjeira ‘Folha Murcha’ e da limeira ácida ‘Tahiti’ foi calculada a produção acumulada até 2008 (sétimo ano do plantio), a partir dos dados históricos de colheita dos lotes experimentais. Para o experimento da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ foi calculada a produção acumulada até 2007 (sexto ano do plantio), correspondente ao período não irrigado (Tabela 3).

Tabela 3 - Produção acumulada da laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2003-2008

Porta-enxerto	Copa		
	Laranjeira ‘Folha Murcha’ *	Limeira ácida ‘Tahiti’ *	Tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ **
	Produção acumulada		
	----- ton ha ⁻¹ -----		
Trifoliata ‘Rubidoux’	70,27 a	67,31 bc	117,52 a
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	61,47 ab	124,80 a	98,66 ab
Citrândarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	54,50 abc	104,68 ab	114,70 a
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	51,34 abc	103,31 ab	76,52 abc
Citrumeleiro ‘Swingle’	60,62 ab	61,96 bcd	85,74 ab
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	49,09 abc	111,75 a	98,36 ab
Citrangêiro ‘Carrizo’	47,53 abc	81,58 abc	69,40 abcd
Trifoliata ‘FCAV’	46,02 abc	85,66 abc	84,61 ab
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	57,20 abc	51,12 cd	57,40 bcd
Tangerineira ‘Sunki’	54,75 abc	81,97 abc	43,83 cd
Tangeleiro ‘Orlando’	41,38 c	56,72 bcd	78,52 abc
Trifoliata ‘Flying Dragon’	20,33 d	38,75 d	35,82 d
CV (%)	4,72	6,87	4,08
Valor P	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey). * Os dados originais foram transformados ($\hat{y} = \log_{10} y$). ** Produção acumulada no período 2003 a 2007; os dados originais foram transformados ($\hat{y} = y^{0,2}$).

Nas condições experimentais, as árvores de laranjeira ‘Folha Murcha’ enxertadas sobre trifoliata ‘Rubidoux’ apresentaram maior produção acumulada até o sétimo ano após o plantio, seguidas das plantas sobre limoeiro ‘Cravo FCAV’ e citrumeleiro ‘Swingle’. Árvores desta cultivar copa enxertadas sobre citrangeiro ‘Carrizo’, trifoliata ‘FCAV’, híbridos limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’ e ‘Changsha’ x ‘English Small’ e tangerineiras ‘Sun Chu Sha Kat’ e ‘Sunki’, apresentaram um nível de produção similar ao das plantas enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’. No entanto, as plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ apresentaram a menor produção acumulada, seguidas daquelas sobre tangeleiro ‘Orlando’ (Tabela 3).

A produção acumulada das árvores de limeira ácida ‘Tahiti’ até o sétimo ano após o plantio, foi maior quando enxertadas sobre os limoeiros ‘Cravo FCAV’ e ‘Cravo Limeira’, seguidas daquelas sobre os híbridos citrândarin ‘Changsha x English Small’ e limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’ (Tabela 3). De forma similar à laranjeira ‘Folha Murcha’, o porta-enxerto

trifoliata ‘Flying Dragon’ também induziu à menor produção acumulada de frutos nas copas da limeira ácida ‘Tahiti’ (Tabela 3), pelo pequeno porte individual das plantas (Tabela 2).

Na tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, as maiores produções acumuladas no período 2003 a 2007 foram observadas nas árvores enxertadas sobre trifoliata ‘Rubidoux’ e citrandarin ‘Changsha x English Small’, resultados que confirmam estudos prévios em copas de ‘Satsuma’ com relação à superioridade produtiva conferida por esses porta-enxertos (FERGUSON, 2002; FERGUSON; CHAO, 2000; NESBITT, 2008; SILVA et al., 2004a). Entretanto, os menores rendimentos acumulados para esta copa foram observados nas plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, seguidas daquelas sobre as tangerineiras ‘Sunki’ e ‘Sun Chu Sha Kat’ (Tabela 3).

Nas três cultivares copa estudadas, os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo FCAV’, citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’ e híbrido limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’ induziram níveis de produção similares aos observado sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’.

Para caracterizar melhor o efeito dos porta-enxertos sobre a produção, foi analisada a eficiência produtiva, expressa em kilogramas de fruta colhida por metro cúbico de volume de copa (Tabela 4). Para as copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’, foi calculada a eficiência produtiva média no triênio 2006 a 2008. Já na tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, foi calculada a eficiência produtiva média para o período 2006 a 2007.

O tangeleiro ‘Orlando’ induziu menor eficiência produtiva às árvores das três cultivares copa. O trifoliata ‘Flying Dragon’ e o trifoliata ‘FCAV’ conferiram as três cultivares copa maior eficiência produtiva em comparação com as plantas sobre os demais porta-enxertos.

As plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ enxertadas sobre tangerineiras ‘Sun Chu Sha Kat’ e ‘Sunki’ apresentaram igual nível de eficiência produtiva ao daquelas sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’ (Tabela 4).

Em limeira ácida ‘Tahiti’, os porta-enxertos trifoliatas ‘Rubidoux’, ‘FCAV’ e limoeiro ‘Cravo FCAV’ conferiram uma eficiência produtiva similar à induzida pelo limoeiro ‘Cravo Limeira’ (Tabela 4).

As plantas de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ enxertadas sobre tangerineiras ‘Sunki’ e ‘Sun Chu Sha Kat’ apresentaram menor eficiência produtiva, similar à induzida pelo tangeleiro ‘Orlando’.

Tabela 4 – Eficiência produtiva (EP) para laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008

Porta-enxerto	Copa		
	Laranjeira ‘Folha Murcha’ *	Limeira ácida ‘Tahiti’ *	Tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ **
	Eficiência produtiva (EP)		
	<i>kg frutos m⁻³ copa</i>		
Trifoliata ‘Flying Dragon’	8,79 a	3,18 a	8,68 a
Trifoliata ‘FCAV’	7,63 ab	1,98 ab	6,89 ab
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	6,86 ab	1,66 abc	4,74 bcde
Citrumeleiro ‘Swingle’	6,36 abcd	1,25 bc	5,03 bcde
Citrangreiro ‘Carrizo’	5,64 abcd	1,55 bc	3,92 cde
Trifoliata ‘Rubidoux’	5,46 abcd	2,40 ab	5,83 abcd
Citrândarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	5,77 abcd	1,94 abc	5,56 bcd
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	5,32 bcd	1,84 ab	4,86 bcde
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	3,90 de	2,01 ab	6,37 abc
Tangerineira ‘Sunki’	4,52 cde	1,41 bc	2,64 e
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	4,15 de	1,27 bc	2,67 e
Tangeleiro ‘Orlando’	2,83 e	0,79 c	3,17 de
CV (%)	12,89	6,67	17,87
Valor P	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey). * Valores médios do período 2006 a 2008; os dados originais foram transformados ($\hat{y} = \log_{10} y$). ** Valores médios no período 2006 a 2007.

A relação entre a eficiência produtiva (EP) e o volume de copa (VC) foi analisada nas cultivares copa estudadas (Figuras 1, 2 e 3). Em todos os casos, observou-se uma relação linear inversamente proporcional e significativa entre ambas as variáveis. Em todas as copas, o porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ induziu a maior EP em relação ao VC, enquanto que plantas sobre tangeleiro ‘Orlando’ resultaram em desempenho inferior (Figuras 1, 2 e 3). Para laranjeira ‘Folha Murcha’ (Figura 1) e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ (Figura 3), os porta-enxertos ‘Sunki’ e ‘Sun Chu Sha Kat’ também conferiram baixa EP em relação ao VC. Em copas de limeira ácida ‘Tahiti’, o trifoliata ‘Rubidoux’ induziu alta EP em relação ao VC (Figura 2).

Nas três cultivares copa avaliadas, os limoeiros ‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’ induziram níveis médios de eficiência produtiva (Figuras 1, 2 e 3).

Figura 1 – Relação entre Eficiência Produtiva (EP) e Volume de Copa (VC) no período 2006 a 2008 de laranja 'Folha Murcha' sobre doze porta-enxertos. ** Modelo de regressão altamente significativo ($P < 0,0001$)

Figura 2 – Relação entre Eficiência Produtiva (EP) e Volume de Copa (VC) no período 2006 a 2008 em limeira ácida 'Tahiti' sobre doze porta-enxertos. * Modelo de regressão significativo ($P < 0,0017$)

Figura 3 - Relação entre Eficiência Produtiva (EP) e Volume de Copa (VC) no período 2006 a 2007 em tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. * Modelo de regressão significativo ($P < 0,0087$)

A alta produtividade e reduzido tamanho das plantas enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ permitem sua utilização em condições de plantio adensado. A partir dos dados de diâmetro de copa e produção coletados em 2008 nos experimentos da laranjeira ‘Folha Murcha’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, foi estimado o espaçamento e a produção projetada para condição de plantio adensado (Tabela 5). O espaçamento projetado foi calculado a partir de De Negri e Blasco (1991), que definiram o espaçamento da entrelinha pela adição de 2,5 m ao diâmetro médio de plantas adultas, enquanto que o espaçamento entre plantas na linha de plantio foi calculado pela multiplicação do diâmetro médio por 0,85 m, admitindo 15% de superposição de copa entre as plantas.

Tabela 5 - Espaçamento e produção projetados para copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, a partir dos registros de diâmetro médio de planta e produção no sétimo ano do plantio (2008)

Variável	Copa	
	Laranjeira ‘Folha Murcha’	Tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’
Diâmetro médio de planta em 2008 (m)	1,4	1,9
Produção média em 2008 (kg planta ⁻¹)	17,8	20,4
Espaçamento projetado da entrelinha (m)	4	4
Espaçamento projetado entre plantas (m)	1	1,5
Densidade projetada de plantas	2500	1667
Produção projetada (ton ha ⁻¹)	44,5	34,0

Considerando o tamanho conferido pelo porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ às copas de laranjeira ‘Folha Murcha’, o espaçamento projetado para condição de plantio adensado seria de 4 x 1 m, enquanto que para copa de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ o espaçamento projetado em plantio adensado seria de 4 x 1,5 m. Esses espaçamentos permitiriam produções projetadas para essas copas de 44,5 e 34,0 ton ha⁻¹, respectivamente, sem irrigação suplementar, elevando a produtividade destas copas sobre o porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ em comparação aos espaçamentos utilizados neste estudo, que foram de 7 x 4 m (357 plantas ha⁻¹) para laranjeira ‘Folha Murcha’ e de 6 x 3 m (555 plantas ha⁻¹) para tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’.

Uma análise adicional do efeito dos porta-enxertos sobre a produção considerou a alternância produtiva, através do cálculo do Índice de Alternância Produtiva (IAP) para cada copa (Tabela 6). As plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ enxertadas sobre híbrido limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’ e tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ apresentaram maior valor de IAP, ou seja, maior alternância produtiva ao longo de todo o período considerado (2004 a 2008). Já as árvores desta copa enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo FCAV’, apresentaram a menor alternância produtiva no período analisado. As árvores enxertadas sobre os demais porta-enxertos apresentaram um nível de alternância produtiva similar entre si (Tabela 5).

No caso da limeira ácida ‘Tahiti’, os maiores valores de IAP médios no período 2003 a 2008 foram observados em plantas sobre tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ e tangeleiro ‘Orlando’. Por outro lado, árvores da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertadas sobre tangerineira ‘Sunki’ e trifoliata ‘Flying Dragon’ apresentaram menor alternância produtiva no período estudado. As plantas enxertadas sobre citrangeiro ‘Carrizo’, híbrido limoeiro ‘Cravo’ x ‘citrumeleiro ‘Swingle’,

citrandarin ‘Changsha’ x ‘Englsih Small’, citrumeleiro ‘Swingle’ e trifoliatas ‘FCAV’ e ‘Rubidoux’, apresentaram um nível de alternância produtiva similar ao das plantas enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’.

Para tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, os maiores valores de alternância produtiva foram observados nas plantas enxertadas sobre trifoliata ‘FCAV’ e tangeleiro ‘Orlando’, enquanto que a menor alternância foi observada nas árvores enxertadas sobre limão ‘Cravo FCAV’, entre o segundo e sexto ano após o plantio (2003 a 2007) (Tabela 6).

Tabela 6 - Índice de Alternância Produtiva (IAP) para laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2003-2008

Porta-enxerto	Copa		
	Laranjeira ‘Folha Murcha’ *	Limeira ácida ‘Tahiti’ **	Tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ ***
	----- Índice IAP -----		
Citrangreiro ‘Carrizo’	0,45 ab	0,32 abc	0,53 ab
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	0,48 a	0,33 abc	0,53 ab
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	0,48 a	0,45 a	0,44 ab
Trifoliata ‘Rubidoux’	0,43 ab	0,38 abc	0,53 ab
Citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	0,41 ab	0,41 abc	0,57 ab
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	0,30 ab	0,33 abc	0,36 ab
Citrumeleiro ‘Swingle’	0,33 ab	0,34 abc	0,46 ab
Tangeleiro ‘Orlando’	0,42 ab	0,45 a	0,55 a
Trifoliata ‘FCAV’	0,37 ab	0,37 abc	0,56 a
Trifoliata ‘Flying Dragon’	0,27 ab	0,40 bc	0,35 ab
Tangerineira ‘Sunki’	0,28 ab	0,27 c	0,40 ab
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	0,23 b	0,27 ab	0,30 b
CV (%)	28,88	8,33	40,73
Valor P	0,0034	0,0008	0,0328

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey). * Dados para o período 2004-2008. ** Os dados originais foram transformados ($\hat{y} = \log_{10} y$). *** Dados para o período 2003-2007, analisados pelo teste de Friedman.

Outra análise do efeito dos porta-enxertos sobre a produção de frutos incluiu o cálculo da porcentagem da produção total acumulada que foi colhida nas duas primeiras safras, a partir dos registros históricos de produção de cada experimento (Tabela 7). O objetivo desta análise foi estimar a influência dos porta-enxertos na precocidade de produção das copas.

Em árvores de laranjeira ‘Folha Murcha’, o porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ produziu maior porcentagem de frutos nas duas primeiras safras (anos 2004 e 2005) em relação à

colheita total acumulada até o sétimo ano após o plantio (2008), seguido dos porta-enxertos limoeiro ‘Cravo FCAV’ e ‘Cravo Limeira’. Plantas da laranjeira ‘Folha Murcha’ enxertadas sobre citrumeleiro ‘Swingle’, trifoliata ‘FCAV’, híbrido limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’ e citrangeiro ‘Carrizo’, induziram um efeito similar ao conferido pelos limoeiros ‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’ sobre a precocidade na entrada em produção (Tabela 7).

Tabela 7 - Porcentagem da produção acumulada colhida nas duas primeiras safras para laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ em doze porta-enxertos

Porta-enxerto	Laranjeira ‘Folha Murcha’ *	Limeira ácida ‘Tahiti’ **	Tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ **
	----- % -----		
Citrangeiro ‘Carrizo’	18,42 abcd	12,40 bc	12,33 ab
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	19,51 abcd	13,69 abc	16,49 ab
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	13,03 bcd	8,18 c	14,13 ab
Trifoliata ‘Rubidoux’	9,33 cd	19,65 ab	15,20 ab
Citrândarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	11,18 cd	14,63 abc	16,33 ab
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	20,80 abc	17,62 abc	10,08 ab
Citrumeleiro ‘Swingle’	21,76 abcd	19,47 ab	13,91 ab
Tangeleiro ‘Orlando’	6,63 d	13,15 bc	4,68 b
Trifoliata ‘FCAV’	21,31 abcd	13,76 abc	16,74 ab
Trifoliata ‘Flying Dragon’	34,52 a	22,61 a	23,71 a
Tangerineira ‘Sunki’	17,36 abcd	21,11 ab	9,46 ab
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	24,77 ab	18,00 abc	16,21 ab
CV (%)	39,22	26,72	37,86
Valor P	0,0007	<0,0001	0,0441

* Dados das safras 2004 e 2005, analisados pelo teste de Friedman. ** Dados das safras 2003 e 2004. Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey).

Para as copas de limeira ácida ‘Tahiti’, a maior porcentagem de fruta colhida até a segunda safra (2004), em relação à produção total acumulada até o sétimo ano após o plantio, foi registrada nas árvores sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, seguidas daquelas sobre tangerineira ‘Sunki’, trifoliata ‘Rubidoux’ e citrumeleiro ‘Swingle’. No entanto, as menores porcentagens da produção acumulada colhidas até a segunda safra foram registradas nas árvores enxertadas sobre tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ e tangeleiro ‘Orlando’. As plantas enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo FCAV’, citrândarin ‘Changsha’ x ‘English Small’, trifoliata ‘FCAV’ e híbrido limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’, apresentaram um efeito similar ao induzido pelo limoeiro ‘Cravo Limeira’ sobre a precocidade de entrada de produção das copas de limeira ácida ‘Tahiti’ (Tabela

7).

Nas copas de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, a maior percentagem da produção total acumulada, que foi colhida até a segunda safra, foi observada nas árvores enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, enquanto que o tangeleiro ‘Orlando’ teve menor percentagem da produção colhida até a segunda safra comercial (Tabela 7).

Os resultados da análise do efeito dos porta-enxertos sobre a precocidade de entrada em produção nas três cultivares copa avaliadas, apontaram uma maior precocidade no início de produção nas árvores enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’. No entanto, as árvores enxertadas sobre tangeleiro ‘Orlando’ foram mais tardias na entrada em produção (Tabela 7).

A caracterização do efeito dos porta-enxertos sobre a precocidade de maturação dos frutos é particularmente relevante para copas de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ e da limeira ácida ‘Tahiti’. Para a primeira copa, os maiores preços são pagos no mercado interno pelos frutos colhidos na entressafra durante os meses de dezembro a março. No caso da limeira ácida ‘Tahiti’, os melhores preços são pagos pelos frutos colhidos na entressafra no segundo semestre, nos meses de setembro a dezembro.

Na copa de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ analisou-se a porcentagem da produção colhida na primeira safra anual entre janeiro a março, durante 2005 a 2007 (quarto a sexto ano do plantio) (Tabela 8). Nesses meses, os preços de mercado para tangerinas frescas chegam a ser 120-145% superiores que o preço médio anual (FNP COMÉRCIO E CONSULTORIA, 2009).

Para o período 2005 a 2007, as árvores de ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ enxertadas sobre limoeiros ‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’ produziram maior porcentagem da produção anual durante a entressafra. No entanto, a menor porcentagem da produção anual colhida na entressafra foi registrada nas árvores sobre os trifoliatas ‘Flying Dragon’ e ‘FCAV’. A influência do limoeiro ‘Cravo’ na indução de precocidade de maturação aos frutos tem sido extensivamente discutida para diferentes copas cítricas (POMPEU JÚNIOR, 2005). Já o atraso na maturação dos frutos induzida pelos trifoliatas foi relatado por Bordignon et al. (2003) para copas de laranja ‘Valência’ e por Richardson et al. (2002) em copas de tangerineira ‘Silverhill’ na Nova Zelândia.

Tabela 8 - Porcentagem média da produção anual colhida de janeiro a março em tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2005-2007

Porta-enxerto	Porcentagem da produção anual colhida de janeiro a março *	
	----- % -----	
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	73,90	a
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	69,44	ab
Tangerineira ‘Sunki’	54,28	abcd
Citrangreiro ‘Carrizo’	49,20	abc
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	46,14	abcd
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	43,36	abcd
Tangeleiro ‘Orlando’	41,20	abcd
Trifoliata ‘Rubidoux’	37,74	abcd
Citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	36,31	bcd
Citrumeleiro ‘Swingle’	36,90	bcd
Trifoliata ‘FCAV’	27,72	cd
Trifoliata ‘Flying Dragon’	24,83	d
CV (%)	32,47	
Valor P	<0,0001	

Médias com letras distintas na coluna indicam diferenças significativas (Tukey). * Dados analisados pelo teste de Friedman.

Na copa de limeira ácida ‘Tahiti’ analisou-se a distribuição anual da produção em função dos porta-enxertos. A partir de dados históricos de produção deste lote experimental, foi calculada a porcentagem média da produção da limeira ácida ‘Tahiti’ colhida no segundo semestre (Figura 4) nos distintos porta-enxertos, em base à produção total colhida no período 2003 a 2008. Os dados foram expressos em porcentagem relativa ao limoeiro ‘Cravo Limeira’, representada na figura pela linha vermelha (100%). A produção colhida no segundo semestre representou entre 34% (sobre tangeleiro ‘Orlando’) a 49% (sobre trifoliata ‘Rubidoux’) da produção total acumulada no período 2003 a 2008 (dados não apresentados). As árvores de limeira ácida ‘Tahiti’ enxertadas sobre trifoliata ‘Rubidoux’, tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’, citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’ e os trifoliatas ‘FCAV’ e ‘Flying Dragon’ tiveram maiores porcentagens da produção colhida no segundo semestre, em relação ao limoeiro ‘Cravo Limeira’.

Figura 4 - Produção acumulada até o sétimo ano do plantio, colhida no segundo semestre (julho a dezembro), em porcentagens relativas ao limoeiro 'Cravo Limeira', para árvores de limeira ácida 'Tahiti' sobre 12 porta-enxertos, Bebedouro, SP, 2003-2008

2.6.3 Qualidade externa dos frutos

Tamanho dos frutos

Os valores médios de massa, diâmetro e altura dos frutos foram comparados nas três copas em doze porta-enxertos (Tabela 9). Para laranjeira 'Folha Murcha' e limeira ácida 'Tahiti', foram analisados os valores médios das variáveis nas amostragens realizadas entre 2006 e 2008, enquanto que para tangerineira 'Satsuma' cv. 'Okitsu' foram considerados os valores médios das amostragens realizadas entre 2005 e 2007.

Para laranjeira 'Folha Murcha', o porta-enxerto tangeleiro 'Orlando' conferiu menor tamanho aos frutos, no referente a massa e altura, enquanto que os frutos de maior tamanho foram obtidos nas árvores enxertadas sobre os limoeiros 'Cravo Limeira' e 'Cravo FCAV' (Tabela 9).

Uma situação similar foi constatada em plantas de limeira ácida 'Tahiti' sobre tangeleiro 'Orlando', o qual conferiu menor tamanho aos frutos em termos de massa e diâmetro, enquanto

que os frutos colhidos de árvores sobre trifoliata ‘Rubidoux’ e limoeiro ‘Cravo Limeira’ atingiram maior massa e diâmetro, respectivamente (Tabela 9).

No entanto, na tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ observou-se a tendência oposta, com os porta-enxertos tangeleiro ‘Orlando’ e citrangeiro ‘Carrizo’ induzindo maior massa e diâmetro aos frutos desta copa. Já os menores frutos de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ foram colhidos das árvores sobre os trifoliatas ‘Flying Dragon’ e ‘FCAV’ (Tabela 9).

Em resumo, árvores enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’ apresentaram consistentemente um maior tamanho de frutos nas copas da laranjeira ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’, enquanto que o tangeleiro ‘Orlando’ induziu menor tamanho de frutos em ambas as copas. Por outro lado, as árvores da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre tangeleiro ‘Orlando’ e citrangeiro ‘Carrizo’ produziram frutos de maior tamanho.

Tabela 9 - Massa, diâmetro e altura de frutos de laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP

Porta-enxerto	Copa								
	Laranjeira ‘Folha Murcha’ *			Limeira ácida ‘Tahiti’ *			Tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ **		
	Massa	Diâmetro	Altura	Massa	Diâmetro	Altura	Massa *	Diâmetro	Altura
	---- g ---	--- cm ---	--- cm --	---- g ---	--- cm ---	--- cm --	---- g ---	-- cm ---	--- cm --
Citrangeiro ‘Carrizo’	160,3 ab	6,74	6,60 ab	83,3 ab	5,33 ab	5,93	216,0 a	8,05 a	7,20
Limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’	159,9 ab	6,70	6,50 ab	84,8 ab	5,29 ab	5,86	202,9 abc	7,91 ab	7,14
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	155,5 ab	6,66	6,48 ab	85,8 ab	5,26 ab	5,92	205,2 abc	7,88 ab	7,02
Trifoliata ‘Rubidoux’	162,9 ab	6,72	6,60 ab	89,4 a	5,33 ab	6,05	204,8 abc	7,90 ab	7,10
Citrândarin ‘Changsha’ x ‘E.Small’	160,2 ab	6,70	6,54 ab	85,3 ab	5,24 ab	5,86	203,6 abc	7,97 ab	7,17
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	177,1 a	6,90	6,82 a	87,5 ab	5,33 a	5,84	182,1 bcd	7,68 ab	7,25
Citrumeleiro ‘Swingle’	154,9 ab	6,62	6,48 ab	86,3 ab	5,32 ab	5,88	202,0 abc	7,96 ab	6,92
Tangeleiro ‘Orlando’	149,6 b	6,58	6,30 b	80,6 b	5,15 b	5,79	219,2 a	8,13 a	7,29
Trifoliata ‘FCAV’	156,8 ab	6,70	6,54 ab	87,1 ab	5,32 ab	5,90	174,4 cd	7,47 b	6,93
Trifoliata ‘Flying Dragon’	160,6 ab	6,76	6,62 ab	87,3 ab	5,32 ab	5,87	169,1 d	7,43 b	6,93
Tangerineira ‘Sunki’	169,1 ab	6,82	6,70 ab	84,0 ab	5,21 ab	5,86	208,2 ab	7,92 ab	7,08
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	177,3 a	6,88	6,80 a	84,8 ab	5,29 ab	5,81	211,3 ab	8,07 a	7,31
CV (%)	7,11	2,44	2,82	4,72	1,72	2,28	4,99	2,30	3,10
Valor P	0,0087	0,0966	0,0041	0,0569	0,0210	0,1818	<0,0001	0,0004	0,3907

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey). *Valores médios de 2006 a 2008. **Valores médios de 2005 a 2007.

No experimento da laranjeira ‘Folha Murcha’, foi realizada uma avaliação específica para quantificar o efeito dos porta-enxertos sobre o tamanho de frutos, classificando em três classes de diâmetro (< 50 mm, entre 50 e 60 mm, e > 60 mm), para quantificar o impacto da redução no tamanho dos frutos causada pela CVC em plantas sobre distintos porta-enxertos (Tabela 10).

Tabela 10 – Classificação da produção de frutos da laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre doze porta-enxertos, em três categorias de tamanho. Bebedouro, SP, 29 out. 2008

Porta-enxerto	Percentagem de frutos por categoria de diâmetro		
	< 50 mm	50 a 60 mm	60 mm
	----- % -----		
Trifoliata ‘Rubidoux’	18,6	59,7 abcd	21,7 c
Citrândarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	10,7	60,3 abcd	29,0 abc
Trifoliata ‘FCAV’	11,3	65,8 abc	22,9 bc
Citrangêiro ‘Carrizo’	9,7	64,3 abc	26,0 abc
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	8,0	46,0 bcd	46,0 abc
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	7,7	53,0 abcd	39,3 abc
Trifoliata ‘Flying Dragon’	4,3	84,6 a	11,1 c
Tangeleiro ‘Orlando’	4,0	58,3 abcd	37,7 abc
Citrumeleiro ‘Swingle’	3,0	69,0 ab	28,0 abc
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	2,0	28,0 d	70,0 a
Tangerineira ‘Sunki’	1,7	30,4 cd	67,9 ab
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	2,0	30,0 cd	68,0 ab
CV (%)	51,03	30,43	40,57
Valor P	0,1363	$<0,0001$	$<0,0001$

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey).

Em laranjeira ‘Folha Murcha’ os porta-enxertos não afetaram a produção de frutos de diâmetro menor que 50 mm, cuja presença é sintoma característico de dano da CVC (Tabela 10).

Por outro lado, nas categorias de maior tamanho de fruto houve diferenças entre as plantas em função do porta-enxerto. Plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ produziram maior percentagem de frutos com diâmetro entre 50 e 60 mm. Contrariamente, as árvores sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’, Cravo FCAV’ e tangerineira ‘Sunki’, produziram as menores percentagens de frutos nesta categoria. Esses porta-enxertos também induziram à produção de maiores percentagens de frutos grandes (diâmetro > 60 mm) nas copas, enquanto que as árvores sobre trifoliatas ‘Rubidoux’ e ‘Flying Dragon’ produziram as menores percentagens de frutos nesta categoria.

Da avaliação do efeito dos porta-enxertos sobre o tamanho dos frutos da laranjeira ‘Folha Murcha’ conclui-se que os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo Limeira’, limoeiro ‘Cravo FCAV’ e tangerineira ‘Sunki’ induzem um maior tamanho aos frutos, enquanto que os porta-enxertos trifoliata ‘Flying Dragon’ e ‘Rubidoux’ produzem menores percentagens de frutos grandes.

Em 2007, foi realizada a classificação comercial dos frutos da lima ácida ‘Tahiti’ em doze porta-enxertos, no packing house da empresa Itacitros, em Itajobi, SP. Os frutos foram classificados por apreciação visual, em três categorias comerciais (miúdos, graúdos e exportáveis) (Tabela 11).

Tabela 11 - Classificação comercial dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada sobre doze porta-enxertos. Itacitros, Itajobi, SP, 2007

Porta-enxerto	Frutos Miúdos *	Frutos Graúdos *	Frutos Exportáveis *
	----- % -----		
Tangeleiro ‘Orlando’	64,8 a	6,7 b	28,5 abcd
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	62,5 ab	22,6 a	14,9 cd
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	60,3 ab	17,0 ab	22,7 bcd
Tangerineira ‘Sunki’	51,4 abc	23,3 a	25,3 bcd
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	50,6 abc	37,3 a	12,1 d
Citrândarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	47,6 abc	14,4 ab	38,0 abc
Citrangreiro ‘Carrizo’	44,0 abc	16,6 ab	39,4 abc
Citrumeleiro ‘Swingle’	41,3 abc	22,5 a	36,2 abcd
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	36,3 abc	19,9 a	43,8 ab
Trifoliata ‘FCAV’	38,2 abc	18,7 a	43,1 ab
Trifoliata ‘Rubidoux’	34,0 bc	22,6 a	43,4 ab
Trifoliata ‘Flying Dragon’	27,0 c	21,9 a	51,1 a
CV (%)	21,9	10,9	25,5
Valor P	0,0017	0,0009	<0,0001

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas ao valor P indicado (Tukey).

* Classificação por apreciação visual do tamanho dos frutos.

Dentre os doze porta-enxertos avaliados para limeira ácida ‘Tahiti’, as árvores enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ produziram maiores percentagens de frutos de exportação e graúdos, e menor percentagem de frutos miúdos. No entanto, plantas enxertadas sobre tangeleiro ‘Orlando’ produziram maior percentagem de frutos miúdos e menor percentagem de frutos graúdos (Tabela 11).

Apesar de produzirem altas percentagens de frutos graúdos, os porta-enxertos limoeiros

‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’ produziram as menores percentagens de frutos exportáveis (Tabela 11). Isto se explica pela maturação adiantada dos frutos sobre esses porta-enxertos, os quais apresentam mudança de coloração mais precocemente, sendo rejeitados para exportação na linha de classificação comercial.

A partir das medições individuais de diâmetro, os frutos exportáveis da limeira ácida ‘Tahiti’ foram classificados nas distintas categorias de calibres comerciais (Tabela 1), para os doze porta-enxertos (Tabela 12). Plantas enxertadas em limoeiro ‘Cravo Limeira’ produziram maiores percentagens de frutos de calibre pequeno (64), enquanto que as árvores enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ produziram maior percentagem de frutos de calibres grandes (48 e 42).

Para facilitar a visualização da influência dos porta-enxertos sobre a distribuição de calibres nos frutos de exportação, os resultados foram agrupados em dois conjuntos de calibres: calibres 64+60 (representando os frutos pequenos) e calibres 48+42 (representando os frutos grandes).

Tabela 12 - Distribuição percentual de calibres comerciais dos frutos de exportação da lima ácida ‘Tahiti’ em doze porta-enxertos. Itacitros, Itajobi, SP, 2007

Porta-enxerto	Categoria de calibre *						
						Calibres	Calibres
	64	60	54	48	42	64+60	48+42
	----- Percentagem de frutos (%) -----						
Citrangeiro ‘Carrizo’	5,6	14,4	48,9	25,6	4,4	20,0	30,0
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’	10,0	22,2	55,6	11,1	1,1	32,2	12,2
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	5,6	11,1	44,4	33,3	3,3	16,7	36,7
Trifoliata ‘Rubidoux’	8,9	6,7	41,1	26,7	12,2	15,6	38,9
Citrandarin ‘Changsha’ x ‘E.Small’	4,4	17,8	53,3	20,0	4,4	22,2	24,4
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	18,9	22,2	36,7	12,2	4,4	41,1	16,7
Citrumeleiro ‘Swingle’	4,4	16,7	45,6	24,4	6,7	21,1	31,1
Tangeleiro ‘Orlando’	7,8	23,3	55,6	12,2	0,0	31,1	12,2
Trifoliata ‘FCAV’	2,2	18,9	42,2	31,1	5,6	21,1	36,7
Trifoliata ‘Flying Dragon’	1,1	4,4	32,2	38,9	21,1	5,6	60,0
Tangerineira ‘Sunki’	10,0	15,6	45,6	20,0	7,8	25,6	27,8
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	8,9	20,0	57,8	7,8	2,2	28,9	10,0

* Categorias de calibre: 64: 46,5-48,0 mm; 60: 49-50 mm; 54: 51-54 mm; 48: 55-57 mm; 42: 58-60 mm.

O limoeiro ‘Cravo Limeira’, porta-enxerto mais utilizado para limeira ácida ‘Tahiti’ atualmente, induziu à produção de maior percentagem de frutos de calibres pequenos (64+60) em relação aos outros porta-enxertos. Plantas sobre os porta-enxertos trifoliata ‘Flying Dragon’ produziram menores percentagens de frutos pequenos (calibres 64+60) e maiores percentagens de frutos grandes (calibres 48+42) (Tabela 12).

Nas plantas enxertadas sobre os trifoliatas ‘Rubidoux’ e ‘FCAV’ a distribuição de calibres foi bastante similar, porém nas plantas sobre ‘Rubidoux’ houve menor produção de frutos de calibres pequenos (64+60) e maior percentagem de frutos com calibres grandes (48+42), quando comparada com os frutos colhidos de plantas sobre trifoliata ‘FCAV’. O efeito dos porta-enxertos trifoliatas sobre o tamanho dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ classificados para exportação é um critério importante a ser considerado na eleição de um porta-enxerto alternativo para essa fruteira, pelo fato de ser exportada *in natura*.

Plantas sobre citrangeiro ‘Carrizo’, tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ e citrumeleiro ‘Swingle’ produziram maiores percentagens de frutos exportáveis de calibres grandes (48+42), em comparação com as plantas enxertadas sobre limoeiros ‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’, tangeleiro ‘Orlando’ e limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’ (Tabela 12).

Da avaliação da distribuição de calibres dos frutos exportáveis em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos, pode-se inferir que as plantas sobre os trifoliatas ‘Flying Dragon’, seguidas daquelas sobre trifoliatas ‘Rubidoux’ e ‘FCAV’ e tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ produziram mais frutos exportáveis de calibres grandes, e menor quantidade de frutos pequenos, quando comparados com as plantas enxertadas sobre limão ‘Cravo Limeira’.

Coloração dos frutos de lima ácida ‘Tahiti’

O efeito dos porta-enxertos sobre a coloração externa dos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ foi quantificado através de avaliações colorimétricas. Na primeira avaliação, realizada em 3 de março de 2007, foram medidos os frutos colhidos de plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ e tangeleiro ‘Orlando’, das bordaduras do lote experimental. Esta avaliação preliminar foi baseada no espaço de cor L^* , a^* , b^* , ou CIELAB (CIE, 1976), sendo consideradas amostras de 240 frutos de cada porta-enxerto (Tabela 13).

Tabela 13 - Classificação comercial no packing-house e variáveis colorimétricas dos frutos de lima ácida ‘Tahiti’ enxertados sobre ‘Flying Dragon’ e ‘Orlando’. Itajobi, SP, 03 mar. 2007

Variáveis colorimétricas dos frutos exportáveis [‡]	Porta-enxerto		CV (%)	Valor P
	<i>Trifoliata</i> <i>‘Flying Dragon’</i>	<i>Tangeleiro</i> <i>‘Orlando’</i>		
L^*	48,52	48,88	8,70	0,3476
a^*	-18,53	-18,55	9,60	0,9044
b^*	33,15	33,46	16,30	0,5277

* Por avaliação visual do aspecto, tamanho e coloração dos frutos; [‡] Sem diferenças significativas entre médias (Teste t-Student, $P < 0,05$).

Não houve efeito dos porta-enxertos nos valores médios das variáveis colorimétricas dos frutos previamente classificados como aptos para exportação. Em ambos os casos, os frutos exportáveis da limeira ácida tiveram valores de luminosidade da cor (L^*) entre 48,52 e 48,88, enquanto que os valores do coeficiente a^* variaram entre -17,72 e -18,55 e os valores do coeficiente b^* variaram entre 33,15 a 33,46. Os valores de luminosidade da cor (L^*) indicam frutos de casca mais opaca. Os valores mais negativos de a^* denotam frutos mais verdes, enquanto que os valores mais positivos de b^* caracterizam as frutas de coloração amarela (Tabela 12).

Na primeira avaliação colorimétrica, também foram medidos os coeficientes L^* , a^* e b^* dos frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ de uma caixa de exportação de calibre 54, colhidos do porta-enxerto ‘Flying Dragon’, que serviram como referência inicial para a quantificação da coloração dos frutos aptos para exportação. Em essa avaliação foram obtidos os seguintes valores das variáveis colorimétricas: $L^* = 45,77$, $a^* = -16,65$ e $b^* = 28,71$.

Na segunda avaliação da coloração dos frutos, em 12 de março de 2007, avaliaram-se os frutos classificados como exportáveis, dos colhidos sobre cada porta-enxerto. Na medição colorimétrica dos frutos foi utilizado o espaço de cor L^* , C^* , h^* (Tabela 14). As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Dunnett, considerando o porta-enxerto limão ‘Cravo Limeira’ como controle.

Tabela 14 - Variáveis colorimétricas da casca de frutos de lima ácida ‘Tahiti’ para exportação, colhidos sobre diversos porta-enxertos. Bebedouro, SP, 14 mar. 2007

Porta-enxerto	Variável colorimétrica		
	L*	C*	h*
Citrangeiro ‘Carrizo’	45,35 *	33,27	119,76 *
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	45,56 *	34,10	119,73 *
Citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	43,50	31,27 *	120,28 *
Citrumeleiro ‘Swingle’	44,04	32,17 *	119,49 *
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	42,49	32,05 *	120,15 *
Tangerineira ‘Sunki’	41,50 *	32,39 *	119,42 *
Trifoliata ‘Rubidoux’	42,91	32,51	120,08 *
Tangeleiro ‘Orlando’	42,96	32,53	119,53 *
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	41,41 *	32,96	118,98
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	43,90	33,72	118,53
Trifoliata ‘FCAV’	44,33	33,48	118,93
Trifoliata ‘Flying Dragon’	42,78	33,28	118,64
Média Geral	43,39	32,81	119,46
CV (%)	53,85	56,74	54,49
Valor P	<0,0001	<0,0001	<0,0001

* A média difere da do limão ‘Cravo Limeira’ pelo teste de Dunnett.

Em relação à luminosidade ou claridade da cor da casca (L^*), os frutos colhidos de plantas sobre os porta-enxertos citrangeiro ‘Carrizo’ e limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’, tiveram casca de coloração mais clara (maior valor de L^*) que os frutos colhidos sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’ (Tabela 14).

No entanto, os frutos colhidos de plantas sobre tangerineira ‘Sunki’ e limoeiro ‘Cravo FCAV’ apresentaram uma casca de coloração significativamente mais escura (menor valor de L^*) do que os frutos colhidos de plantas sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’. Portanto, esses porta-enxertos produziram frutos com melhor aceitação na classificação para exportação, devido à coloração mais escura que conferem à casca da lima ácida ‘Tahiti’. Em média, a casca dos frutos de lima ácida ‘Tahiti’ classificados para exportação teve um valor de luminosidade L^* de 43,39, com uma variação entre 41,41 a 45,56, considerando os frutos produzidos sobre os doze porta-enxertos (Tabela 14).

Os frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ produzidos em árvores sobre citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’, tangerineiras ‘Sun Chu Sha Kat’ e ‘Sunki’ e citrumeleiro ‘Swingle’, apresentaram coloração menos amarelada (menor croma, C^*) do que os frutos produzidos sobre

limoeiro ‘Cravo Limeira’. Os seguintes porta-enxertos conferiram um croma ou intensidade de cor (C^*) semelhante à dos frutos produzidos nas árvores sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’: citrangeiro ‘Carrizo’, limoeiro ‘Cravo’ x citrumelero ‘Swingle’, tangeleiro ‘Orlando’, trifoliatas ‘Rubidoux’, ‘FCAV’ e ‘Flying Dragon’ e limoeiro ‘Cravo FCAV’. Os valores de croma (C^*) das limas ácidas ‘Tahiti’ classificadas para exportação variaram entre 31,27 e 34,10, com uma média de 32,81 (Tabela 14). Esses valores são próximos aos reportados por Jacomino; Mendonça e Kluge (2003) para frutos de limão ‘Siciliano’ recém colhidos, com valores médios de croma C^* de 33,61.

Os valores de ângulo de tonalidade ou hue (h^*) medidos na casca dos frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ para exportação variaram entre 118,53° e 120,28°, com média de 119,46 (Tabela 14). Apenas as árvores sobre trifoliatas ‘FCAV’ e ‘Flying Dragon’ e limão ‘Cravo FCAV’ produziram frutos com ângulo hue (h^*) similar ao dos frutos do limão ‘Cravo Limeira’. Os outros porta-enxertos conferiram aos frutos da limeira ácida ‘Tahiti’ valores de h^* mais próximos a 180°, ou seja, produziram fruta de coloração mais verde do que o porta-enxerto ‘Cravo Limeira’.

Nos frutos provenientes de plantas sobre ‘Flying Dragon’ observou-se desuniformidade na coloração externa da casca entre ambos os lados do fruto. Por outro lado, plantas enxertadas sobre tangerineira ‘Sunki’ produziram frutos com casca de coloração mais escura, menos amarelada e mais verde do que a dos frutos colhidos sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’. Finalmente, as árvores sobre citrange ‘Carrizo’, híbridos limoeiro ‘Cravo’ x citrumelero ‘Swingle’ e ‘Changsha’ x ‘English Small’, trifoliata ‘Rubidoux’, citrumelero ‘Swingle’, tangeleiro ‘Orlando’ e tangerineiras ‘Sun Chu Sha Kat’ e ‘Sunki’ produziram frutos com casca de coloração mais verde do que as plantas enxertadas em limoeiro ‘Cravo Limeira’.

Das avaliações colorimétricas realizadas em frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ classificados para exportação, pode-se concluir que os trifoliatas ‘FCAV’ e ‘Flying Dragon’ foram os únicos porta-enxertos que conferiram a mesma coloração aos frutos que o limão ‘Cravo Limeira’.

2.6.4 Qualidade interna dos frutos

As variáveis que descrevem a qualidade interna dos frutos foram analisadas no período 2006 a 2008 nas colheitas da safra, para as três copas sobre doze porta-enxertos (Tabela 15). Para copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ são apresentados resultados de rendimento de suco (RS), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT),

ratio e índice tecnológico (IT). No entanto, para a limeira ácida ‘Tahiti’ são apresentadas apenas as três primeiras variáveis, por serem elas as de maior importância para definição da qualidade interna dos frutos desta copa. Para laranjeira ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’ foram analisados os valores médios das amostragens realizadas entre 2006 e 2008, enquanto que para tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ foram considerados os valores médios das amostragens realizadas entre 2005 e 2007.

Nas três copas, houve diferenças no efeito dos porta-enxertos sobre a maioria das variáveis associadas à qualidade interna. O porta-enxerto limoeiro ‘Cravo Limeira’ conferiu maior percentagem de suco aos frutos da laranjeira ‘Folha Murcha’ no período 2006 a 2008, porém, com os menores teores de SST, acidez do suco e índice tecnológico (Tabela 15). No entanto, os frutos colhidos de árvores enxertadas sobre trifoliatas ‘Flying Dragon’ e ‘FCAV’ apresentaram maior teor de SST, acidez e IT. A diferença entre ambos os trifoliatas se observa na percentagem de suco, que é maior nos frutos do trifoliata ‘FCAV’ e menor nos frutos colhidos sobre ‘Flying Dragon’.

Para a limeira ácida ‘Tahiti’, não foram observadas diferenças no efeito dos porta-enxertos sobre a percentagem de suco dos frutos (Tabela 15). No entanto, e de modo similar ao observado nos frutos da laranjeira ‘Folha Murcha’, os porta-enxertos trifoliata ‘Flying Dragon’ e ‘FCAV’ conferiram aos frutos desta copa os maiores teores de SST e acidez, respectivamente.

Na copa de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ observa-se uma situação diferente. Os porta-enxertos tangeleiro ‘Orlando’ e limoeiro ‘Cravo FCAV’ induziram a menores conteúdos de SST aos frutos desta copa. Os teores de ATT também foram menores no suco de fruta colhida sobre limoeiro ‘Cravo FCAV’ (Tabela 15). No entanto, os maiores valores de SST foram registrados em frutos colhidos sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, seguido dos frutos colhidos sobre os porta-enxertos trifoliata ‘FCAV’ e tangerineira ‘Sunki’. O aumento no teor de SST no suco das ‘Satsumas’ induzido pelo porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ tem sido amplamente relatado (KOBAYASHI et al., 1995; TAKAHARA et al., 2001; YAHATA al., 2003; SAWANO et al., 2004).

Da avaliação do efeito dos porta-enxertos sobre a qualidade interna dos frutos nas três copas conclui-se que os porta-enxertos trifoliata ‘Flying Dragon’ e trifoliata ‘FCAV’ aumentaram significativamente os teores de SST e acidez nos frutos.

Tabela 15 - Qualidade interna dos frutos de laranja 'Folha Murcha', lima 'Tahiti' e tangerina 'Satsuma' cv. 'Okitsu' sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP

(continua)									
Copa									
	Laranja 'Folha Murcha'	Lima ácida 'Tahiti'	Tangerina 'Satsuma' cv. 'Okitsu'*	Laranja 'Folha Murcha'	Lima ácida 'Tahiti'	Tangerina 'Satsuma' cv. 'Okitsu' *	Laranja 'Folha Murcha'	Lima ácida 'Tahiti'	Tangerina 'Satsuma' cv. 'Okitsu' *
Porta-enxerto	Porcentagem de suco			SST			ATT		
	-----%-----			-----%-----			----- % -----		
Citrangêiro 'Carrizo'	49,34 ab	46,37	44,93	12,59 a	7,90 bcd	7,94 abc	1,24 ab	6,46 ab	0,73 ab
Limão 'Cravo' x citrumeleiro 'Swingle'	51,31 ab	47,43	42,92	12,29 a	7,86 bcd	7,82 abcd	1,28 a	6,58 ab	0,73 ab
Tangerina 'Sun Chu Sha Kat'	50,03 ab	45,48	47,54	12,28 a	8,10 abc	7,81 abcd	1,36 a	6,52 ab	0,74 ab
Trifoliata 'Rubidoux'	51,93 ab	47,08	46,07	12,73 a	8,12 abc	7,69 bcd	1,26 a	6,26 b	0,72 ab
Citrangêiro 'Changsha' x 'E.Small'	50,11 ab	46,69	46,42	12,20 ab	8,13 ab	7,80 abcd	1,14 ab	6,27 ab	0,78 a
Limoeiro 'Cravo Lima'	53,11 a	47,05	39,45	10,98 b	7,76 cd	7,59 abcd	0,99 b	6,36 ab	0,67 ab
Citrumeleiro 'Swingle'	52,12 ab	46,19	42,33	12,31 a	7,96 bcd	7,80 abcd	1,26 a	6,44 ab	0,75 a
Tangeleiro 'Orlando'	49,56 ab	44,89	43,88	12,21 ab	7,66 d	7,11 d	1,34 a	6,36 ab	0,71 ab
Trifoliata 'FCAV'	53,11 a	45,25	45,80	12,69 a	8,21 ab	8,49 ab	1,28 a	6,59 a	0,76 a
Trifoliata 'Flying Dragon'	48,55 b	45,25	42,40	12,47 a	8,42 a	8,65 a	1,27 a	6,37 ab	0,80 a
Tangerina 'Sunki'	52,48 a	47,99	47,06	11,63 ab	7,88 bcd	8,04 ab	1,18 ab	6,56 ab	0,79 a
Limoeiro 'Cravo FCAV'	52,04 ab	47,34	43,00	12,35 a	7,78 cd	7,18 cd	1,13 ab	6,38 ab	0,59 b
CV (%)	3,43	4,68	46,85	4,81	2,33	34,35	9,85	32,55	6,91
Valor P	0,0007	0,2493	0,0991	0,0018	<0,0001	0,0106	0,0009	0,0043	0,0030

Tabela 15 - Qualidade interna dos frutos de laranjeira ‘Folha Murcha’, de limeira ácida ‘Tahiti’ e de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP

Porta-enxerto	(conclusão)			
	Copa			
	Laranjeira ‘Folha Murcha’	Tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’	Laranjeira ‘Folha Murcha’ **	Tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ ***
	---- Ratio (SST/ATT) ----		---- Índice Tecnológico ---	
Citrangero ‘Carrizo’	11,20 ab	11,28	2,50 b	1,46
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	10,47 ab	10,95	2,56 ab	1,38
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	9,65 b	10,84	2,50 b	1,52
Trifoliata ‘Rubidoux’	11,25 ab	11,15	2,58 ab	1,45
Citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	11,78 a	10,47	2,48 b	1,48
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	11,94 a	11,65	2,45 b	1,23
Citrumeleiro ‘Swingle’	10,89 ab	10,83	2,61 ab	1,36
Tangeleiro ‘Orlando’	10,29 ab	10,52	2,46 b	1,30
Trifoliata ‘FCAV’	11,05 ab	11,30	2,75 a	1,58
Trifoliata ‘Flying Dragon’	11,06 ab	10,92	2,47 b	1,51
Tangerineira ‘Sunki’	10,37 ab	10,68	2,48 b	1,55
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	11,01 ab	12,46	2,48 b	1,27
CV (%)	7,90	6,55	0,87	46,39
Valor P	0,0079	0,1353	0,0063	0,0928

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey). **Os dados originais da variável IT para laranjeira ‘Folha Murcha’ foram transformados ($\hat{y} = y^{0.2}$). *** Dados analisados pelo teste de Friedman.

Em 2006, no experimento da laranjeira ‘Folha Murcha’ foram conduzidas avaliações de qualidade dos frutos em cinco datas entre 28 de setembro e 18 de dezembro de 2006, com o objetivo de descrever a curva de maturação da laranja ‘Folha Murcha’ em função dos distintos porta-enxertos. Da variação do teor de SST nas cinco avaliações (Figura 5), observa-se uma evidente diminuição dos SST com o tempo. Quando comparados os valores da primeira com os da última data de avaliação nos distintos porta-enxertos, percebe-se que os frutos colhidos das árvores enxertadas sobre tangeleiro ‘Orlando’, trifoliatas ‘FCAV’ e ‘Flying Dragon’ e citrangeiro ‘Carrizo’ apresentaram as maiores quedas nos teores de SST ao longo do período estudado. A diminuição do teor de SST no suco com o avanço da maturação dos frutos foi anteriormente descrita por Stenzel et al. (2006) para laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre quatro porta-enxertos, em Paranavaí, PR, e pode ser explicada pelo aumento nas precipitações durante o período de maturação dos frutos, provocando uma diluição dos açúcares no suco (COELHO et al., 1994).

Por outro lado, no mesmo período, os frutos das árvores enxertadas sobre os limoeiros ‘Cravo FCAV’ e ‘Cravo Limeira’ e o citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’ apresentaram

menor variação de SST no suco (Figura 5). Os máximos teores de SST foram medidos em frutos colhidos sobre os trifoliatas ‘Flying Dragon’ e ‘FCAV’, enquanto que os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo FCAV’, híbridos ‘Cravo’ x ‘Swingle’ e ‘Changsha’ x ‘English Small’ e limoeiro ‘Cravo Limeira’, conferiram menores teores de SST ao suco da laranja ‘Folha Murcha’, em todas as datas.

A mesma análise anterior foi realizada com os resultados das avaliações de ATT medida no suco ao longo do período de maturação (Figura 6). Entre a primeira e a última data de avaliação, a menor variação na acidez foi observada em frutos produzidos sobre limoeiros ‘Cravo FCAV’, híbrido ‘Changsha’ x ‘English Small’ e ‘Cravo Limeira’, enquanto que a maior variação de ATT foi registrada em frutos produzidos sobre tangeleiro ‘Orlando’, tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ e trifoliata ‘FCAV’. Os frutos colhidos de plantas enxertadas sobre o híbrido ‘Changsha’ x ‘English Small’ e limoeiros ‘Cravo FCAV’ e ‘Cravo Limeira’ tiveram menor teor de ATT em todas as datas, enquanto que os maiores valores foram registrados em frutos colhidos sobre tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ e tangeleiro ‘Orlando’.

Figura 5 - Variação do teor de sólidos solúveis totais (SST) no suco da laranja ‘Folha Murcha’ enxertada sobre doze porta-enxertos, em cinco datas. Bebedouro, SP, 2006

Figura 6 - Variação do teor de acidez total titulável (ATT) no suco da laranja ‘Folha Murcha’ enxertada sobre doze porta-enxertos, em cinco datas. Bebedouro, SP, 2006

Figura 7 - Variação do valor de ratio no suco da laranja ‘Folha Murcha’ enxertada sobre doze porta-enxertos, em cinco datas. Bebedouro, SP, 2006

Quando analisadas a evolução dos valores de *ratio* no período avaliado (Figura 7), observa-se uma variabilidade maior nos frutos de plantas enxertadas sobre tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’, limoeiro ‘Cravo Limeira’ e tangeleiro ‘Orlando’. No entanto, a menor variação no *ratio* no período foi medida em frutos produzidos sobre limoeiro ‘Cravo FCAV’, tangerineira ‘Sunki’ e trifoliatas ‘FCAV’ e ‘Flying Dragon’. O fato desses porta-enxertos manterem o valor de *ratio* durante o período de maturação dos frutos, poderia se relacionar com uma melhor condição de retenção dos frutos nas copas neles enxertadas, sem prejudicar sua qualidade interna, o que é um efeito importante do porta-enxerto para variedades de colheita tardia, como a laranjeira ‘Folha Murcha’.

A precocidade dos frutos foi avaliada considerando um valor 12 de *ratio* como aceitável para colheita e consumo de laranjas de maturação tardia (Figura 7). O valor 12 de *ratio* no suco dos frutos foi atingido para a maioria dos porta-enxertos, entre a terceira e quarta data de amostragem (3 e 24 de novembro de 2006, respectivamente). Os porta-enxertos que atingiram mais precocemente o valor 12 de *ratio* foram o híbrido ‘Changsha’ x ‘English Small’ e os trifoliatas ‘FCAV’ e ‘Flying Dragon’. Portanto, esses porta-enxertos favoreceriam colheitas antecipadas dos frutos da laranjeira ‘Folha Murcha’. Pelo contrário, nos frutos colhidos de plantas enxertadas sobre tangeleiro ‘Orlando’, o valor 12 de *ratio* foi atingido mais tardiamente (Figura 7).

2.6.5 Tolerância à deficiência hídrica

Avaliação visual da tolerância à deficiência hídrica

A tolerância à deficiência hídrica foi avaliada entre 2006 e 2008, por apreciação visual do grau de estresse por deficiência hídrica nas copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’ enxertadas em doze porta-enxertos (Tabela 16). Na tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ a tolerância à deficiência hídrica foi avaliada apenas em 2006, após a suspensão da irrigação em abril desse ano.

As maiores notas de tolerância à deficiência hídrica observadas nas copas da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ indicam maior tolerância ao déficit hídrico desta espécie, comparada com laranjeira ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’ (Tabela 16).

Tabela 16 – Notas da avaliação visual de tolerância à deficiência hídrica para laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ em doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008

Porta-enxerto	Laranjeira ‘Folha Murcha’ **	Limeira ácida ‘Tahiti’	Tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ ***
	----- Nota * -----		
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	2,97 a	3,00 a	3,00 a
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	2,75 ab	2,98 a	2,93 ab
Tangerineira ‘Sunki’	2,35 abc	2,23 ab	2,74 abcd
Citrangeiro ‘Carrizo’	1,06 fg	1,70 bc	2,68 abcd
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	1,56 def	1,83 bc	2,70 abcd
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	2,01 bcd	1,55 bc	2,52 abcd
Trifoliata ‘Rubidoux’	2,06 bcd	1,75 bc	2,59 abcd
Citrândarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	1,69 de	2,25 ab	2,78 abcd
Citrumeleiro ‘Swingle’	1,63 de	1,55 bc	2,41 bcd
Tangeleiro ‘Orlando’	1,55 ef	1,58 bc	2,93 ab
Trifoliata ‘FCAV’	1,26 efg	1,43 bc	2,33 cd
Trifoliata ‘Flying Dragon’	1,05 g	1,05 c	2,22 d
CV (%)	18,19	37,04	37,92
Valor P	<0,0001	<0,0001	0,0005

* Nota 1 = menor tolerância à deficiência hídrica; Nota 2 = tolerância média à deficiência hídrica; Nota 3 = maior tolerância à deficiência hídrica. Dados analisados pelo teste não paramétrico de Friedman ao valor P indicado. Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer). *** Valores médios para 2006.

Para as três copas avaliadas, os porta-enxertos que conferiram maior tolerância à deficiência hídrica, representada pelo maior valor médio de nota, foram os limoeiros ‘Cravo FCAV’ e ‘Cravo Limeira’, seguidos de tangerineira ‘Sunki’. Por outro lado, o trifoliata ‘Flying Dragon’ conferiu a menor tolerância à deficiência hídrica á ambas as copas, seguido do trifoliata ‘FCAV’ (Tabela 16).

As árvores enxertadas sobre citrangeiro ‘Carrizo’, tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’, citrumeleiro ‘Swingle’, tangeleiro ‘Orlando’ e híbrido limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’ também apresentaram baixa tolerância à deficiência hídrica.

Avaliação da coloração das folhas para estimar a tolerância à deficiência hídrica

A tolerância da laranja ‘Folha Murcha’ (Tabela 17) e da limeira ácida ‘Tahiti’ (Tabela 18) à deficiência hídrica nos distintos porta-enxertos também foi estudada através da análise da cor das folhas, amostradas no período de maior intensidade de estresse hídrico (14 de setembro de

2007 e 29 de agosto de 2008).

Na primeira avaliação, em 2007, foi utilizado o espaço de cor X, Y, Z, visando comparar os resultados com os apresentados por Deidda et al. (1996), para avaliações colorimétricas de folhas de citros sob estresse hídrico na Itália. No entanto, na segunda avaliação de cor realizada em 2008, trabalhou-se com o espaço de cor CIE L*, C*, h*, por melhor descrever a qualidade da cor e por ser a mais utilizada para avaliações colorimétricas da coloração externa de frutos (McGUIRE, 1992; CIE, 1986).

Em 2007, foram observadas diferenças significativas entre porta-enxertos no fator de luminosidade (Y) e na variável colorimétrica X das folhas da laranjeira ‘Folha Murcha’ (Tabela 17). As folhas amostradas das árvores sobre trifoliatas ‘Flying Dragon’ e ‘FCAV’ apresentaram maiores valores das variáveis Y e X, indicando uma cor mais clara que nas folhas das plantas enxertadas sobre híbrido ‘Changsha’ x ‘English Small’ e limoeiros ‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’. A cor mais clara das folhas estaria associada a um maior grau de déficit hídrico.

Esses resultados confirmam parcialmente os da avaliação visual com notas, na qual também foi observada a sensibilidade do trifoliata ‘Flying Dragon’ e a tolerância do limoeiro ‘Cravo Limeira’ à deficiência hídrica (Tabela 16). Porém, no caso do porta-enxerto citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’ existe discrepância entre os resultados de ambas as metodologias utilizadas na avaliação da tolerância à deficiência hídrica. Enquanto que a avaliação com escala de notas indicou uma baixa tolerância à deficiência hídrica das copas sobre esse porta-enxerto, a avaliação da cor das folhas indicou uma alta tolerância à deficiência hídrica, semelhante à conferida pelo limão ‘Cravo Limeira’.

Em 2008, todas as variáveis colorimétricas analisadas indicaram diferenças na coloração das folhas da laranjeira ‘Folha Murcha’ em função dos porta-enxertos. As folhas coletadas de árvores sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ apresentaram maior valor das variáveis L* (luminosidade) e menor valor de h° (ângulo de cor), indicando uma coloração mais clara e menor esverdeada, respectivamente. O trifoliata ‘Flying Dragon’ também induziu maiores valores das variáveis b* e C nas folhas, indicando uma coloração mais amarelada das folhas. Esses resultados confirmam a alta susceptibilidade deste porta-enxerto ao déficit hídrico.

Em 2008, tanto as notas de avaliação visual como os valores das variáveis colorimétricas, indicaram uma maior tolerância à seca da laranjeira ‘Folha Murcha’ induzida pelos limoeiros ‘Cravo FCAV’ e ‘Cravo Limeira’ e a tangerineira ‘Sunki’. Segundo o estudo de Deidda et al.

(1996), a coloração mais verde e escura das folhas nas copas sobre esses porta-enxertos estaria associada a um melhor estado hídrico e uma maior tolerância à deficiência hídrica das árvores.

Tabela 17 - Variáveis colorimétricas das folhas da laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre doze porta-enxertos, determinadas no período de maior intensidade de deficiência hídrica. Bebedouro, SP, setembro 2007 e agosto 2008.

Porta-enxerto	----- 2007 -----				Índice de Cor, IC
	Y	Croma	X	Z	
Citrangreiro ‘Carrizo’	NA	NA	NA	NA	NA
Tangeleiro ‘Orlando’	NA	NA	NA	NA	NA
Trifoliata ‘Flying Dragon’	8,909 a	0,134	7,347 a	5,759	2,832
Trifoliata ‘FCAV’	8,734 ab	0,134	7,222 ab	5,731	2,788
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	8,557 ab	0,135	7,054 abc	5,557	2,812
Trifoliata ‘Rubidoux’	8,436 ab	0,132	6,834 abc	5,548	2,716
Citrameleiro ‘Swingle’	8,396 ab	0,133	6,922 abc	5,552	2,761
Tangerineira ‘Sunki’	8,367 ab	0,133	6,967 abc	5,643	2,718
Limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’	8,224 ab	0,132	6,773 abc	5,569	2,670
Citrândarin ‘Changsha’ x ‘E.Small’	8,027 b	0,130	6,521 bc	5,461	2,631
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	8,055 ab	0,130	6,682 bc	5,542	2,663
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	7,994 b	0,130	6,559 c	5,483	2,646
CV (%)	1,03	4,39	9,06	7,52	6,80
Valor P	0,0096	0,1290	0,0010	0,4479	0,1075

	----- 2008 -----				
	L*	a*	b*	C	h°
Citrangreiro ‘Carrizo’	35,84 ab	-10,11 b	14,14 ab	17,40 ab	125,95 bcd
Tangeleiro ‘Orlando’	34,13 bc	-9,94 b	13,27 ab	16,60 ab	127,13 abc
Trifoliata ‘Flying Dragon’	36,74 a	-9,88 ab	15,20 a	18,18 a	123,39 d
Trifoliata ‘FCAV’	35,24 abc	-9,82 ab	13,49 ab	16,56 ab	125,22 cd
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	34,25 abc	-9,66 ab	12,88 ab	16,11 ab	127,30 abc
Trifoliata ‘Rubidoux’	33,64 bc	-8,55 a	11,53 b	14,37 b	127,00 abc
Citrameleiro ‘Swingle’	33,83 bc	-8,95 ab	11,66 b	14,71 b	127,62 abc
Tangerineira ‘Sunki’	32,87 c	-9,02 ab	11,54 b	14,65 b	128,24 a
Limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’	33,94 bc	-9,81 ab	13,13 ab	16,41 ab	127,18 abc
Citrândarin ‘Changsha’ x ‘E.Small’	34,28 abc	-8,87 ab	12,36 ab	15,25 ab	126,09 abcd
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	33,74 bc	-9,17 ab	12,04 ab	15,15 ab	127,48 ab
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	34,48 abc	-10,53 b	14,17 ab	17,68 ab	127,36 ab
CV (%)	6,98	49,81	23,34	20,67	52,24
Valor P	<0,0001	0,0003	0,0008	0,0013	<0,0001

NA: Não avaliado. Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey). Os dados originais das seguintes variáveis foram transformados: Y ($\hat{y}=y^{-0.1}$), IC ($\hat{y}=y^{-1.0}$), L ($\hat{y}=y^{-2}$), b ($\hat{y}=y^{-1}$) e C ($\hat{y}=y^{-1}$).

Em 2007 e 2008 foram realizadas avaliações colorimétricas em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos (Tabela 18), nas mesmas datas e utilizando a mesma metodologia descritas para laranjeira ‘Folha Murcha’.

Tabela 18 - Variáveis colorimétricas das folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos, determinadas no período de maior intensidade de deficiência hídrica. Bebedouro, SP, setembro 2007 e agosto 2008.

Porta-enxerto	----- 2007 -----				
	Y	Croma	X	Z	Índice de Cor IC
Citrangeiro ‘Carrizo’	NA	NA	NA	NA	NA
Limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’	NA	NA	NA	NA	NA
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	NA	NA	NA	NA	NA
Tangeleiro ‘Orlando’	NA	NA	NA	NA	NA
Trifoliata ‘Flying Dragon’	12,334 a	0,151 a	9,971 a	5,298 a	3,535 a
Trifoliata ‘FCAV’	10,667 b	0,144 abc	8,603 b	5,827 b	3,288 ab
Trifoliata ‘Rubidoux’	10,092 bc	0,143 bc	8,161 bc	5,628 bc	3,233 ab
Citrumeleiro ‘Swingle’	10,201 bc	0,144 abc	8,275 b	5,763 bc	3,188 ab
Citrandarin ‘Changsha’ x ‘E.Small’	9,056 bc	0,139 bc	7,445 bc	5,472 bc	3,003 b
Tangerineira ‘Sunki’	9,838 bc	0,141 bc	7,971 bc	5,604 bc	3,172 b
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	9,778 bc	0,140 bc	7,936 bc	5,695 bc	3,105 b
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	8,687 c	0,136 c	7,108 c	5,454 c	2,879 b
CV (%)	16,67	6,07	14,99	3,07	12,58
Valor P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	----- 2008 -----				
	L*	a*	b*	C	h°
Citrangeiro ‘Carrizo’	36,64 bc	-10,15 a	15,78 bc	18,80 bc	123,62 ab
Limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’	36,65 bc	-10,60 ab	16,16 bc	19,37 bc	123,84 ab
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	37,32 bc	-10,88 ab	17,34 bc	20,52 bc	123,00 ab
Tangeleiro ‘Orlando’	38,33 abc	-11,29 ab	18,49 abc	21,71 abc	122,12 abc
Trifoliata ‘Flying Dragon’	39,94 ab	-12,03 b	20,69 ab	23,98 ab	120,61 bc
Trifoliata ‘FCAV’	42,08 a	-12,50 b	23,73 a	26,90 a	118,45 c
Trifoliata ‘Rubidoux’	38,98 abc	-11,65 ab	19,29 abc	22,62 abc	122,30 ac
Citrumeleiro ‘Swingle’	36,91 bc	-10,86 ab	16,89 bc	20,12 bc	123,17 ab
Citrandarin ‘Changsha’ x ‘E.Small’	35,50 c	-9,72 a	14,21 c	17,25 c	125,02 a
Tangerineira ‘Sunki’	35,67 c	-9,88 a	15,10 c	18,08 c	124,06 ab
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	37,60 c	-11,25 ab	17,88 abc	21,15 abc	122,87 ab
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	36,36 c	-10,60 ab	16,31 c	19,51 c	124,30 ab
CV (%)	2,71	50,36	10,10	8,36	1,59
Valor P	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001

NA: Não avaliado. Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey). Os dados originais das seguintes variáveis foram transformados: Y ($\hat{y} = y^{-0.5}$); L* ($\hat{y} = y^{-2}$), b ($\hat{y} = y^{-1}$) e C ($\hat{y} = y^{-1}$).

Na avaliação da cor das folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ em 2007, todas as variáveis colorimétricas indicaram diferenças entre porta-enxertos. Da mesma forma que o observado na laranjeira ‘Folha Murcha’, as folhas amostradas das copas sobre o porta-enxerto ‘Flying Dragon’ apresentaram maiores valores de Y, croma, X, Z e IC. Isto indica que as folhas amostradas desse porta-enxerto apresentaram coloração significativamente mais clara. Ainda em 2007, os porta-enxertos ‘Rubidoux’, ‘Changsha’ x ‘English Small’, ‘Swingle’, ‘Sunki’ e limoeiro ‘Cravo FCAV’ apresentaram valores muito próximos das variáveis colorimétricas, indicando uma grau de tolerância à deficiência hídrica similar entre esses porta-enxertos para copas de limeira ácida ‘Tahiti’ (Tabela 18).

As folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ enxertadas sobre limoeiros ‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’, tangerineira ‘Sunki’ e citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’ apresentaram valores cromáticos levemente similares entre si, indicando menores valores de luminosidade e cromaticidade das folhas, que definem uma coloração mais escura. No estudo de Deidda et al. (1996), a coloração mais escura das folhas dos citros foi associada a um melhor estado hídrico das árvores, comparado com as plantas com folhas de coloração mais clara. Na avaliação com escala de notas também foi detectada maior tolerância à deficiência hídrica nas árvores de limeira ácida ‘Tahiti’ sobre esses porta-enxertos (Tabela 16).

Em 2008, todas as variáveis colorimétricas indicaram um melhor estado hídrico das folhas coletadas de árvores de limeira ácida ‘Tahiti’ sobre o citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’, a tangerineira ‘Sunki’ e o limoeiro ‘Cravo Limeira’, cujas folhas mantiveram coloração mais verde e escura na época de máxima estiagem (Tabela 18). Um maior grau de déficit hídrico foi observado nas copas enxertadas sobre os trifoliata ‘FCAV’ e ‘Flying Dragon’, que induziram coloração mais clara, menos esverdeada e mais amarelada às folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ (Tabela 18) e laranjeira ‘Folha Murcha’ (Tabela 17), representativas da menor tolerância à deficiência hídrica induzida às copas pelos porta-enxertos trifoliatas.

A relação entre as avaliações colorimétricas de folhas e as notas das avaliações visuais da tolerância à seca foi estudada para as copas da limeira ácida ‘Tahiti’ e da laranjeira ‘Folha Murcha’. Para cada copa, foram calculadas curvas de regressão polinomial entre as variáveis colorimétricas L^* , C e h^0 medidas em 2008 e as notas médias da avaliação visual da deficiência hídrica no período 2006-2008 (Figura 8).

Figura 8 - Curvas de regressão polinomial ajustadas para a relação entre as variáveis colorimétricas L, C e h° das folhas e as notas de avaliação visual da tolerância à deficiência hídrica em copas de laranjeira 'Folha Murcha' e limeira ácida 'Tahiti' sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008

Em ambas as copas, houve um bom grau de ajuste entre as variáveis colorimétricas das folhas e as notas da avaliação visual de tolerância à seca em ambas as copas, sendo todos os coeficientes de regressão significativos. Contudo, o método colorimétrico apresenta a vantagem de ser uma metodologia não subjetiva, direta e, portanto, mais precisa para avaliar o grau de deficiência hídrica a partir da coloração das folhas.

2.6.6 Clorose Variegada dos Citros na laranjeira ‘Folha Murcha’

Os valores médios de nota obtidos nas avaliações visuais de CVC realizadas entre 2006 e 2008 na copa de laranjeira ‘Folha Murcha’ foram analisados nos doze porta-enxertos (Tabela 19).

No lote experimental, houve aumento do valor da nota média geral de avaliação da CVC no tempo. Em 2006 e 2007 não houve diferenças na incidência da CVC nas árvores de laranjeira ‘Folha Murcha’ em função dos porta-enxertos. Esses resultados confirmam os estudos de Laranjeira et al. (2001) e Stuchi et al. (1998abc) sobre a falta de influência do porta-enxerto na expressão da CVC. No entanto, em 2008 observam-se diferenças significativas, com o porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ apresentando a menor nota média de CVC, indicando menos sintomas da doença nas copas sobre este porta-enxerto. Em 2008, as árvores enxertadas sobre tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’, trifoliata ‘Rubidoux’ e citrangeiro ‘Carrizo’ apresentaram maior valor de nota média de CVC, ou seja, tiveram sintomas de maior intensidade, comparados com as árvores sobre outros porta-enxertos (Tabela 19).

Tabela 19 - Valores médios de nota de avaliação visual de CVC obtidos a partir das avaliações visuais de plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ em doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008

Porta-enxerto	Nota média da avaliação visual de CVC *†		
	----- Ano -----		
	2006	2007	2008
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	0,40	1,40	2,70 a
Trifoliata ‘Rubidoux’	0,33	1,00	2,20 a
Citrangreiro ‘Carrizo’	0,78	1,33	2,10 a
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	0,56	1,56	1,90 ab
Trifoliata ‘FCAV’	0,56	0,89	1,70 ab
Tangeleiro ‘Orlando’	0,44	1,20	1,80 ab
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	0,89	1,44	1,60 ab
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	0,78	1,22	1,50 ab
Citrumeleiro ‘Swingle’	0,38	1,11	1,30 ab
Tangerineira ‘Sunki’	0,30	0,70	1,30 ab
Citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	0,20	0,50	1,10 ab
Trifoliata ‘Flying Dragon’	0,00	0,20	0,20 b
Média geral	0,47	1,05	1,62
CV (%)	40,25	47,19	44,62
Valor P *	0,2647	0,0839	0,0233

* Notas baseadas na seguinte escala: 0: sem CVC; 1: sintomas em até 1 ramo da copa ; 2: sintomas em mais de um ramo e até 50% da copa; 3: danos em mais de três ramos e em frutos. † Teste de Friedman. Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer).

A incidência e severidade da CVC na laranjeira ‘Folha Murcha’ foram estudadas a partir das avaliações visuais realizadas entre 2006 e 2008, considerando a percentagem de árvores avaliadas com nota maior a 0, representado a incidência da doença, e a percentagem de árvores avaliadas com nota 3, representado a máxima severidade dos sintomas (Tabela 20).

Tabela 20 - Incidência e severidade da CVC em plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre doze porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008

Porta-enxerto	Incidência de CVC *			Severidade de CVC **		
	----- Ano -----			----- Ano -----		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
	----- % -----			----- % -----		
Trifoliata ‘Rubidoux’	30	60	100 a	0	20	50
Tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’	40	90	100 a	0	0	70
Tangeleiro ‘Orlando’	40	60	90 ab	0	10	30
Citrangeli ‘Carrizo’	60	70	80 ab	10	20	50
Trifoliata ‘FCAV’	40	60	70 ab	0	10	50
Limoeiro ‘Cravo FCAV’	40	80	70 ab	0	40	50
Limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’	50	70	70 ab	10	40	40
Tangerineira ‘Sunki’	20	40	70 ab	0	10	20
Limoeiro ‘Cravo Limeira’	50	50	60 ab	0	10	40
Citrumeleiro ‘Swingle’	40	60	50 ab	0	0	30
Citrândarin ‘Changsha’ x ‘English Small’	20	30	50 ab	0	0	20
Trifoliata ‘Flying Dragon’	0	10	10 b	0	0	0
CV (%)	50,0	47,6	43,09	17,04	31,75	46,08
Valor P	0,5270	0,1111	0,0177	0,5578	0,0654	0,1785

Dados analisados pelo teste de Friedman. Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer). * Calculada a partir das árvores com nota > 0; ** Calculada a partir das árvores com nota = 3.

Apenas em 2008, foram constatadas diferenças na incidência média da CVC em função dos porta-enxertos. Não houve diferenças na severidade média da doença, representada pela percentagem de árvores avaliadas com nota 3. Plantas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ apresentaram a menor incidência média de CVC, representada pela menor percentagem de árvores classificadas com notas visuais maiores que 0. As árvores enxertadas sobre tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ e trifoliata ‘Rubidoux’ apresentaram a maior incidência média de CVC em 2008, em relação aos outros porta-enxertos. Em plantas de laranja doce ‘Pêra’ enxertadas sobre tangerineiras ‘Sun Chu Sha Kat’ e ‘Sunki’, limoeiro ‘Cravo’ e limão ‘Volkameriano’, Li et al. (1996b) observaram rápida aparição de sintomas de CVC após a inoculação com *Xylella*

fastidiosa. Porém, em mudas enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* e citrangeiro ‘Troyer’ houve aparição mais demorada dos sintomas da doença.

Com exceção das plantas sobre o porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’, em todos os outros porta-enxertos houve aumento na incidência e severidade de CVC no tempo, sendo este comportamento esperado em pomares mais adultos (FUNDECITRUS, 2009).

Para esclarecer o efeito do porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ na susceptibilidade das copas de laranja doce à CVC, foi realizada em 25 de outubro de 2008 uma avaliação adicional da severidade da CVC em um lote experimental na mesma EECB, plantado com três copas de laranja doce (‘Natal’, ‘Valência’ e ‘Hamlin’) enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, com irrigação suplementar (Tabela 21).

Tabela 21 - Valores médios de nota, incidência e severidade de CVC das avaliações visuais em copas de laranjeiras enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’. Bebedouro, SP, 25 out. 2008

Copa	Nota CVC †	Incidência de CVC *	Severidade de CVC **
		----- % -----	
‘Hamlin’	0,09 b	8,63 b	0,00
‘Natal’	0,02 b	2,08 b	0,00
‘Valência’	0,72 a	47,62 a	6,85
CV (%)	31,61	20,07	18,26
Valor P	<0,0001	0,0093	0,1353

† Baseadas na seguinte escala: 0: sem CVC; 1: sintomas em até 1 ramo da copa ; 2: sintomas em mais de um ramo e até 50% da copa; 3: danos em mais de três ramos e em frutos. * Calculada a partir das árvores com nota>0; ** Calculada a partir das árvores com nota=3. Dados analisados pelo teste de Friedman. Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer).

Em condições de irrigação, todas as copas de laranja doce apresentaram sintomas de incidência de CVC, sendo a copa de laranja ‘Valência’ mais afetada pela doença. Embora, não houve diferenças na severidade dos sintomas da CVC entre as copas, os resultados confirmam que as copas de laranja doce enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ são afetadas por CVC quando estabelecidas com irrigação suplementar. Portanto, a menor incidência de CVC em árvores de laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ em condições de sequeiro não seria uma característica associada ao porta-enxerto, senão à condição ambiental.

Laranjeira et al. (2005b) sugerem a existência de uma sincronização entre o surgimento de

picos populacionais de cigarrinhas e a emissão de novas brotações nas plantas, que são a fonte de alimento preferida dos vetores da CVC (FUNDECITRUS, 2004). Sem irrigação, o trifoliata 'Flying Dragon' induziu uma tolerância muito baixa ao estresse hídrico, nas três copas avaliadas. Em decorrência disto, as árvores sobre 'Flying Dragon' tiveram sua brotação atrasada, em comparação com as árvores sobre outros porta-enxertos mais resistentes à deficiência hídrica. O atraso na brotação de plantas sobre trifoliata 'Flying Dragon' em pomares sem irrigação favoreceria a falta de coincidência entre o pico populacional das cigarrinhas vetoras no início da primavera e a presença nas árvores de brotos tenros, susceptíveis de serem atacados. Em 25 de outubro de 2008, no mesmo dia da avaliação das copas de laranja doce sobre trifoliata 'Flying Dragon' com irrigação, foram observados os brotos vegetativos nas plantas de laranja 'Folha Murcha' enxertadas sobre trifoliata 'Flying Dragon' e limoeiro 'Cravo Limeira' no lote experimental. Os brotos das plantas sobre trifoliata 'Flying Dragon' foram mais curtos que aqueles sobre limão 'Cravo' em outubro, época de início do aumento populacional das cigarrinhas. Pelo seu carácter ananicante, o trifoliata 'Flying Dragon' concentra maior número de ramos e flores em uma copa de menor tamanho, com menor comprimento dos ramos.

Finalmente, foi analisada a relação entre a produção da laranja 'Folha Murcha' e a incidência de CVC, no triênio 2006 a 2008. Como mencionado anteriormente, em 2008, foi avaliado o impacto da CVC sobre o tamanho dos frutos da laranja 'Folha Murcha', pela medição do diâmetro de amostras de frutos colhidas de plantas sobre cada porta-enxerto (Tabela 10). Não houve diferenças em função dos porta-enxertos na produção de frutos de diâmetro menor que 50 mm, que são atribuídos principalmente à incidência da CVC.

Em outra análise da relação entre a nota de avaliação da CVC e a produção por parcela, foi utilizado um modelo de regressão polinomial, no qual foi definida a produção como a variável dependente, em função da nota de CVC, dos porta-enxertos e dos anos de avaliação, como variáveis independentes. No período analisado, a produção da laranja 'Folha Murcha' variou significativamente em função dos porta-enxertos e do ano de avaliação, mas não foi afetada pela nota de avaliação da CVC (Tabela 22).

Tabela 22 - Análise de Regressão Polinomial para a relação entre a produção e a nota de avaliação de CVC, o porta-enxerto e o ano de avaliação da CVC, em plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre 12 porta-enxertos. Bebedouro, SP, 2006-2008

Variável	Parâmetro estimado	Valor t	Pr > t
Intercepto	-1206,0457	-7,16	<,0001
Porta-enxerto	-0,0522	-3,01	0,0030
Ano de avaliação	0,6017	7,17	<,0001
Nota de CVC	-0,0022	-1,30	0,1960

2.6.7 Definhamento de árvores da limeira ácida ‘Tahiti’

Entre o segundo e o sétimo ano do plantio, foram contabilizadas anualmente as árvores sobre cada porta-enxerto que declinaram devido à gomose de *Phytophthora* no lote experimental da limeira ácida ‘Tahiti’ (Figura 9). O objetivo dessa avaliação foi quantificar a incidência da doença em cada porta-enxerto, que reduz a vida útil dos pomares de limeira ácida ‘Tahiti’.

Figura 9 - Percentagem de falhas em distintos porta-enxertos por definhamento das copas no lote experimental de limeira ácida ‘Tahiti’. Bebedouro, SP, 2003-2008

As árvores sobre limoeiro ‘Cravo FCAV’ no lote experimental apresentaram 50,0% de definhamento até o sétimo ano após o plantio (Figura 10a), devido à gomose de *Phytophthora*, com sintomas característicos dessa doença nas copas e exudação de goma por ferimentos no tronco (Figura 10b). As copas enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’ (Figura 10c) e tangeleiro ‘Orlando’ (Figura 11d) apresentaram um grau similar de definhamento por gomose (17% das árvores no sétimo ano do plantio). Árvores sobre limoeiro ‘Cravo FCAV’ apresentaram maior incidência de gomose (50%) do que aquelas sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’ (17%) (Figura 9).

As plantas sobre híbrido limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’ (Figura 11c) apresentaram um aumento na incidência de definhamento de 17% a 33% entre o quinto e sexto ano após o plantio, mas houve recuperação de uma planta entre o sexto e sétimo ano, reduzindo a incidência do definhamento novamente a 17% das copas (Figura 9).

Nas plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ enxertadas sobre trifoliata ‘FCAV’ foi constatado 33% de definhamento no sétimo ano após o plantio (Figura 9), com sintomas de podridão na parte central do tronco (Figura 11a) e seca parcial de alguns ramos e folhagem clorótica nas copas. Houve secreção de goma na parte afetada do tronco. Também nessas árvores foi observado um leve sobrecrecimento do enxerto, possivelmente indicando algum grau de incompatibilidade parcial com o porta-enxerto (Figura 11b). Embora a resistência dos trifoliatas à gomose de *Phytophthora* seja conhecida, estudos recentes realizados na Flórida indicam que o citrumeleiro ‘Swingle’ e outros híbridos de trifoliata são altamente susceptíveis à *Phytophthora palmivora*, uma espécie secundária do patógeno encontrada em solos com drenagem deficiente (GRAHAM; BRIGHT; McCOY, 2003). Em outro estudo conduzido na Flórida, mudas dos porta-enxertos citrumeleiro ‘Swingle’, citrangeiro ‘Carrizo’ e trifoliata ‘Flying Dragon’ mostraram-se menos adaptadas a condições de inundação associadas à presença de *P. nicotianae* e *P. palmivora* (BOWMAN; ALBANO; GRAHAM, 2002).

Nas plantas enxertadas sobre citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’ constatou-se uma porcentagem de definhamento de 33% do total de árvores avaliadas a partir do quinto ano após o plantio, com sintomas de desfolhamento moderado a intenso, até atingir 50% de definhamento das plantas sobre este porta-enxerto no sétimo ano (Figura 9). Diferentemente do observado nas árvores de ‘Tahiti’ sobre limoeiro ‘Cravo FCAV’ e trifoliata ‘FCAV’, na inspeção dos troncos das árvores sobre ‘Changsha’ x ‘English Small’ não foram constatados sintomas de gomose de

Phytophthora. A inspeção dos troncos dessas árvores revelou a presença de união irregular na região da enxertia (Figura 12a), com caneluras no porta-enxerto e no enxerto, e amarelamento na madeira do enxerto, sem lesões de gomose no tronco (Figura 12b). No entanto, não foram observados linhas de separação na região da enxertia. A inspeção do tronco de uma árvore sadia revelou a presença de caneluras no lenho porta-enxerto (Figura 12c).

Figura 10 - Limeira ácida ‘Tahiti’ sobre: (A) limoeiro ‘Cravo FCAV’, apresentando copa com definhamento por gomose; (B) limoeiro ‘Cravo FCAV’, com sintomas de gomose no tronco; (C) limoeiro ‘Cravo Limeira’, apresentando definhamento por gomose.

Figura 11 - Limeira ácida 'Tahiti sobre: (A) trifoliata 'FCAV', com podridão no tronco, amarelamento da madeira do porta-enxerto, caneluras leves no enxerto e secreção de goma na parte afetada do tronco; (B) trifoliata 'FCAV', apresentando sobrecrecimento da copa, podridão na base do colo, com secreção de goma; (C) híbrido limoeiro 'Cravo' x citruneiro 'Swingle', com morte de parte do tronco e posterior recuperação; (D) tangeleiro 'Orlando', com sintomas característicos de gomose no tronco.

Figura 12 - Limeira ácida ‘Tahiti’ sobre citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’, apresentando: (A) união irregular na região de enxertia, presença de caneluras e amarelamento da madeira do enxerto; (B) amarelamento da madeira do enxerto, tronco sem lesões de gomose; (C) árvore sadia apresentando caneluras no lenho do porta-enxerto.

2.6.8 Desempenho geral dos porta-enxertos nas três cultivares copa

A técnica estatística multivariada de análise em agrupamentos foi utilizada para classificar os porta-enxertos em grupos de maior similaridade, segundo o desempenho horticultural geral de cada um deles. Para cada copa estudada, foi obtido um dendrograma, que representa os grupos de porta-enxertos mais similares entre si, considerando o conjunto múltiplo de variáveis incluídas na análise (MANLY, 2008).

No dendrograma obtido para laranjeira ‘Folha Murcha’ (Figura 13), foram classificados três grupos de porta-enxertos com efeitos similares, quando avaliadas todas as variáveis horticulturais incluídas na análise e uma distância de em torno de 0,8, segundo o critério de aglomeração do ‘vizinho mais próximo’ considerado nesta análise (MANLY, 2008). No primeiro agrupamento, aparecem os porta-enxertos tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ e tangeleiro ‘Orlando’ induzindo um desempenho horticultural bastante similar à laranjeira ‘Folha Murcha’, que em geral foi inferior àquele observado sobre outros porta-enxertos. Em um segundo grupo de similaridade, foram classificados os porta-enxertos tangerineira ‘Sunki’ e limoeiro ‘Cravo FCAV’. Em um terceiro conjunto, foram agrupados os porta-enxertos citrangeiro ‘Carrizo’, híbrido limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’, citrumelo ‘Swingle’, trifoliatas ‘FCAV’ e ‘Rubidoux’ e híbrido tangerineira ‘Changsha’ x trifoliata ‘English Small’. Neste conjunto, os porta-enxertos híbrido ‘Cravo’ x ‘Swingle’ e citrumeleiro ‘Swingle’ apresentaram um desempenho horticultural bastante similar, pela proximidade genética entre ambos os porta-enxertos. Os porta-enxertos ‘Cravo Limeira’ e trifoliata ‘Flying Dragon’ não foram agrupados com outros porta-enxertos, o que indica que seu efeito no desempenho horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’ foi distinto.

Figura 13 - Dendrograma da análise de agrupamentos indicando a similaridade entre grupos de porta-enxertos segundo o desempenho horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’ em doze porta-enxertos

Para limeira ácida ‘Tahiti’ também foi obtido o dendrograma da análise de agrupamentos (Figura 14). Considerando uma distância de 0,6 segundo o critério de aglomeração do ‘vizinho mais próximo’ utilizada na análise multivariada (MANLY, 2008), foram identificados dois grupos de porta-enxertos com efeitos similares. No primeiro grupo, foram incluídos os porta-enxertos limoeiros ‘Cravo Limeira’ e ‘Cravo FCAV’, tangeleiro ‘Orlando’, tangerineira ‘Sunki’ e híbrido limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’. Dentro desse agrupamento, os porta-enxertos limoeiros ‘Cravo FCAV’ e ‘Cravo Limeira’ induziram respostas bastante similares entre si às copas da limeira ácida ‘Tahiti’. Em um segundo grupo de similaridade, foram incluídos os porta-enxertos citrangeiro ‘Carrizo’, híbrido ‘Changsha’ x ‘English Small’, trifoliata ‘FCAV’, citrumeleiro ‘Swingle’, tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ e trifoliata ‘Rubidoux’. Neste conjunto, os porta-enxertos ‘Changsha’ x ‘English Small’ e trifoliata ‘FCAV’ induziram efeitos muito similares entre si nas copas de limeira ácida ‘Tahiti’. De forma similar ao observado na análise de agrupamentos da laranjeira ‘Folha Murcha’, também para limeira ácida ‘Tahiti’ o porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ teve um efeito único sobre as variáveis de desempenho horticultural,

distinto ao dos outros porta-enxertos.

Figura 14 - Dendrograma da análise de agrupamentos indicando a similaridade entre grupos de porta-enxertos segundo o desempenho horticultural da limeira ácida ‘Tahiti’ em doze porta-enxertos

Finalmente, para tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, o dendrograma da análise de agrupamentos indica a existência de dois conjuntos de porta-enxertos com efeitos similares sobre o desempenho horticultural desta copa (Figura 15). Considerando uma distância de 0,7 segundo o critério de aglomeração do ‘vizinho mais próximo’ na análise multivariada (MANLY, 2008), em um primeiro agrupamento foram incluídos os porta-enxertos citrangeiro ‘Carrizo’, híbrido ‘Cravo’ x ‘Swingle’, citrumeleiro ‘Swingle’, híbrido ‘Changsha’ x ‘English Small’ e trifoliata ‘Rubidoux’. Dentro deste agrupamento, os porta-enxertos híbrido limão ‘Cravo’ x citrumelo ‘Swingle’ apresentaram maior similaridade em seus efeitos, da mesma forma que observado para copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ (Figura 13). Em um segundo agrupamento, foram classificados os porta-enxertos tangerineiras ‘Sun Chu Sha Kat’ e ‘Sunki’ que, em geral, induziram um desempenho fraco, tanto na produtividade quanto na qualidade dos frutos. No dendrograma, observa-se também que os porta-enxertos tangeleiro ‘Orlando’, limoeiro ‘Cravo Limeira’, trifoliata ‘FCAV’, limoeiro ‘Cravo FCAV’ e trifoliata ‘Flying Dragon’ induziram

efeitos distintos às copas da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’. Novamente, para esta copa observa-se o efeito singular do porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’, que destacou-se pela alta eficiência produtiva e boa qualidade de frutos que induz às copas de ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’.

Figura 15 - Dendrograma da análise de agrupamentos indicando a similaridade entre grupos de porta-enxertos segundo o desempenho horticultural da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ em doze porta-enxertos

2.7 Discussão

A importância da diversificação de porta-enxertos para a citricultura brasileira é incontestável no contexto atual em que os pomares estão concentrados em regiões de grande continuidade espacial, genética e temporal, principalmente no Estado de São Paulo.

A seleção de novas alternativas de porta-enxertos para a citricultura brasileira deve ser baseada em uma análise conjunta de outras características hortícolas, além das meramente produtivas. O limoeiro ‘Cravo Limeira’ é um exemplo disto. Nas três cultivares copas estudadas, este porta-enxerto induziu produções acumuladas moderadas a altas, de frutos de maior tamanho individual. Esta é uma das principais razões do sucesso deste porta-enxerto entre os citricultores. No entanto, sua eficiência produtiva, em termos de massa de frutos produzida por unidade de volume de copa, é muito baixa. Isto implica que as plantas enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo Limeira’, embora produzam uma quantidade adequada de frutos, não utilizam todo o volume com potencial produtivo disponível, tornando-se plantas com copas grandes demais, porém produtivamente menos eficientes. Isto fica evidente na baixa eficiência produtiva induzida pelo limoeiro ‘Cravo Limeira’ às plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’.

O estudo simultâneo das três cultivares copa cítricas enxertadas nos mesmos doze porta-enxertos através das distintas variáveis hortícolas analisadas permitiu identificar, para cada copa, os porta-enxertos que aumentam o valor da produção, seja por aumento na quantidade de frutos, precocidade de maturação ou pela melhor qualidade dos mesmos.

Dentre os porta-enxertos estudados, destacam-se os trifoliatas e híbridos, com ênfase na seleção de trifoliata ‘Flying Dragon’, devido à alta eficiência produtiva e boa qualidade de frutos que confere às copas. A maior eficiência produtiva induzida pelo trifoliata ‘Flying Dragon’ às três cultivares copa avaliadas é consequência do reduzido tamanho que confere às plantas e da existência de menos pontos improdutivos ao interior das copas sobre esse porta-enxerto, diferentemente do que acontece em árvores sobre porta-enxertos mais vigorosos (TUCKER; WEATON; STOVER, 1998). A alta eficiência produtiva e o baixo vigor das árvores enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ são vantagens importantes em sistemas de plantio adensado, visando otimizar a produção de frutos (CASTLE, 1987; CASTLE et al., 1993; ROOSE et al., 1989; FERGUSON; SAKOVICH; ROOSE, 1990; FERGUSON; CHAPARRO, 2004; MADEMBA-SY et al., 1999; RICHARSON et al., 2002; STUCHI; DONADIO; SEMPIONATO, 2003; TAKAHARA et al., 2001). Neste estudo, a estimação do espaçamento de plantas de

laranjeira ‘Folha Murcha’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ a partir do tamanho de planta e a produtividade observadas no sétimo ano do plantio, apontou para um aumento da produtividade dessas combinações, utilizando menores espaçamentos entre plantas.

No entanto, a análise conjunta dos resultados em todas as copas demonstrou a grande susceptibilidade à deficiência hídrica nas árvores enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, o que determina a necessidade de que este porta-enxerto seja estabelecido em pomares com irrigação suplementar. Este efeito é particularmente importante em copas de limeira ácida ‘Tahiti’, que sofrem uma drástica redução da produção após períodos de alto déficit hídrico. A menor tolerância à deficiência hídrica induzida pelo porta-enxerto trifoliata foi anteriormente descrita por Figueiredo et al. (2002), em avaliações com escala de notas para limeira ácida ‘Tahiti’ sobre onze porta-enxertos na região de Bebedouro, SP. A grande susceptibilidade à deficiência hídrica induzida pelos porta-enxertos trifoliatas pode ser favorável por evitar brotações contínuas, que atraem mais pragas e são mais sujeitas às geadas, e por induzir safras mais tardias, além de contribuir para a redução do tamanho da planta a níveis de manejo e colheita mais fáceis.

Além da maior eficiência produtiva conferida pelo trifoliata ‘Flying Dragon’ às cultivares copa avaliadas, este porta-enxerto também induziu início de produção antecipado, com rendimentos mais estáveis no tempo.

Outra característica horticultural importante do trifoliata ‘Flying Dragon’ especificamente como porta-enxerto para laranjeira ‘Folha Murcha’ é a baixa incidência de CVC e menor severidade de sintomas que apresentam as árvores sobre esse porta-enxerto, em pomares não irrigados. Essas observações confirmam os relatos de Li et al. (1996b) em plantas de laranja doce ‘Pêra’ enxertadas sobre sobre *Poncirus trifoliata* e citrangeiro ‘Troyer’, que apresentaram aparição tardia dos sintomas de CVC, em comparação com as plantas enxertadas sobre ‘Sun Chu Sha Kat’ e ‘Sunki’, limoeiro ‘Cravo’ e limão ‘Volkameriano’, que desenvolveram rapidamente sintomas de CVC após a inoculação com *Xylella fastidiosa*. Esse efeito seria uma consequência indireta da brotação mais tardia das plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, provavelmente relacionada com a sua maior susceptibilidade à deficiência hídrica. A brotação tardia induzida pelo porta-enxerto *Poncirus trifoliata* em plantas de tangerineira ‘Silverhill’ foi relatada por Richardson et al. (2002). A falta de coincidência entre

a fase de brotação e o período de maior presença de cigarrinhas vetoras da CVC nas copas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ acarretaria em menor ataque dos insetos e na menor susceptibilidade à CVC das plantas sobre este porta-enxerto.

Outro efeito importante para copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ é a maior precocidade de maturação e alto valor de *ratio* que o trifoliata ‘Flying Dragon’ confere aos frutos.

Nas três cultivares copa avaliadas neste estudo, o tangeleiro ‘Orlando’ conferiu baixa tolerância à deficiência hídrica à laranjeira ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’, porém em plantas de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ esse porta-enxerto induziu alta tolerância à deficiência hídrica. Para limeira ácida ‘Tahiti’, foram relatados resultados contrastantes sobre a resposta à seca das plantas enxertadas sobre tangeleiro ‘Orlando’ na região de Bebedouro, SP. No estudo de Figueiredo et al. (2002), plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ sobre tangeleiro ‘Orlando’ resultaram ser altamente sensíveis à seca. No entanto, em outro estudo conduzido por Iriarte-Martel; Donadio e Figueiredo (1999) também na região de Bebedouro, avaliações visuais apontaram uma alta resistência à deficiência hídrica da limeira ácida ‘Tahiti’ quando enxertada sobre tangeleiro ‘Orlando’, em escala semelhante àquela sobre limoeiro ‘Cravo’. Os resultados apresentados para limeira ácida ‘Tahiti’ (Tabela 15) apontam uma tolerância baixa a média à deficiência hídrica das plantas sobre os porta-enxertos tangeleiro ‘Orlando’ e citrumeleiro ‘Swingle’, confirmando os resultados do estudo de Figueiredo et al. (2002).

O tangeleiro ‘Orlando’ conferiu grande vigor às copas, mas a produção acumulada e eficiência produtiva que induziu foram muito baixas, particularmente para laranjeira ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’. Adicionalmente, esse porta-enxerto atrasou a entrada em produção nas três cultivares copa avaliadas. Um efeito similar foi observado por Pompeu Júnior; Blumer e Salibe (2003) em copas de laranja doce cv. ‘Hamlin’, que apresentaram início de produção tardio quando enxertadas sobre tangeleiro ‘Orlando’. Ainda nas copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’, esse porta-enxerto conferiu baixa qualidade e atraso na maturação dos frutos. Em plantas de ‘Folha Murcha’ enxertadas sobre tangeleiro ‘Orlando’, constatou-se uma incidência de CVC similar à induzida pelos outros porta-enxertos, resultados estes distintos aos reportados por Laranjeira et al. (1998) e Pozzan; Pompeu Júnior e Garcia Júnior (2000), que não observaram sintomas de CVC em copas de laranja doce sobre tangeleiro ‘Orlando’. Por estas razões o tangeleiro ‘Orlando’ não é recomendado como porta-enxerto para copas de laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’.

Nas três cultivares copa avaliadas, a tangerineira ‘Sunki’ induziu uma moderada a alta tolerância à deficiência hídrica. Stuchi et al. (2000) também relataram uma alta tolerância à seca de laranjeira ‘Folha Murcha’ enxertada sobre tangerineira ‘Sunki’. Porém, esse porta-enxerto induziu baixas eficiências produtivas às três copas avaliadas (Tabela 4), fator que condiciona sua utilização nas condições deste estudo.

No estudo da resposta induzida pelos porta-enxertos sobre a tolerância ao déficit hídrico das plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’, comprovou-se que a avaliação de coloração de folhas no período de máxima estiagem é uma ferramenta simples e útil para quantificar diferenças na tolerância ao déficit hídrico entre porta-enxertos de citros. Diferentemente das avaliações visuais subjetivas, a medição da coloração externa das folhas em período de máxima estiagem permite quantificar o grau de estresse hídrico, podendo ainda ser relacionada com outras variáveis fisiológicas associadas à deficiência hídrica, como a quantidade de clorofilas foliares (DEIDDA et al., 1996; MADEIRA et al., 2003).

As avaliações colorimétricas de frutos de lima ácida ‘Tahiti’ classificados como aptos para exportação, permitiram a determinação quantitativa dos atributos de cor da fruta exportável.

As avaliações do desempenho horticultural da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em doze porta-enxertos, conduzidas em Bebedouro, SP, durante um período de sete anos, apontam os trifoliatas ‘Flying Dragon’ e ‘FCAV’ como porta-enxertos promissórios para essa copa. Ambos os porta-enxertos induziram uma maior produção de frutos destinados à exportação *in natura*, de maior tamanho e coloração de casca. Neste estudo foi constatado que, inclusive em condições de sequeiro, os porta-enxertos trifoliatas induziram maior porcentagem da produção anual de limeira ácida ‘Tahiti’ no segundo semestre, comparados com o limoeiro ‘Cravo Limeira’. Stuchi e Silva (2005) relataram o aumento da produção no segundo semestre em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ sobre ‘Flying Dragon’ com irrigação suplementar. O aumento na produção de frutos de lima ácida ‘Tahiti’ no segundo semestre é importante para o produtor, devido aos maiores preços pagos pela fruta no mercado interno (FNP, 2009).

Embora estivesse sob condições de sequeiro, o trifoliata ‘Flying Dragon’ induziu alta eficiência produtiva às copas de limeira ácida ‘Tahiti’. A resistência à gomose de *Phytophthora* das plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ enxertadas em trifoliata ‘Flying Dragon’, contrasta com a alta susceptibilidade das plantas sobre limoeiro ‘Cravo FCAV’, e é um fator importante a ser considerado na escolha do porta-enxerto para esta copa, pela drástica redução da vida produtiva

das plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ afetadas por gomose. Nas plantas enxertadas sobre trifoliata ‘FCAV’ foi constatada uma baixa tendência (17%) ao definhamento entre o quinto e sexto ano após o plantio, com sintomas similares aos produzidos por gomose de *Phytophthora*. Embora os trifoliatas e seus híbridos sejam considerados por vários autores como tolerantes à gomose de *Phytophthora* (CASTLE, 1987; MATTOS JÚNIOR et al., 2005), há relatos na Flórida do definhamento de mudas dos porta-enxertos citrumeleiro ‘Swingle’, citrangeiro ‘Carrizo’ e trifoliata ‘Flying Dragon’ causado por *Phytophthora nicotianae* e *P. palmivora* (BOWMAN; ALBANO; GRAHAM, 2002; GRAHAM; BRIGHT; McCOY, 2003). Outros estudos também relataram o definhamento de plantas sobre citrumeleiro ‘Swingle’ e alguns híbridos de trifoliata, após alguns anos de bom desempenho no campo (STOVER; CASTLE, 2002).

Nas três cultivares copa avaliadas, foi constatada influência significativa dos porta-enxertos sobre a alternância produtiva.

Em laranja ‘Folha Murcha’ e limeira ácida ‘Tahiti’, o porta-enxerto tangerineira ‘Sun Chu Sha Kat’ conferiu maior alternância às árvores, entre o terceiro e sétimo ano após o plantio. Em tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, os maiores índices de alternância foram observados nas árvores enxertadas sobre trifoliata ‘FCAV’ e tangeleiro ‘Orlando’, contrastando com os resultados obtidos em outras copas de tangerineira, que relataram a falta de efeito do porta-enxerto sobre a alternância produtiva (MOURÃO FILHO et al., 2007; STUCHI et al., 2008).

O elevado vigor induzido pelos porta-enxertos tangeleiro ‘Orlando’, citrangeiro ‘Carrizo’, híbridos ‘Changsha’ x ‘English Small’ e limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’, citrumeleiro ‘Swingle’ e tangerineiras ‘Sunki’ e ‘Sun Chu Sha Kat’, limita a utilização desses porta-enxertos em pomares de limeira ácida ‘Tahiti’, nos quais procura-se trabalhar com árvores de tamanho médio para facilitar os tratos culturais (MATTOS JÚNIOR; DE NEGRI; FIGUEIREDO, 2003). Ainda em plantas da limeira ácida ‘Tahiti’, o porta-enxerto ‘Changsha’ x ‘English Small’ mostrou alta percentagem de definhamento de copas, que atingiu 50% das copas avaliadas neste estudo até o sétimo ano do plantio, sem que esses sintomas fossem associados com nenhuma causa conhecida descrita na bibliografia disponível sobre esse porta-enxerto para citros. Provavelmente, trata-se uma resposta de incompatibilidade entre esse porta-enxerto e a copa de limeira ácida ‘Tahiti’. Este efeito deve ser considerado na seleção do citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’ como porta-enxerto para copas de limeira ácida ‘Tahiti’, considerando que a alta

incidência de falhas por definhamento reduz a produtividade por unidade de área e encurta a vida útil do pomar.

Dos resultados obtidos na avaliação da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ sobre doze porta-enxertos em Bebedouro, SP, é possível sugerir o porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ como alternativa para esta copa, pela maior eficiência produtiva e qualidade interna que confere aos frutos, além do início de produção antecipado que induz às plantas nele enxertadas (KOBAYASHI et al., 1995; NODA et al., 2001; RICHARDSON et al., 2002; SAWANO et al., 2004; TAKAHARA et al., 2001; YAHATA al., 2003). Recomenda-se também o porta-enxerto trifoliata ‘FCAV’, que induz alta eficiência produtiva e boa qualidade interna aos frutos. A maior eficiência produtiva induzida pelo porta-enxerto ‘Flying Dragon’ às árvores da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, confirma resultados de estudos anteriores sobre o efeito desse porta-enxerto na maior eficiência produtiva de tangerineira ‘Satsuma’ (TAKAHARA et al., 2001). Porém, devido à baixa tolerância à deficiência hídrica induzida às plantas por esse porta-enxerto, recomenda-se sua utilização com irrigação suplementar.

Adicionalmente, outro fator importante a considerar na utilização dos trifoliatas ‘Flying Dragon’ e ‘FCAV’ como porta-enxertos para tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ é o atraso na maturação dos frutos, o que é importante para cultivares de maturação precoce como ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’. Um efeito similar dos trifoliatas foi observado por Bordinon et al. (2003) em plantas de laranja doce cv. ‘Valência’. Este atraso na maturação dos frutos induzido pelos trifoliatas pode estar relacionado com o atraso na brotação e florescimento das árvores sobre esses porta-enxertos (RICHARDSON et al., 2002).

Já o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo FCAV’ destaca-se para copas de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ pelo bom desempenho, em termos da precocidade do início da produção, maior produção acumulada e maior tamanho dos frutos que induz nas plantas em condições de sequeiro. O efeito do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ sobre a precocidade de maturação das tangerinas tem sido extensamente abordado (POMPEU JÚNIOR, 2005). No entanto, neste estudo observou-se um menor teor de acidez e sólidos solúveis no suco das tangerinas colhidas sobre limoeiro ‘Cravo FCAV’, confirmando a produção de frutos de menor qualidade interna induzida por esse porta-enxerto, que também foi relatada para outras copas de tangerineiras (MOURÃO FILHO et al., 2007; STUCHI et al., 2008). Baixos teores de sólidos solúveis também foram observados nos frutos colhidos de plantas sobre tangeleiro ‘Orlando’, que induziu um maior

tamanho de frutos nas copas da tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, em detrimento da qualidade interna, provavelmente por um efeito de diluição do suco dentro do fruto. Por outro lado, os frutos de tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ colhidos sobre trifoliata ‘Flying Dragon’ apresentaram menor tamanho e maiores teores de sólidos solúveis no suco, confirmando resultados anteriormente obtidos para ‘Satsumas’ (KOBAYASHI et al., 1995; NODA et al., 2001; RICHARDSON et al., 2002; SAWANO et al., 2004; TAKAHARA et al., 2001; YAHATA et al., 2003). Tem sido sugerido que a maior deficiência hídrica induzida pelo porta-enxerto ‘Flying Dragon’ às copas de ‘Satsuma’ nas etapas de desenvolvimento dos frutos, poderia acelerar a acumulação de açúcares no suco dos frutos (YAHATA et al., 2003).

A análise multivariada é uma técnica estatística muito utilizada em estudos taxonômicos e para classificação de genótipos de citros utilizando descritores morfológicos e características de maturação dos frutos (COLETTA FILHO et al., 1998; DOMINGUES et al., 1997, 1999). No entanto, essa técnica não tem sido aplicada em estudos de avaliação horticultural de porta-enxertos para as copas consideradas neste estudo. Nas análises de agrupamentos realizadas para cada uma três copas sobre os mesmos doze porta-enxertos, houve coincidência no comportamento dos porta-enxertos citrangeiro ‘Carrizo’, híbridos limoeiro ‘Cravo’ x citrumeleiro ‘Swingle’ e citrandarin ‘Changsha’ x ‘English Small’, citrumeleiro ‘Swingle’ e trifoliata ‘Rubidoux’, que foram classificados dentro de um mesmo agrupamento com desempenho horticultural similar para as três cultivares copa estudadas. Para copas de laranja ‘Folha Murcha’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo Limeira’ apresentou um comportamento diferente ao dos outros porta-enxertos. Porém, para copas de limeira ácida ‘Tahiti’, este porta-enxerto teve efeito similar ao do limoeiro ‘Cravo FCAV’. Já o porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ não foi agrupado junto com nenhum outro porta-enxerto, indicando que seu efeito sobre o desempenho horticultural da laranja ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ foi único.

3 CONCLUSÕES

1) A avaliação horticultural de copas de laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ em doze porta-enxertos permitiu identificar porta-enxertos alternativos ao limoeiro ‘Cravo’, sendo estes os trifoliatas ‘Flying Dragon’, ‘FCAV’ e ‘Rubidoux’.

2) O porta-enxerto trifoliata ‘Flying Dragon’ constitui uma alternativa ao limoeiro ‘Cravo’ para copas de laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, pela maior eficiência produtiva, precocidade no início de produção, melhor qualidade que confere aos frutos de todas as copas, pela maior produção de frutos exportáveis e resistência à gomose de *Phytophthora* que induz às plantas de limeira ácida ‘Tahiti’, e pela menor incidência de CVC observada em plantas não irrigadas de laranjeira ‘Folha Murcha’.

3) Da estreita relação entre eficiência produtiva e volume de copa observada nas plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’, limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’ enxertadas sobre trifoliata ‘Flying Dragon’, é possível recomendar a utilização deste porta-enxerto para situações de plantio adensado, desde que seja providenciada a irrigação suplementar, devido à alta susceptibilidade à deficiência hídrica que este porta-enxerto induz nas três cultivares copa.

4) O trifoliata ‘FCAV’ também teve um bom desempenho para copas de laranjeira ‘Folha Murcha’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, induzindo uma alta eficiência produtiva e boa qualidade de frutos dessas copas. Para maximizar os benefícios com o uso deste porta-enxerto, recomenda-se o adensamento do plantio sobre estes porta-enxerto e sua utilização com irrigação suplementar, devido à alta sensibilidade à deficiência hídrica que induz às copas.

5) Para pomares não irrigados de laranjeira ‘Folha Murcha’ e tangerineira ‘Satsuma’ cv. ‘Okitsu’, o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo FCAV’ apresentou melhor desempenho que o limoeiro ‘Cravo Limeira’, por induzir altas produções de frutos, maior tolerância à deficiência hídrica, com eficiência produtiva e qualidade de frutos similares às das plantas sobre limoeiro ‘Cravo

Limeira'. Contudo, o limoeiro 'Cravo FCAV' não é recomendado para copas de limeira ácida 'Tahiti', pela alta sensibilidade à gomose de *Phytophthora* que apresenta essa combinação.

6) O tangeleiro 'Orlando' induziu o pior desempenho horticultural às plantas de laranjeira 'Folha Murcha', limeira ácida 'Tahiti' e tangerineira 'Satsuma' cv. 'Okitsu', não sendo sua recomendada sua utilização como porta-enxerto para essas copas.

7) As avaliações colorimétricas de folhas de laranjeira 'Folha Murcha' e limeira ácida 'Tahiti' demonstraram ser uma ferramenta objetiva, prática e precisa para avaliação da tolerância à deficiência hídrica dessas copas.

8) A análise multivariada, através da técnica de análise de agrupamentos, permitiu diferenciar grupos de porta-enxertos com efeitos similares nas três variedades copa estudadas, obtendo-se conclusões mais amplias sobre a influência dos porta-enxertos nas múltiplas respostas horticulturais avaliadas.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR-VILDOSO, C.I.; POMPEU JÚNIOR, J. Inoculação de *Phytophthora parasitica* em caule de variedades cítricas pelo método do palito. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 240, suppl., 1997.
- AMARAL, A.M. do; CARVALHO, S.A.; DOMINGUES, A.D.; DEZOTTI, D.F.; BAPTISTA, J.C.; MACHADO, M.A. Reação de acessos de citros a *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* sob condições de casa-de-vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Uberlândia, v. 8, p. 284, 2003.
- AMARANTE, C.V.T.; BISOGNIN, D.A.; STEFFENS, C.A.; ZANARDI, OZ; ALVES, E.O. Quantificação não destrutiva de clorofilas em folhas através de método colorimétrico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 471-475, 2008.
- AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; PALAZZO, D.A.; BASSANEZI, R.B.; GODOY, C.V.; TORRES, G.A.M. Clorose variegada dos citros: uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 174-180, jun. 1993.
- AMORÓS, C.M. **Producción de agrios**. Valencia: Mundi-Prensa, 1995. 286 p.
- ANDRADE, L.N.T.; LEAL, M.L.S.; SILVA, A.O.; SANTOS, M.S. dos. **Perda estimada de laranja Pêra por Clorose Variegada dos Citrus**. DEAGRO/Embrapa Tabuleiros Costeiros. Disponível em: <<http://www.deagro.se.gov.br/modules/wfdownloads/visit.php>>. Acesso em: 20 abr. 2008.
- ARAÚJO, J.R.G.; SALIBE, A.A. Caracterização físico-morfológica de frutos de microtangerinas (*Citrus* spp.) de potencial utilização como porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 618-621, 2002.
- BARBASSO, D.V. **Caracterização fenológica e físico-química de variedades de tangerinas em três porta-enxertos**. 2005. 101 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2005.
- BASSANEZI, R.B.; GIMENES-FERNÁNDES, N.; MASSARI, C.A. **Resultados do levantamento detalhado da morte súbita dos citros na região afetada - junho a setembro de 2002**. Araraquara: Fundecitrus, 2002. 9p.
- BASSANEZI, R.B.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOTTFELD, T. R.; BOVÉ, J. M. Spatial and temporal analyses of citrus sudden death, as a tool to generate hypotheses concerning its ethiology. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 93, p. 502-512, 2003.
- BERETTA, M.J.G.; POMPEU JR., J.; DERRICK, K.S.; LEE, R.F.; HEWITT, B.; BARTHE, G. Evaluation of roostocks in Brazil for field resistance to declinio. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7., 1992, Acireale. **Proceedings...** Acireale: International Society of Citriculture,

1994. v. 2, p. 841-843.

BERETTA, M.J.G.; HARAKAVA, R.; CHAGAS, C.M.; DERRICK, K.S.; BARTHE, G.A.; CECCARDI, T.L.; LEE, F.; PARADELA, O.; SUGIMORI, M.; RIBEIRO, I. First report of *Xylella fastidiosa* in coffee. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 80, p. 821, 1996.

BLUMER, S.; POMPEU JÚNIOR, J. Avaliação de citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para citros em São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 264-267, ago. 2005.

BORDIGNON, R.; MEDINA FILHO, H.P.; SIQUEIRA, W.J.; PIO, R.M. Características da laranjeira ‘Valência’ sobre clones e híbridos de porta-enxertos tolerantes à tristeza. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 381-395, 2003.

BORGES, A.C.G.; MIRANDA COSTA, V.M.H. de. A evolução do agronegócio citrícola paulista **Revista Uniara**, Araraquara, n. 17/18, p. 101-123, 2005.

BOSQUEZ-MOLINA, E.; DOMÍNGUEZ-SOBERANES, J.; PÉREZ-FLORES, L.J.; DIAZ-DE-LEÓN-SÁNCHEZ, F.; VERNON-CARTER, J. Effect of edible coatings on storage life of mexican limes (*Citrus aurantifolia* Swingle) harvested in two different periods. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 632, p. 329-335, 2004.

BOTEON, M.; BRAGA, D.; PUPIN, F. Dados econômicos: Mercados interno e externo. In: **Dia do limão ‘Tahiti’**, 7., 2007, Cordeirópolis. Cordeirópolis: Centro APTA Citros “Sylvio Moreira”, 2007. Palestra. Disponível em: <www.cepea.esalq.usp.br/citros/?id_page=707&i=8>. Acesso em: 10 abr. 2008.

BOVÉ, J.M.; AYRES, A.J. Etiology of three recent diseases of citrus in São Paulo State: Sudden Death, Variegated Chlorosis and Huanglongbing. **IUBMB Life**, Oxford, v.59, n. 4/5, p. 346-354, Apr./May 2007.

BOWMAN, K.D.; ALBANO, J.P.; GRAHAM, J.H. Greenhouse testing of rootstocks for resistance to *Phytophthora* species in flatwoods soil. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Science**, Gainesville, v. 115, p. 10-13, 2002.

BRLANSKY, R.H.; DAMSTEEGT, V.D.; HARTUNG, J.S. Transmission of the citrus variegated chlorosis bacterium *Xylella fastidiosa* with the sharpshooter *Oncometopia nigricans*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 86, n. 11, p. 1237-1239, 2002.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. 4. ed. Piracicaba: FEALQ, 1983. 349 p.

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

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

CASTLE, W.S.; FERGUSON, J.J. **Citrus rootstocks and their on-site evaluation**. Gainesville: University of Florida, Horticultural Sciences Department, IFAS Extension, 2003. 5 p. (Bulletin, HS 949).

CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H.; KREZDORN, A.H.; YOUTSEY, C.O. **Rootstocks for Florida citrus: rootstocks selection. The first step to success**. 2nd ed. Orlando: IFAS, University of Florida, 1993. 92 p.

CASTLE, W.S.; GROSSER, J.W.; GMITTER JR., F.G.; SCHNELL, R.J.; AYALA-SILVA, T.; CRANE, J.H.; BOWMAN, K.D. Evaluation of new citrus rootstocks for 'Tahiti' lime production in Southern Florida. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Science**, Gainesville, v. 117, p. 174-181, 2004.

CENTRO DE INFORMÁTICA NA AGRICULTURA. **Curso SAS: estatística básica**. Piracicaba: CIAGRI, 2008.

COELHO, Y.S.; POMPEU JR., J.; BASTOS, B.; DORNELLES, C.M.M.; SOUZA, E.S.; CALDAS, R.C. Maturation and quality of Pera sweet orange in Brazil. . In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7., 1992, Acireale. **Proceedings...** Acireale: International Society of Citriculture, 1994. v. 2, p. 517-520.

COLETTA FILHO, H.D.; MACHADO, M.A.; TARGON, M.L.P.N.; MOREIRA, M.C.P.Q.D.G.; POMPEU JÚNIOR, J. Analysis of the genetic diversity among mandarins (*Citrus* spp.) using RAPD Markers. **Euphytica**, Berlin, v. 102, p. 133–139, 1998.

COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. **Classificação: conceito**. São Paulo, 2004. Disponível em: <www.ceagesp.com.br>. Acesso em: 10 jan. 2009.

Commission Internationale de l'Eclairage, CIE. **Colorimetry**. 2nd ed. Vienna: Central Bureau of the CIE, 1986. (Publication CIE, 15.2).

CITROLIMA. **Trifoliata**. Disponível em: <<http://www.citrolima.com.br/portaenxertos/portaenxertos.htm>>. Acesso em: 09 dez. 2005.

CARDOSO, S.C. **Avaliação da resistência a *Xylella fastidiosa* Wells et al. e *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* Vauterin et al. em plantas transgênicas de *Citrus sinensis* L. Osbeck expressando os genes atacina A ou Xa21**. 2008. 99 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CUNHA SOBRINHO, A.P. da; PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W.S. Diversificação de porta-enxertos na citricultura do Nordeste. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA INOVADORA PARA O NORDESTE, 1986, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 1986. p. 228-234.

CYRILLO, F.L.L. **Avaliação fenotípica de seleções de tangerina "Satsuma" (*Citrus unshiu* Marcovith) nas condições climáticas da região de Jaboticabal**. 2000. 107 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2000.

DE CASTRO JORGE, L.A. **Aeromodelo da Embrapa ajuda mapear Morte Súbita dos Citros no Triângulo Mineiro e São Paulo**. 2003. Disponível em: <www.portaldoagronegocio.com.br>. Acesso em: 09 dez. 2005.

DE NEGRI, J.D.; BLASCO, E.E.A. Planejamento e implantação de um pomar cítrico. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. (Eds.). **Citricultura brasileira**, 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p.318-332.

DEIDDA, P.; SPANO, D.; ARCA, B.; VENTURA, A.; DUCE, P. Colorimetric analysis for determining leaf water status in *Citrus*. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 8., 1996, Sun City. **Proceedings...** Acireale: International Society of Citriculture, 1996. v. 2, p. 1065-1068.

DOMINGUES, E.T.; MATTOS JR., D.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JÚNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O.; SUGAHARA, V.Y. Seleção de clones de laranja Pêra, quanto ao período de maturação, com o uso da análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 1, p. 89-101, 1997.

DOMINGUES, E.T.; SOUZA, V.C.; SAKURAGUI, C.M.; POMPEU JÚNIOR, J.; PIO, R.M.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; SOUZA, J.P. Caracterização morfológica de tangerinas do Banco Ativo de Germoplasma de Citros do Centro de Citicultura Sylvio Moreira/IAC. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, p. 197-206, 1999.

DONADIO, L.C.; FIGUEIREDO, J.O.; PIO, R.M. **Variedades cítricas brasileiras**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 228 p.

DONADIO, L.C.; STUCHI, E.S.; LIMA CYRILLO, F.L. **Tangerinas ou mandarinas**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 40 p. (Boletim Citrícola, 5).

DONADIO, L.C.; STUCHI, E.S.; POZZAN, M.; SEMPIONATO, O.R. **Novas variedades e clones de laranja-doce para indústria**. Jaboticabal: UNESP; FUNEP; EECB, 1999. 42 p. (Boletim Citrícola).

ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CITRICULTURA DE BEBEDOURO. **Relatório de Atividades 2007**. Bebedouro: Fundação de Pesquisas Agroindustriais de Bebedouro, 2008. 47 p.

FERGUSON, L. **Satsuma and Clementina variety and rootstock trials**. 2002. Disponível em: <<http://www.citrusresearch.org/annual99/ferguson.html>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

FERGUSON, L., CHAO, C.T. Performance of 'Okitsu Wasi' and 'Dobashi Beni' Satsuma mandarins on eight different rootstocks in California's Central Valley. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Orlando, v. 1, p. 133, 2000.

FERGUSON, L.; CHAPARRO, J. **Dwarfing and freeze hardening potential of trifoliolate orange rootstocks**. Gainesville: University of Florida, Horticultural Sciences Department, IFAS Extension, 2004. 6 p. (Bulletin, HS 982).

FERGUSON, L.; SAKOVICH, N.; ROOSE, M. **California citrus rootstocks**. Riverside: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1990. 18 p. (Publication, 21477).

FERREIRA, F.R.; SANTOS, I.R.I. Recursos genéticos de citros no Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: MELHORAMENTO, 7., 2002. Bebedouro **Anais...** Bebedouro, 2002. p. 17-25.

FIGUEIREDO, J.O.; POMPEU JÚNIOR, J.; RODRIGUEZ, O.; CAETANO, A.A.; ROCHA, T.R.; IGUE T. Competição de dez porta-enxertos para a laranjeira Barão (*Citrus sinensis* L. Osb.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. p. 501-516.

FIGUEIREDO, J.O.; POMPEU JR., J.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; PIO, R.M.; LARANJEIRA, F.F.; LIMA, J.E.O.; SALIBE, A.A. Porta-enxertos para a lima ácida 'Tahiti' na região de Aguai, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, p. 435-439, 2000.

FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; LARANJEIRA, F.F.; PIO, R.M.; SEMPIONATO, O.R. Porta-enxertos para a lima ácida 'Tahiti' na região de Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 155-159, 2002.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. Citrus. In: _____. **Agrianual 2009**: anuário da agricultura brasileira, São Paulo: Editora FNP, 2009. p. 267-300.

FUNDECITRUS. Descobertos mais seis vetores da CVC. **Revista do FUNDECITRUS**, Araraquara, v. 14, n. 94, p. 7-8, 1999.

_____. **Manual da CVC**. Araraquara: Fundo de Defesa da Citricultura, 2004. 12 p.

_____. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br>>. Acesso em: 09 jan. 2009.

GIMENES-FERNANDES, N.; BASSANEZI, R.B. Doença de causa desconhecida afeta pomares cítricos no norte de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 27, p. 93, 2001.

GONÇALVES, A.M.O.; MOLINA, R.O.; NUNES, W.M.C.; ZANUTTO, C.A. Incidência de *Dilobopterus costalimai* Young e *Acrogonia citrina* Marucci & Cavicholi, em pomares cítricos no noroeste paranaense. **Acta Scientia Agronomica**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 321-324, 2008.

GONZÁLEZ-JAÍMES, E.P.; SOUZA, P.S. de; WICKERT, E.; DONADIO, L.C. Avaliação da resistência à *Xylella fastidiosa* em germoplasma de tangerina e híbridos introduzidos da Itália e Córsega. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 579-582, 2002.

GRAÇA, J.; DA SILVA, BARROS, J.C.S.M.; CELESTINO, R.C.A.; VASCONCELLOS, H.O. Porta-enxertos para laranja Natal no Norte Fluminense. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, p. 449-456, 2001.

GRAHAM, J.H.; BRIGHT, D.B.; McCOY, C.W. *Phytophthora-Diaprepes* weevil complex: *Phytophthora* spp. relationship with citrus rootstocks. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, n. 1, p. 85-90, 2003.

GRANT, T.J.; MOREIRA, S.; SALIBE, A.A. Citrus variety reaction to tristeza virus in Brazil when used in various rootstock and scion combinations. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 45, p. 416-421, 1961.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR., F.T.D. **Plant propagation**: principles and practices. 5th ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1990. p. 305-312.

HARTUNG, J.S.; BERETTA, M.J.G.; BRLANSKY, R.H.; SPISSO, J.; LEE, R.F. Citrus variegated chlorosis bacterium: axenic culture, pathogenity and sorological relationships with other strains of *Xylella fastidiosa*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 84, p. 591-597, 1994.

HATTON, T.T.; REEDER, F.; CHEF, V. Some characteristics of Tahiti limes at equal periods of time after different blooms. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Science** Gainesville, v. 96, p. 345-346, 1983.

HE, C. X.; LI, W.B.; AYRES, A.J.; HARTUNG, J.S.; MIRANDA, V.S.; TEIXEIRA, D.C. Distribution of *Xylella fastidiosa* in citrus rootstocks and transmission of citrus variegated chlorosis between sweet orange (*C. sinensis* (L.) Osbeck) plants through natural root-grafts. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 84, p. 622-626, 2000.

HODGSON, R.W. Horticultural varieties of Citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1967. p. 431-591.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Citros**. 2009. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Citros/Citros.htm>> Acesso em: 10 jan. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-es/f-esta.html>> Acesso em: 14 ago. 2006.

IRIARTE-MARTEL, J.H.; DONADIO, L.C.; FIGUEREIDO, J.O. Efeito de onze porta-enxertos sobre a qualidade dos frutos e desenvolvimento das plantas da lima ácida ‘Tahiti’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 235-238, 1999.

JACOMINO, A.P.; MENDONÇA, K.; KLUGE, R.A. Armazenamento refrigerado de limões ‘Siciliano’ tratados com etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 45-48, 2003.

KOBAYASHI, Y.; OHNO, H.; OKADA, M.; SHIKARO, E.; MAKITA, Y.; KOGAMI, H.; IGUCHI, I.; HARA, S.; KUROYANAGI, E.; SASAKI, T. Effects of ‘Hiryo’ (‘Flying Dragon’) rootstock on tree growth, yield and fruit quality of ‘Aoshima Unshiu’. **Bulletin of the Shizuoka Prefectural Citrus Experiment Station**, Shizuoka, v. 26, p. 23-30, 1995.

KOLLER, O.C. **Citricultura**: laranja, limão e tangerina. Porto Alegre: Rigel, 1994. 446 p.

- KRUGNER, R.; LOPES, M.T.V.; DE SANTOS, J.S.; BERETTA, M.J.G.; LOPES, J.R.S. Transmission efficiency of *Xylella fastidiosa* to citrus by sharpshooters and identification of two new vector species. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 14., 1998, Campinas. **Programs and abstracts...** Campinas: IOCV, 2000. p. 81.
- LACAVA, W.L.; ARAÚJO, J. M.; MACCHERONI JR., W.; AZEVEDO, J.L. Interaction between endophytic bacteria from citrus plants and the phytopathogenic bacteria *Xylella fastidiosa*, causal agent of citrus-variegated chlorosis. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 39, n. 1, p. 55-59, 2004.
- LARANJEIRA, F.F.; PALAZZO, D.A. Danos qualitativos à produção de laranja 'Natal' causados pela clorose variegada dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 20, n. 1, p. 77-91, 1999.
- LARANJEIRA, F.F.; POMPEU JÚNIOR, J. Comportamento de quinze cultivares de laranja doce afetadas pela clorose variegada dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 2, p. 401-411, 2002.
- LARANJEIRA, F.F.; HARAKAVA, R.; CARVALHO, S.A.; POMPEU JR., J.; FIGUEIREDO, J.O. Avaliação sorológica e sintomatológica da ocorrência de *Xylella fastidiosa* e clorose variegada dos citros (CVC) no Banco Ativo de Germoplasma do IAC. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 335, 1996a.
- LARANJEIRA, F.F.; MÜLLER, G.W.; TRINDADE, J.; SILVA, L.M.S. Constatação da clorose variegada dos citros (CVC) no Estado de Sergipe. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 521, 1996b.
- LARANJEIRA, F.F.; MÜLLER, G.W.; VAZ FILHO, D.; POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos não influenciam na expressão da clorose variegada dos citros (CVC) em laranjas-doces. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 212-214, abr. 2001.
- LARANJEIRA, F.F.; POMPEU JÚNIOR, J.; GARCIA JÚNIOR, A.; VIEIRA, M.; HARAKAVA, R.; BERETTA, M.J.G. Screening for tolerance of citrus to *Xylella fastidiosa*, the causal agent of citrus variegated chlorosis CVC. **Fruits**, Les Ulis Cedex, v. 53, n. 5, p. 345-349, 1998.
- LARANJEIRA, F.F.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; CLETTA FILHO, H.D. Fungos, procariotas e doenças abióticas. In: MATTOS JÚNIOR, D. de (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundag, 2005a. cap. 18, p. 511-566.
- LARANJEIRA, F.F.; BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L.; GOTTWALD, T.R.; BERGER, R.D.; LOPES, J.R.S. Spatial-temporal dynamics of citrus variegated chlorosis in São Paulo State, Brazil. **Proceedings of the 9th International Workshop on Plant Disease Epidemiology**, Stanford, v. 8, p. 55, 2005b.
- LEE, R.F.; BERETTA, M.J.G.; DERRICK, K. Clorose variegada dos citros: uma nova e destrutiva doença dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 12, n. 2, p. 357-363, 1991.

LEE, R.F.; BERETTA, M.J.; DE NEGRI, J.D.; DERRICK, K.S.; NETO, J.T. Clorose variegada dos citros: isolamento da bactéria *Xylella fastidiosa* e produção de anticorpo clonal. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13, n. 2, p. 533-539, 1992.

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

LEITE JÚNIOR, R.P.; HUANG, G.F.; BUENO, B. Ocorrência da clorose variegada dos citros no Estado de Santa Catarina. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 214, 1997.

LI, W.B. **Avaliação do comportamento de variedades de copas e porta-enxertos à clorose variegada dos citros**. 1997. 55 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1997.

LI, W.B.; DONADIO, L.C.; BERETTA, M.J.G.; ROSSETTI, V.; SEMPIONATO, O.R.; LEMOS, E.G.M.; MIRANDA, V.S. Resistance or tolerance of citrus species and varieties to citrus variegated chlorosis. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Nelspruit, v. 1, p. 216-218, 1996a.

LI, W.B.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R.; STUCHI, E.S.; ROSSETTI, V.; BERETTA, M.J.G. Effect of 20 rootstocks on resistance of sweet orange Pêra (*C. sinensis* L. Osbeck) to Citrus Variegated Chlorosis. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Nelspruit, v. 1, p. 286-289, 1996b.

LI, W.B.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R. Citrus variegated chlorosis: resistance evaluation of Natal orange clones. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 14., 1998, Campinas. **Programs and Abstracts...** Campinas: IOCV, 1998. p. 83.

LI, W.B.; HE, C.X.; AYRES, A.J.; DONADIO, L.C. Susceptibility of tangerines to citrus variegated chlorosis. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 535, p. 253-257, 2000.

LI, W.B.; PRIA, W.D.; Jr.; LACAVA, P.M.; QIN, X.; HARTUNG, J. S. Presence of *Xylella fastidiosa* in sweet orange fruit and seeds and its transmission to seedlings. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 93, n. 8, p. 953-958, 2003.

LIBERATO, J.R.; QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; MATSUOKA, K.; LARANJEIRA, F.F.; MILES, A.K. **Citrus variegated chlorosis (*Xylella fastidiosa*)**. 2007. Pest Disease Image Library. Disponível em: <<http://www.padil.gov.au>>. Acesso em: 20 abr. 2008.

LIMA, J.E.O. Novas técnicas de produção de mudas cítricas. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 7, n. 2, p. 463-468, 1986.

MACHADO, M.A.; SILVÉRIO, J.L.; BAPTISTA, C.R.; CRISTOFANI, M.; TEÓFILO SOBRINHO, J. Avaliação da transmissão e seleção de variedades à clorose variegada dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13, n. 2, p. 515-531, 1992.

MACHADO, E.C.; QUAGGIO, J.A.; LAGÔA, A.M.M.A. de; TICELLI, M.; FURLANI, P.R. Trocas gasosas e relações hídricas em laranjeiras com Clorose Variegada dos Citros. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 53-57, 1994.

MADEIRA, A.C.; FERREIRA, A.; VARENNES, A. de; VIEIRA, M.I. Spad meter versus triestimulus colorimeter to estimate chlorophyll content and leaf color in sweet pepper. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Oxford, v.34, n. 17/18, p. 2461-2470, 2003.

MADEMBA-SY, F.; LEBEGIN, S.; LEMERRE-DESPREZ, Z. Use of *Poncirus trifoliata* Flying Dragon as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. **Fruits**, Les Ulis Cedex, v. 54, n. 5, p. 299-310, 1999.

MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M.L.; CABRAL, C.P.; PRATES, H.S. VITTI, G.C. Nova anomalia dos citros: estudos preliminares (1). **Laranja**, Cordeirópolis, v. 11, n. 1, p. 15-38, 1990.

MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M.L.; CABRAL, C.P.; PRATES, H.S. Novas observações sobre o “amarelinho” ou clorose variegada dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 14, n. 1, p. 177-200, 1993.

MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. (Org.). **Lima ácida ‘Tahiti’**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2003. 162 p.

MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fapesp, 2005. v. 1, 929 p.

MAVRDIEVA, V.; LEVY, L.; GABRIEL, D.W. Improved sampling methods for real time polymerase diagnosis of citrus canker from field samples. **Phytopathology**, Beltsville, v. 94, n. 1, p. 61-64, 2004.

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

MEDINA FILHO, H.P.; BORDIGNON, R.; BALLVÉ, R.M.L.; CARVALHO, M.R.T. Porta-enxertos híbridos de citros produzidos no Instituto Agrônômico de Campinas. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13, n. 2, p. 777-792, 1992.

MENDES, B.J.M.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; FARIAS, P.C.M.; BENEDITO, V.A. Citrus somatic hybridization with potential for improved blight and CTV resistance. **In vitro Cellular & Developmental Biology Plant**, Columbia, v. 37, n. 4, p. 256-261, 2001.

MENDES-DA-GLÓRIA, F.J.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; MENDES, B.M.J. Plant regeneration from protoplast of brazilian citrus cultivars. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 727-732, 2000.

MOURÃO FILHO, F.A.A.; COUTINHO, A.; DONADIO, L.C.; MENDES, B.M.J.; LI, W. Melhoramento dos citros para resistência à CVC. In: DONADIO, L.C.; MOREIRA, C.S. **Clorose**

variegada dos citros. Bebedouro: FUNDECITRUS, 1997. p. 54-72.

MOURÃO FILHO, F.A.A., ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; STUCHI, E.S.; ORTEGA, E.M.M. Plant growth, yield, and fruit quality of ‘Fallglo’ and ‘Sunburst’ mandarins on four rootstocks. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v. 114, p. 45-49, 2007.

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

NEVES, E.M. Situação atual e perspectivas da citricultura no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CITRICULTURA, 3., 2008, Piracicaba. **Palestra...** Piracicaba: ESALQ, 2008. p. 15-20.

NODA, K.; OKUDA, H.; KIHARA, T.; IWAGAKI, I.; KAWASE, K. Effects of rootstocks on the growth and fruit quality in very early ripening Satsuma mandarin ‘Yamakawa’. **Journal of the Japanese Society of Horticultural Science**, Tokyo, v. 70, p. 78–82, 2001 (in Japanese with English summary).

NUNES, W.M.C. **Epidemiologia da clorose variegada dos citros (CVC) avaliada por sintomas e diagnóstico serológico e molecular de *Xylella fastidiosa*.** 1999. 144p. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1999.

NUNES W.M.C.; ZANUTTO, C.A.; CORAZZA-NUNES, M.J.; MOLINA, R.O. Análise espaço-temporal da clorose variegada dos citros no Noroeste de Paraná, com uso de PCR para detecção de *Xylella fastidiosa*. **Acta Scientia Agronomica**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 421-425, 2006.

OLIVEIRA, R.P.; CANTILLANO, R.F.F.; MALGARIM, M.B.; TREPTOW, R.O.; GONÇALVES, A.S. **Características dos citros apirênicos produzidos no Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 41 p. (EMBRAPA Clima Temperado. Documentos, 141).

PASSOS, O.S.; CUNHA SOBRINHO, A.P.; COELHO, Y.S. O *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. no Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2., 1973, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBF, 1973. p. 149-157.

PASSOS, O.S.; SOARES FILHO W.S.; DONADIO, L.C. História do melhoramento genético de citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 7., 2002, Bebedouro. **Melhoramento...** Bebedouro: EECB, 2002. p. 1-16.

PEARCE, S.C.; DOBERSEK-URBANC, S. The measurements of irregularity in growth and cropping. **Journal of Horticultural Science**, Geneva, v. 42, p. 295-305, 1967.

PIMENTEL-GOMES, F.. **Curso de estatística experimental.** 14. ed. Piracicaba:ESALQ, 2000. 468 p.

PIO, R.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; MENDES, B.M.J.; ENTELMANN, F.A.; ALVES, A.S.R. Propagation of citrus somatic hybrids with potential for utilization as rootstocks. **Fruits**, Les Ulis Cedex, v. 61, n. 1, p. 1-7, 2006.

POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos para citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. (Eds.). **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p. 265-280.

_____. Porta-enxertos para citros. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fapesp, 2005. p. 63-104.

POMPEU JÚNIOR, J.; BLUMER, S.; LARANJEIRA, F.F. Novos híbridos de trifoliata para a citricultura paulista. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 2, p. 413-425, 2002a.

POMPEU JÚNIOR, J.; LARANJEIRA, F.F.; BLUMER, S. Laranjeiras ‘Valência’ enxertadas sobre híbridos de trifoliata. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, 93-97, 2002b.

POMPEU JÚNIOR, J.; BLUMER, S.; SALIBE, A.A. Tangerinas e tangelos como porta-enxertos para a laranja ‘Hamlin’. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 2, p. 413-422, 2003.

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

POZZAN, M.; POMPEU JÚNIOR, J.; GARCIA JÚNIOR, A. Possibilidades industriais do tangelo ‘Orlando’. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 21, n. 2, p. 381-390, 2000.

PRIA JÚNIOR, W.D.; LACAVA, P.M.; LI, W.; MIRANDA, V.S.; DA COSTA, P.I.; FARIAS, P.R.S.; HARTUNG, J.S.; PEREIRA, E.O.; FRANCISCHINI, F.J.B. *Xylella fastidiosa* em frutos e sementes de laranja-doce afetados pela Clorose Variegada dos Citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 1, p. 183-222, 2002.

PURCELL, A.H. Cigarrinhas na cultura de citros. In: DONADIO, L.C.; GRAVENA, S. **Manejo integrado de pragas dos citros**. Campinas: Fundação Cargill, 1994. p. 195-209.

PURCELL, A.H.; HOPKINS, D.L. Fastidious xylem-limited bacterial plant pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 34, p. 131-151, 1996.

REDAK, R.A.; PURCELL, A.H.; LOPES, J.R.S.; BLUA, M.J.; RUSSELL, F.M.; ANDERSEN, P.C. The biology of xylem fluid-feeding insect vectors of *Xylella fastidiosa* and their relation to disease epidemiology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 49, p. 243-270, 2004.
RICHARDSON, A.; MOONYE, P.; ANDERSON, P.; DAWSON, T.; WATSON, M. **How do rootstocks affect canopy development?** 2002. Disponível em: <<http://hortnet.co.nz/science/richardson/rootcan.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

ROBERTO, S.R.; COUTINHO, A.; LIMA, J.E.O. de; MIRANDA, V.S.; CARLOS, E.F. Transmissão de *Xylella fastidiosa* pelas cigarrinhas *Dilobopterus costalimai*, *Acrogonia*

terminalis e *Oncometopia fascialis* em citros. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 517-518, 1996.

ROOSE, M.L. Dwarfing rootstocks for citrus. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRUS NURSERYMEN, 2., 1986, Riverside. **Proceedings...** Riverside: ISC, 1986. p. 1-8.

ROOSE, M.L.; COLE, D.A.; ATKIN, D.; KUPPER, R.S. Yield and tree size of four citrus cultivars on 21 rootstocks in California. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, n. 4, p. 678-684, 1989.

ROSSETTI, V.; DE NEGRI, J.D. Clorose variegada dos citros - revisão. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 11, n. 1, p. 1-14, 1990.

SALVA, R.A.; ROBERTO, S.R.; CARLOS, E.F. Situação da clorose variegada dos citros no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 16, n. 2, p. 155-164, 1995.

SANTOS FILHO, H.P.; BARBOSA, C.J.; MATRANGOLO, W.J.R.; RIBEIRO, J.S.; MEISSNER FILHO, P.E.; MIRANDA, M. Ocorrência da clorose variegada dos citros (CVC) no Estado da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 190, 1999.

SAWANO, I.; NORIAKI, F.; MITSURU, H.; YASUSHI, K. Tree growth, yield and fruit quality of Satsuma mandarin cv. 'Aoshima' as affected by rootstocks of various trifoliolate oranges. **Bulletin of the Shizuoka Prefectural Citrus Experiment Station**, Shizuoka, v. 33, p. 7-10, 2004.

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

SILVA, S.R.; OLIVEIRA, J.C. de; STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SOUZA, P.S.de; GONZÁLEZ-JAIME, E.P. Avaliação de tangerinas, tangores e tangelos em relação à clorose variegada dos citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 57-60, 2004a.

SILVA, S.R.; DE SOUZA, P.S.; STUCHI, E.S.; DE GODOY, R.C.B.; REIFF, E.T.; MARTINS, A.B.G. Desempenho da tangerineira Satsuma cultivar Okitsu sobre doze porta-enxertos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 2004, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: SBF, 2004b. p. 1-4.

SILVA, S.R.; FRANCO, D.; STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R.; PERECIN, D. Produção inicial e qualidade dos frutos da laranja Moro em 16 porta-enxertos em Bebedouro (SP). **Laranja**, Cordeirópolis, v. 27, n. 1, p. 83-90, 2006a.
_____. Qualidade e produção de frutos das laranjas Natal e Valência em 13 porta-enxertos em Bebedouro (SP). **Laranja**, Cordeirópolis, SP, v. 27, n. 1, p. 91-100, 2006b.

SOARES FILHO, W.S.; VILARINHOS, A.D.; CUNHA SOBRINHO, A.P. da; OLIVEIRA, A.A.; SOUZA, A. da S.; CRUZ, J.L.; MORAIS, L.S.; CASTRO NETO, M.T. de; GUERRA FILHO, M. dos S.; CUNHA M.A.P. da; PASSOS, O.S.; MEISSNER FILHO, P.E.; OLIVEIRA,

R.P. de. **Programa de melhoramento genético de citros da Embrapa-CNPMPF**: obtenção de híbridos. Cruz das Almas: EMBRAPA, CNPMPF, 1997. 35 p. (EMBRAPA. CNPMPF, Documentos, 74).

SOUZA, P.S. de; DONADIO, L.C.; GONZÁLEZ-JAIMES, E.P. Avaliação de alguns genótipos de citros em relação à Clorose Variegada dos Citros (CVC). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2., p. 148-152, 2000.

SOUZA, P.S. de; GOES, A. de; STUCHI, E.S.; GONZÁLEZ-JAIMES, E.P.; WICKERT, E.; SILVA, S.R. da; DONADIO, L.C. Reação de variedades e clones de laranjas a *Xylella fastidiosa*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 145-147, 2006.

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

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

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

STOVER; E.; CASTLE, W. Citrus rootstock usage, characteristics and selection in the Florida Indian River Region. **HortTechnology**, Alexandria, v. 12, p. 143-147, 2002

STUCHI, E.S.; SILVA, S.R. **Plantio adensado da limeira ácida Tahiti**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 2 p. (EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. Citros em Foco, 29).

STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R. Tolerância à seca da laranjeira 'Folha Murcha' em 10 porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 454-457, dez. 2000.

_____. Qualidade industrial e produção de frutos de laranjeira 'Valência' enxertada em sete porta-enxertos. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 2, p. 453-471, 2002.

_____. Performance of Tahiti lime on *Poncirus trifoliata* var. monstrosa Flying Dragon in four densities. **Fruits**, Les Ulis Cedex, v. 58, n. 2, p. 1-5, 2003.

STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R.; PERECIN, D. Produtividade e qualidade dos frutos da laranjeira 'Pêra' clone IAC em 16 porta-enxertos na região de Bebedouro – SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 359-362, ago. 2004.

STUCHI, E.S.; NÚÑEZ-ESPINOZA, E.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; ORTEGA, E.M.M. Vigor, produtividade e qualidade de frutos de quatro tangerineiras e híbridos sobre quatro porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 741-747, 2008.

STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R.; CYRILLO, F.L.L.; SILVA, J.A.A.; SOUZA, P.S. Intensidade da clorose variegada dos citros nas variedades 'Pêra', 'Homosassa' e 'Moro' (*Citrus sinensis* L.) enxertadas sobre 16 porta-enxertos em Bebedouro-SP. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 21, 1998, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: UNESP, 1998a. p. 49.

_____. Influência de porta-enxertos na intensidade da clorose variegada dos citros em laranjeira 'Valência' (*Citrus sinensis* L.) em Bebedouro, SP. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 21., 1998, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: UNESP, 1998b. p. 119.

SWINGLE, W.T. The botany of Citrus and its wild relatives. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHELOR, L.D. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1967. v. 1, cap. 3, p. 190-430.

TAKAHARA, T.; OGATA, T.; FUJISAWA, H.; MURAMATSU, N. Effect of rootstocks on tree growth, yield and fruit quality of 'Shirawaka' Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Bulletin of the Fruit Tree Research Station**, Nagasaki, v. 35, p. 99-107, 2001. (in Japanese with English summary).

TEÓFILO SOBRINHO, J. Centro de Citricultura "Sylvio Moreira": resultados de um trabalho de integração com a cadeia produtiva dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 18, n. 1, p. 189-204, 1997.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JÚNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O.; LARANJEIRA, F.F.; SALIBE, A.A. Produção e qualidade de frutos da laranjeira 'Valência' sobre trifoliata 'Limeira' em cinco densidades de plantio. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 21, n. 2, p. 345-357, 2000.

TUBELIS, A.; BARROS, J.C.S.M.; CAMPOS LEITE, R.M.V.B. Difusão da clorose variegada dos citros em pomares comerciais de laranja no Brasil. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 14, n. 1, p. 239-254, 1993.

TUCKER, D.P.H.; WEATON, T.A.; STOVER, E.W. Manejo do tamanho e da forma da árvore cítrica na Flórida. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – TRATOS CULTURAIS, 5., 1998, Bebedouro. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1998, p.370-408.

WELLS, J.M.; RAJU, B.C.; HUNG, H.Y.; WEISBURG, W.G.; MANDELCO-PAUL, L.; BRENNER, D.J. *Xylella fastidiosa* new-genus, new-species, Gram-negative xylem-limited fastidious plant bacteria related to *Xanthomonas* spp. **International Journal Systematic Bacteriology**, Praga, v. 37, n. 2, p.136-143, 1987.

WENDLAND, A.; TRUFFI, D.; LEITE JR., R.P.; CAMARGO, L.E.A. Sequenciamento e variabilidade do fragmento genômico de *Xylella fastidiosa* amplificado pelos iniciadores RST31/33. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 298-301, 2003.

YAMAMOTO, P.T.; ROBERTO, S.R.; PRIA JR., W.D.; FELIPPE, M.R.; MIRANDA, V.S.; TEIXEIRA, D.C.; LOPES, J.R.S. Transmissão de *Xylella fastidiosa* por cigarrinhas *Acrogonia virescens* e *Homalodisca ignorata* (Hemiptera: *Cicadellidae*) em plantas cítricas. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 28, p. 178-181, 2002.

YAMAMOTO, P.T. AYRES, A.J.; MENDES, M.A.; DONADIO L.C.; STUCHI, E.S.; SEMPIONATO, O.R.; LI, W.B. Field selection and evaluation of sweet orange resistance to citrus variegated chlorosis. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 16., 2004, Monterrey. **Programs and Abstracts...** Monterrey: IOCV, 2004a. p. 170.

YAMAMOTO, P.T.; AYRES, A.J.; MENDES, M.A.; DONADIO L.C.; STUCHI, E.S.; SEMPIONATO, O.R.; LI, W.B.; LARANJEIRA, F.F.; POMPEU JR., J. Assesment of the resistance of sweet orange varieties from the citrus germoplasm resources to the citrus variegated chlorosis. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 16., 2004, Monterrey. **Programs and Abstracts...** Monterrey: IOCV, 2004b. p. 171.

WEATHERALL, I.L.; LEE, W.G. Instrumental evaluation of some New Zealand fruit colours using CIELAB values. **New Zealand Journal of Botany**, Wellington, v. 29, p.197-205, 1991.

ZEKRI, M. Citrus rootstocks affect scion nutrition, fruit quality, growth, yield and economical return. **Fruits**, Les Ulis Cedex, v. 55, n. 4, p. 231–239, 2000.