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

**Desempenho horticultural de laranjeira ‘Valência’ sobre onze porta-
enxertos na região norte do Estado de São Paulo**

André Luiz Fadel

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

**Piracicaba
2015**

André Luiz Fadel
Engenheiro Agrônomo

**Desempenho horticultural de laranjeira ‘Valência’ sobre onze porta-enxertos
na região norte do Estado de São Paulo**

Orientador:
Prof. Dr. **FRANCISCO DE ASSIS ALVES MOURÃO FILHO**
Co-orientador:
Dr. **EDUARDO SANCHES STUCHI**

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

Piracicaba
2015

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Fadel, André Luiz

Desempenho horticultural de laranjeira 'Valência' sobre onze porta-enxertos na região norte do Estado de São Paulo / André Luiz Fadel. - - Piracicaba, 2015.
105 p. : il.

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

1. Morte súbita dos citros 2. *Citrus sinensis* 3. Tolerância à seca 4. Produção I. Título

CDD 634.31
F144d

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

A minha família.
Pelo amor, essência de vida e valores transmitidos.

Irineu, Clérída, Josiane e Giovana

Aos pequenos produtores que sobrevivem do cultivo de citros no Brasil.

DEDICO ESTE TRABALHO.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco de Assis Alves Mourão Filho pela confiança, conhecimentos e ética compartilhada durante minha progressão acadêmica.

Ao meu co-orientador Dr. Eduardo Sanches Stuchi pela amizade, sugestões e empenho no desenvolvimento das atividades.

À Citrosuco S.A. Agroindústria, Helton Carlos de Leão, André Luiz Vanucci da Silva e a todos os funcionários da fazenda Muriti pelo suporte no desenvolvimento do trabalho de pesquisa.

A Fundecitrus pela contribuição com a estrutura física durante às análises e aos funcionários Fabrício Jaciane, Camila Giacono Fassini e Tamiris Garcia pelo apoio.

Ao Otávio Ricardo Sempionato e a todos os funcionários da Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, em especial: Eduardo Reiff, Luiz Gustavo, Ana, Marlene, Rose, Leandro, Leonardo e Vinícios pelo auxílio nas diversas atividades.

Ao Dr. Walter Soares Filho, Dr. Nelson Arno Wulff, Dr. Rafael Vasconcelos Ribeiro e a Dra. Simone Rodrigues da Silva pelas sugestões e contribuição ao desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

Ao Dr. Rinaldo Cesar de Paula, Dr. Eduardo Caruso Machado e Dr. Erick Espinoza-Núñez pelo empréstimo dos equipamentos durante as avaliações.

Ao Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto pela contribuição nas análises estatísticas.

Aos funcionários Luciane Aparecida Lopes Toledo, Maria Célia Rodrigues, Paulo Jaoude e Elizabete Sarkis São João pelo auxílio durante o período na Pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Angelo Pedro Jacomino e aos funcionários Marcos José Trevisan, Aparecido Donizete, David Ulrich e Éder de Araújo Cintra pelo apoio referente às análises de qualidade de fruto.

À Eliana Maria Garcia, Silvia Maria Zinsly e Maria da Glória Eloi da Silva pelo auxílio na formatação e revisão desta tese.

À Carolina Rossi de Oliveira pela positividade, carinho e atenção durante esses quatro anos de convivência.

Aos amigos Yuri Caires Ramos e Horst Bremer Neto pela convivência e contribuição nas avaliações de campo.

Aos amigos Ronaldo, Gentil, Rogério, Chibas, Léo, Sylvia, Gabi, Carol, Ana Flávia, Fernando, Eliana e Marcílio pelos momentos de descontração e alegria.

Muito obrigado!

“Para quem tem pensamento forte o impossível é só questão de opinião”

Alexandre Magno Abrão

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 Porta-enxertos na citricultura brasileira	21
2.2 Influências do porta-enxerto sobre a copa	24
2.3 Tolerância de citros à seca.....	26
2.4 Morte súbita dos citros	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Caracterização da área experimental e implantação do experimento	31
3.2 Materiais de citros utilizados como porta-enxerto para laranja ‘Valência’	32
3.3 Produção de frutos	33
3.4 Pré-seleção dos materiais utilizados como porta-enxerto para laranja Valência’	34
3.4.1 Materiais pré-selecionados.....	34
3.5 Qualidade dos frutos	36
3.6 Desenvolvimento de planta, eficiência produtiva e taxa média de crescimento ..	37
3.7 Tolerância à morte súbita dos citros (MSC)	37
3.7.1 Avaliação visual.....	37
3.7.2 Detecção de <i>Citrus sudden death-associated virus</i> (CSDaV)	38
3.7.3 Detecção do <i>Citrus tristeza vírus</i> (CTV)	39
3.8 Tolerância à seca	39
3.8.1 Avaliação visual.....	39
3.8.2 Potencial de água em folha	40
3.8.3 Estimativa do índice de área foliar	40
3.9 Análises estatísticas	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 Produção média, produção acumulada e produção ajustada de frutos de laranja ‘Valência’	43
4.2 Desenvolvimento de planta, eficiência produtiva e taxa de crescimento anual ...	48

4.3 Qualidade dos frutos.....	51
4.4 Correlação entre as variáveis relacionadas à produção, desenvolvimento de planta e qualidade de fruto	55
4.5.1 Avaliação visual	62
4.5.2 Detecção de <i>Citrus sudden death-associated virus</i> (CSDaV) e do <i>Citrus tristeza vírus</i> (CTV)	63
4.6 Tolerância à seca.....	67
4.6.1 Avaliação Visual.....	67
4.6.2 Potencial de água em folha	70
4.6.3 Índice de área foliar	77
5 CONCLUSÕES.....	83
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICES	99
ANEXO	103

RESUMO

Desempenho horticultural de laranjeira ‘Valência’ sobre onze porta-enxertos na região norte do Estado de São Paulo

A partir da década de 1950, o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) passou a ser o principal porta-enxerto para citros no Estado de São Paulo. Devido à sua suscetibilidade ao declínio dos citros, a sua utilização diminuiu na década de 1980. Em 2001, com a constatação da doença morte súbita dos citros (MSC) na região norte e noroeste do Estado de São Paulo e Triângulo Mineiro, o emprego do limoeiro ‘Cravo’ como porta-enxerto se tornou praticamente inviável, já que o mesmo se mostrou suscetível à MSC. A utilização de porta-enxertos tolerantes no cultivo de laranjeiras doces (*C. sinensis* (L.) Osbeck), até o momento, é a medida de manejo mais indicada para a MSC, porém, esses porta-enxertos apresentam baixa tolerância à seca, inviabilizando o cultivo sem irrigação em regiões que apresentam baixa disponibilidade hídrica no solo e altas temperaturas em determinadas épocas do ano. Com base nessas premissas, o objetivo do presente estudo foi determinar o desempenho horticultural de laranjeira ‘Valência’ (*C. sinensis* (L.) Osbeck) sobre onze porta-enxertos na região norte do Estado de São Paulo, baseando-se nas características de produção e qualidade de fruto, desenvolvimento das plantas, tolerância à MSC e à seca. O experimento foi instalado no município de Colômbia, região norte do Estado de São Paulo. As diferentes combinações (copa / porta-enxerto) foram plantadas em março de 2007. Em abril de 2012, foram pré-selecionados combinações sobre onze porta-enxertos dentre os 42 que foram plantados originalmente. Para as diferentes combinações copa/porta-enxerto selecionadas, foram avaliadas as variáveis produção e qualidade dos frutos, desenvolvimento da planta, eficiência produtiva, taxa média de crescimento, tolerância à MSC (avaliação visual, detecção de *Citrus sudden death-associated virus* (CSDaV) e detecção do *Citrus tristeza vírus* (CTV)) e tolerância à seca (avaliação visual, potencial de água em folha e estimativa do índice de área foliar). Os resultados encontrados no presente estudo relatam a superioridade na produção de frutos de laranjeira ‘Valência’ quando enxertada em pelos menos um porta-enxerto pré-selecionado em relação ao limoeiro ‘Cravo’ “CNPMF 03”. Em relação às demais variáveis, também foi atribuído a duas combinações de copa/porta-enxerto qualidade superior dos frutos de laranja ‘Valência’ e a outras três combinações tolerância satisfatória à seca comparadas aos clones de limoeiro ‘Cravo’. Foi observado aptidão para cultivo adensado de laranjeira ‘Valência’ em dois porta-enxertos. Também foram encontradas diferenças em relação à presença do CSDaV nos diferentes porta-enxertos. Tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘English’ e citrange ‘C-13’ “S” apresentaram potencial para utilização como porta-enxertos para laranjeira ‘Valência’ na região norte do Estado de São Paulo como alternativa ao limoeiro ‘Cravo’.

Palavras-chave: Morte súbita dos citros; *Citrus sinensis*; Tolerância à seca; Produção

ABSTRACT

Horticultural performance of 'Valencia' sweet orange onto eleven rootstocks in the northern region of São Paulo State

Since the 1950s, the Rangpur lime (*Citrus limonia* Osbeck) became the main rootstock for Brazilian citrus industry in São Paulo State. Because of its susceptibility to citrus blight, the use of this rootstock decreased in the 1980s. In 2001, with the first report of citrus sudden death disease (CSD) in the north and northwest of São Paulo State and Minas Gerais Triangle, the use of Rangpur lime as a rootstock became practically impossible, because of its susceptibility to CSD. The use of tolerant rootstocks in sweet orange groves (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) yet is the most adequate management to CSD. However, these rootstocks have low tolerance to drought stress, limiting the citrus industry in areas with high temperatures at certain seasons of year, and with low water availability for irrigation. Based on these assumptions, the aim of this study was to determine the horticultural performance of 'Valencia' sweet orange (*C. sinensis* (L.) Osbeck) onto eleven rootstocks in the northern region of São Paulo state, based on the characteristics of production and fruit quality, plant growth, tolerance to CSD and drought tolerance. The experiment was carried out in Colombia, north of the São Paulo State. The different combinations (canopy / rootstock) were planted in March 2007. In April 2012, eleven rootstocks were pre-selected from the 42 that were originally planted. For the different selected canopy / rootstock combinations, the following variables were evaluated: yield and fruit quality, plant development, yield efficiency, growth rate, tolerance to CSD (visual evaluation, detection of *Citrus sudden death-associated virus* (CSDaV) and detection of *Citrus tristeza virus* (CTV)) and drought tolerance (visual evaluation, leaf water potential and leaf area index). The results found in this study showed higher production quality of 'Valencia' sweet orange fruits when grafted onto, at least, one pre-selected rootstock compared to "CNPMF 03" Rangpur lime. For the other variables, it was also attributed to two combinations scion / rootstock superior quality of 'Valencia' sweet orange fruits and in the other three combinations satisfactory tolerance to water stress compared to Rangpur lime. It was observed aptitude for high density planting of 'Valencia' sweet orange onto two rootstocks. There were also found differences regarding the presence of CSDaV on different rootstocks. The 'Sunki' mandarin x English' *P. trifoliata* and the 'C-13 "S" citrange showed potential to be used as rootstocks for 'Valencia' sweet orange in the northern region of São Paulo state as an alternative to Rangpur lime.

Keywords: Citrus sudden death; *Citrus sinensis*; Water stress tolerance; Production

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Produção média por safra no período de 2009 a 2014 de frutos de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos. Colômbia, SP.....47
- Figura 2 - Potencial de água em folha (ψ_f) de laranja 'Valência', enxertada em onze porta-enxertos, Colômbia, SP. Valores médios em Megapascal (MPa), referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro de 2012.....71
- Figura 3 - Extrato do balanço hídrico climatológico no período de 2009 a 2014 calculado por meio de planilha eletrônica pelo método de Thornthwaite e Mather (ROLIM; SENTELHAS; BARBIERI, 1998). Colômbia, SP. Capacidade de água disponível de 100 mm.....72
- Figura 4 - Potencial de água em folha (ψ_f) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, Colômbia, SP. Valores médios em Megapascal (MPa), referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro de 2013.....73
- Figura 5 - Potencial de água em folha (ψ_f) de laranja 'Valência', enxertada em onze porta-enxertos, Colômbia, SP. Valores médios em Megapascal (MPa), referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro, nos anos de 2012 e 2013.....74
- Figura 6 - Potencial de água em folha (ψ_f) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, Colômbia, SP. Valores médios em Megapascal (MPa) referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro, nos anos de 2012 e 2013.....75
- Figura 7 - Regressão linear, potencial médio de água em folha (ψ_f) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos nos anos de 2012 e 2013 em função da média das notas visuais de tolerância à seca nos anos de 2010, 2011 e 2012. Colômbia, SP.....75
- Figura 8 - Índice de área foliar de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos Colômbia, SP. Valores médios referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro de 2012.....78
- Figura 9 - Índice de área foliar de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos Colômbia, SP. Valores médios referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro de 2013.....79

- Figura 10 - Índice de área foliar (IAF) de laranja ‘Valência’ enxertada em onze porta-enxertos, Colômbia, SP. Valores médios referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro, nos anos de 2012 e 2013.....80
- Figura 11 - Regressão linear, índice de área foliar médio de laranja ‘Valência’ enxertada em onze porta-enxertos nos anos de 2012 e 2013 em função da média das notas visuais de tolerância à seca nos anos de 2010, 2011 e 2012. Colômbia, SP.....80
- Figura 12 - Coloração amarela na região abaixo da linha de enxertia, parecido com os sintomas descritos para MSC, no híbrido somático laranja ‘Rohde Red’ ‘Valencia’ + limão ‘Volkameriano’, Colômbia, SP.....101
- Figura 13 - Sintomas parecidos com “caneluras” ou “stem pitting” na região do porta-enxerto, relacionados ao CTV. Suspeita-se que seja causado pelo complexo “Capão Bonito” (CTV-CB). Porta-enxertos: laranja ‘Rohde Red’ ‘Valencia’ + limão ‘Volkameriano’ (a), tangerina ‘C-54-4-4 SRA 337’ (b), limão ‘Cravo’ “CNPMF 03” (c). Colômbia, SP.....102
- Figura 14 - Médias das temperaturas máxima e mínima dos meses de janeiro e fevereiro nos anos de 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013. Colômbia, SP.....105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção média, produção acumulada e produção acumulada ajustada de frutos de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, no período de 2009 a 2014. Colômbia, SP.....	44
Tabela 2 - Produção de frutos de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, no período de 2009 a 2014. Colômbia, SP.....	46
Tabela 3 - Volume de copa (m^3), eficiência produtiva (EFP) de frutos ($kg\ m^3$) e taxa de crescimento ($m^3\ ano$) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos no período de 2010 a 2014. Colômbia, SP.....	50
Tabela 4 - Massa (g), diâmetro (mm), altura (mm) e sólidos solúveis totais (SST) em frutos de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, no período de 2010 a 2013. Colômbia, SP.....	53
Tabela 5 - Acidez, ratio, rendimento de suco (RS) e índice tecnológico (IT) em frutos de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, no período de 2010 a 2013. Colômbia, SP.....	54
Tabela 6 - Correlação de Sperman entre as variáveis relacionadas à produção, desenvolvimento de planta e qualidade de fruto de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos. Colômbia, SP.....	57
Tabela 7 - Correlação de Sperman entre produção média e volume de copa, produção média e eficiência produtiva (EFP), produção média e sólidos solúveis totais (SST) e entre produção média e ratio de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos. Colômbia, SP.....	58
Tabela 8 - Correlação de Sperman entre produção média e rendimento de suco (RS), volume de copa e eficiência produtiva (EFP), volume de copa e massa de fruto, volume de copa e rendimento de suco (RS) e entre eficiência produtiva (EFP) e sólidos solúveis totais (SST) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos. Colômbia, SP.....	59
Tabela 9 - Correlação de Sperman entre massa de fruto e sólidos solúveis totais (SST), sólidos solúveis totais (SST) e índice tecnológico (IT), acidez de fruto e índice tecnológico (IT), eficiência produtiva (EFP) e massa de fruto e entre sólidos solúveis totais (SST) e rendimento de suco (RS) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos. Colômbia, SP.....	60

Tabela 10 - Percentagem de porta-enxertos positivos e negativos para CSDaV determinadas por RT-PCR em onze porta-enxertos para laranja 'Valência', novembro de 2014 Colômbia, SP.....	64
Tabela 11 - Percentagem de porta-enxertos positivos e negativos para CTV determinadas por RT-PCR em onze porta-enxertos para laranja 'Valência', novembro de 2014 Colômbia, SP.....	65
Tabela 12 - Avaliação visual de tolerância à seca (TS) por atribuição de notas em folhas de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, no período de 2010 a 2012. Colômbia, SP.....	69

1 INTRODUÇÃO

As frutas cítricas são as mais produzidas em todo o mundo com mais de 131 milhões de toneladas anuais, sendo o Brasil responsável por 15,4% dessa produção (FAO, 2014). O Estado de São Paulo responde por cerca de 76% da produção de laranja doce (IBGE, 2014). Entretanto, problemas de ordem fitossanitária como a clorose variegada dos citros (CVC), huanglongbing (HLB), e em algumas regiões do Estado de São Paulo, a morte súbita dos citros (MSC), associados ao baixo índice pluviométrico e às altas temperaturas em determinados períodos, têm afetado em grandes proporções a cadeia de produção de citros do Estado.

Desde o início da utilização de porta-enxertos na citricultura brasileira, trabalhos de seleções foram desenvolvidos visando, principalmente, tolerância e/ou resistência a fatores bióticos e abióticos, tais como a gomose (*Phytophthora* spp.) e a seca em laranja 'Caipira' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), que foram superados pelo emprego da laranja 'azeda' (*Citrus aurantium* L.) (MOREIRA, 1946; VASCONCELLOS, 1939).

Após a constatação da presença do vírus da tristeza dos citros (CTV), em 1937, no Estado de São Paulo, o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), por ser considerado tolerante ao CTV, e após a sanitização das cultivares copas mediante a utilização de clones nucelares (MOREIRA; SALIBE, 1965), se tornou o porta-enxerto mais utilizado na citricultura paulista (POMPEU-JUNIOR, 2005).

Desde a constatação da MSC no Brasil em 2001 (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001; MÜLLER et al., 2001), sintomas da doença têm sido observados em pomares de laranja doce enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' (BOVÉ; AYRES, 2007). Estima-se que a MSC atingiu, entre 2001 a 2006, quase 4 milhões de plantas, que corresponde a 2% do total de plantas de laranja doce nos Estados de São Paulo e Minas Gerais (YAMAMOTO et al., 2011). Seu principal método de controle é o emprego de porta-enxertos tolerantes à doença. Entretanto, além de ser pequena a quantidade de porta-enxertos que possam ser empregados com tolerância satisfatória à doença, os mesmos podem apresentar suscetibilidade à seca, o que demanda emprego de irrigação ou pode inviabilizar o plantio de pomares em sequeiro.

A queda nas exportações brasileiras de suco de laranja a partir de 2006, políticas de livre comércio entre os Estados Unidos e países importadores de suco de laranja, a queda no consumo de suco, a baixa margem de lucro por parte dos envasadores em relação as outras bebidas como refrescos, néctares dentre outros

produtos (NEVES; TROMBIN, 2013) são fatores que têm contribuído para a citricultura brasileira se tornar uma atividade pouco competitiva economicamente, principalmente, para os pequenos produtores.

A adoção de políticas de incentivo público e privado para estimular o consumo de suco de laranja no Brasil pode ser uma importante ferramenta na recuperação econômica do segmento. Em paralelo, a seleção de novas cultivares que confirmem melhor qualidade de fruto à cultivar copa, tolerância a fatores bióticos e abióticos, contribuiriam na redução de custos de produção e na expansão de mercados, visando produtos de qualidade superior.

Embora o Brasil seja o maior produtor e exportador de suco de laranja do mundo, a partir de 2004, foi observado aumento de aproximadamente 10% por ano na demanda pelo suco de laranja não concentrado (Not From Concentrated Juice/NFC) em relação ao suco de laranja concentrado e congelado (Frozen Concentrated Orange Juice/FCOJ) (SANTOS et al., 2013). Em 2012, a exportação de suco de laranja não congelado e outros foi acima de 1,4 milhão de toneladas, quase três vezes superior às quantidades exportadas de suco concentrado e congelado (AGRIANUAL, 2014),

Por se tratar de um produto de qualidade superior em termos de paladar em relação ao tradicional suco FCOJ, o NFC tem estimulado a industrialização de frutas também com qualidade superior, o que demanda melhor manejo de técnicas de produção e busca por novas cultivares copa e porta-enxerto.

Considerando a baixa diversidade no uso de porta-enxertos no Brasil e a necessidade de cultivo de espécies mais eficientes na produção de laranja doce, o objetivo do presente trabalho de pesquisa foi determinar o desempenho da laranjeira 'Valência' (*C. sinensis* (L.) Osbeck) sobre onze porta-enxertos na região norte do Estado de São Paulo, baseando-se nas características de produção e qualidade de fruto, desenvolvimento das plantas, tolerância à MSC e à seca.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Porta-enxertos na citricultura brasileira

Cultivares de citros, ao serem propagadas via semente, são capazes de manter fielmente características de seus genitores, devido ao fenômeno conhecido por embrião nucelar (FROST; SOOST, 1968). Outras, por sua vez, são monoembriônicas e, ao contrário, produzem somente descendentes híbridos. Há ainda cultivares que não produzem, ou produzem baixa quantidade de sementes, se tornando inviável a propagação por esse método (BITTERS, 1986).

Dentre as vantagens na propagação de plantas cítricas via semente, a facilidade no transporte e a viabilidade das sementes foram de extrema importância para a disseminação da espécie (POMPEU JUNIOR, 2005). Porém, o longo período juvenil, baixa tolerância à salinidade, a microrganismos de solo, à seca, à baixa temperatura e ao excesso de água foram os principais fatores que limitaram o desenvolvimento e sobrevivência de plantas cítricas propagadas via sementes no ambiente (POMPEU JUNIOR, 2005; BITTERS, 1986). Apesar de já desenvolvida, a técnica de enxertia começou a ser utilizada na ilha dos Açores em Portugal no século XIX. Estimulada pelo ataque de *Phytophthora* spp., a prática se mostrou eficiente no manejo do patógeno, sendo considerado este evento o início do emprego de porta-enxertos na produção de citros (POMPEU JUNIOR, 1991; MOREIRA; MOREIRA, 1991).

No início da utilização de porta-enxertos, a laranja 'azeda' foi empregada pelo bom desempenho ao ataque de *Phytophthora* spp. Porém, em 1890, foi relatado na África do Sul, em plantas de laranja doce (*C. sinensis* (L.) Osbeck) e de tangerina (*Citrus reticulata* Blanco) enxertadas sobre laranja 'azeda' definhamento e morte entre dois e três anos após o plantio. Posteriormente, foi observado o mesmo problema na Argentina e no Brasil (WALLACE, 1959), e foi denominado por Moreira (1942) de tristeza, sendo comprovado como agente causal da doença um vírus (MENEHINI, 1946).

No Brasil, já era de conhecimento o uso de porta-enxertos em cultivo comercial de citros no início do século XX. De forma geral, a opção dos citricultores brasileiros em utilizar a laranja doce como porta-enxerto foi uma boa opção para a época, pois, este porta-enxerto confere à copa boa qualidade de fruto, produções satisfatórias, e é

tolerante à exocorte (POMPEU JUNIOR; SALIBE, 2002), à tristeza e à xiloporose (POMPEU JUNIOR, 2005; MOREIRA et al., 1965).

Por outro lado, plantas enxertadas sobre laranja doce apresentaram estresse hídrico e suscetibilidade à *Phytophthora* spp., fato que impulsionou os citricultores a migrarem para o uso da laranja ‘azedada’ como porta-enxerto a partir de 1920 (MOREIRA; MOREIRA, 1991). Com a chegada do vírus da tristeza no Brasil em 1937, estima-se que, em doze anos, a doença foi responsável pela morte de 7 milhões de plantas de laranja doce enxertadas em laranja ‘azedada’ (MOREIRA; COSTA; GRANT, 1949).

Com a descoberta da intolerância desse porta-enxerto ao vírus, aos poucos a laranja ‘azedada’ foi sendo substituída pelo limoeiro ‘Cravo’, que a partir dos anos de 1950 foi estabelecido como principal porta-enxerto no Estado de São Paulo. Esse fato foi atribuído, pela boa tolerância deste porta-enxerto ao vírus da tristeza e à deficiência hídrica (POMPEU JUNIOR, 1991), também pelo alto vigor no viveiro, precocidade de produção, qualidade satisfatória de frutos e produção satisfatória (POMPEU JUNIOR, 2005).

Nos anos de 1970 esse porta-enxerto foi responsável por mais de 90% do total de produção de mudas cítricas (CINTRA; NEVES; YAMASHIRO, 1973; MOREIRA; MOREIRA, 1991; MÜLLER; COSTA; POMPEU JUNIOR, 1990). Nesta mesma década, o declínio dos citros foi relatado no Estado de São Paulo (RODRIGUES; ROSSETTI; MÜLLER, 1979) e a participação do limoeiro ‘Cravo’ na formação de mudas cítricas foi reduzida de 78,7% em 1984 para 64,9% em 1988.

Devido a suscetibilidade do limoeiro ‘Cravo’ ao declínio, a tangerina ‘Cleópatra’ (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka), por sua vez passou a ser o segundo porta-enxerto mais utilizado durante o mesmo período, devido a já conhecida tolerância ao declínio. A partir dessa data, foi relatado aumento na diversificação de porta-enxertos e cultivares como a tangerina ‘Sunki’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka), citrumelo ‘Swingle’ (*Citrus paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) apresentaram aumento na participação de formação de mudas (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2008a).

Após o relato da MSC em 2001 (MÜLLER et al., 2001), a diversificação de porta-enxertos se intensificou, principalmente, nas regiões norte e noroeste do Estado de São Paulo e Triângulo Mineiro, onde o limoeiro ‘Cravo’ mostrou-se suscetível à doença (MÜLLER et al., 2005).

Como já mencionado, as mudanças na utilização de porta-enxertos a partir dos anos de 1920, tiveram grande importância para a expansão da citricultura no País, frente aos problemas relacionados, principalmente, à patógenos. Entretanto, nas últimas décadas, instituições de pesquisa vêm desenvolvendo importantes pesquisas ligadas ao de melhoramento de porta-enxerto.

O Centro de Citricultura 'Sylvio Moreira' em Cordeirópolis – SP, além da grande importância no fortalecimento da citricultura paulista, com o desenvolvimento de trabalhos pioneiros de competição entre porta-enxertos, relacionados a características hortícolas e a doenças (PASSOS; SOARES FILHO; DONADIO, 2002; POMPEU JUNIOR, 2005), também desenvolveu ao longo do tempo pesquisas ligadas ao melhoramento por hibridação controlada (CRISTOFANI et al., 2005) e, recentemente, coordena junto com outras instituições de pesquisa um importante programa de melhoramento, que trabalha na avaliação de novos materiais genéticos associado a ferramentas de biotecnologia (INSTITUTOS NACIONAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2014).

A Universidade de São Paulo, ao longo dos tempos, desenvolveu trabalhos de pesquisa na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), desde a seleção de diferentes porta-enxertos para laranja 'Bahia Comum' (VASCONCELLOS, 1939) até pesquisas ligadas ao melhoramento de porta enxertos via hibridação somática visando tolerância a doenças como tristeza, MSC e declínio (MOURÃO FILHO; MENDES, 2002). Alguns citrâneos (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) foram obtidos por programa de melhoramento nos anos de 1950 na Estação Experimental de Taquari – RS, (KOLLER, 2013), os quais apresentaram resistência à gomose.

Em 1988, a Embrapa Mandioca e Fruticultura iniciou um programa de melhoramento genético via hibridações controladas com várias espécies e cultivares de *Citrus* e gêneros afins, com a finalidade de selecionar cultivares resistentes ou tolerantes à seca, gomose de *Phytophthora* e a tristeza dos citros, bem como materiais com potencial de cultivo adensado que confirmem à copa boa qualidade de fruto. Entre os resultados preliminares desse trabalho destacam-se 60 seleções, dentre 400 híbridos levados à condições de campo (SOARES FILHO et al., 2002).

Entre esses materiais, alguns estão inclusos em nosso presente estudo, os quais demonstraram bons resultados preliminares em relação à produção de frutos de laranja 'Valência' para a região norte do Estado de São Paulo (FADEL et al., 2012).

Resultados promissores também foram reportados na região sudeste do Estado de São Paulo para híbridos envolvendo *Poncirus trifoliata*, empregados como porta-enxertos para laranjeira ‘Valência’ (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2011), e mais recentemente, para laranjeira ‘Pêra’ (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2014).

Desde o início do uso do porta-enxerto no Brasil e no mundo, mudanças na utilização de diferentes porta-enxertos ocorre principalmente em função de uma melhoria ou eliminação de algum problema limitante na produção. Como por exemplo, no caso tristeza dos citros; quando algum porta-enxerto apresenta certa melhoria em características hortícolas em relação à cultivar ou espécie empregada; ou quando possa apresentar alguma característica particular, como tolerância a alguma praga ou doença (CASTLE, 2010).

Segundo Castle (2010), a tradição, insegurança e aparente satisfação dos produtores, falta de interesse da iniciativa privada, pesquisas focadas em doenças de copa pelo impacto que elas representam no sistema de produção, são alguns dos fatores que dificultam a evolução das pesquisas relacionadas a porta-enxertos.

2.2 Influências do porta-enxerto sobre a copa

No cultivo comercial de citros, as plantas, na maioria dos casos, são compostas por duas partes, copa e porta-enxerto, que apresentam características benéficas mútuas. Pode-se destacar a importância do porta-enxerto pelo papel que exerce sobre o sistema radicular, que também serve de suporte para a planta, o qual desempenha principalmente, as funções de absorção de água e nutrientes, reserva de carboidratos produzidos pelas folhas, síntese de alguns reguladores vegetais, conferindo também à copa tolerância em alguns casos, a estresses bióticos e abióticos (DAVIS; ALBRIGO, 1994).

Acredita-se que o porta-enxerto possa influenciar mais de 20 características hortícolas, dentre as principais: vigor, adaptações as condições de solo, como excesso de água, salinidade e resistência ou tolerância a patógenos de solo, profundidade de raiz, tolerância ao frio (CASTLE, 1987), características relacionadas ao fruto: produção, coloração e rendimento de suco, concentrações de ácidos e sólidos solúveis, tamanho e coloração de fruto (CASTLE, 1995; FELLERS, 1985).

Estudos relatam que *Poncirus trifoliata* ‘Flying Dragon’ e ‘FCAV’ conferiram à copa melhores desempenhos em relação à eficiência produtiva e qualidade de fruto

quando comparados a outros porta-enxertos para lima ácida ‘Tahiti’ (*C. latifolia* (Yu Tanaka) Tanaka). Os mesmos resultados foram observados para ‘Flying Dragon’ (*P. trifoliata* (L.) Raf.) em combinação com laranja ‘Folha Murcha’ (*C. sinensis* (L.) Osbeck) (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2011; 2012).

Na Turquia, laranjeiras ‘Valência Late’ e ‘Valência Rhode Red’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) apresentaram melhores desempenhos em relação à produção quando enxertadas em citrange ‘Carrizo’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) em relação ao citrange ‘Troyer’, sendo que para qualidade de fruto, a superioridade da laranjeira ‘Valência Late’ também foi observada em citrange ‘Carrizo’ (YILDIZ; DEMIRKESER; KAPLANKIRAN, 2013). Folhas das laranjeiras ‘Valência Late’ e ‘Valência Rhode Red’ enxertadas em citrange ‘Troyer’ também apresentaram valores superiores de N, K, Mg e Cu, quando comparadas com as folhas das mesmas cultivares enxertadas em citrange ‘Troyer’ e laranja ‘azedada’ (TOPLU et al., 2008).

Frutos de pomelo ‘Henderson’ (*Citrus paradisi* Macfad.) apresentaram maiores valores de sólidos solúveis totais em plantas enxertadas em citrange ‘Troyer’, em um estudo de competição de porta-enxertos envolvendo laranja ‘azedada’ (*Citrus aurantium* L.), citranges ‘Troyer’ e ‘Carrizo’, citrumelo ‘Swingle’ (*C. paradisi* Macf. x *P. trifoliata* (L.) Raf.) e limão ‘Volkameriano’ (*Citrus limonia* Osbeck) (YEŞİLOĞLU et al., 2014).

O citrumelo ‘Swingle’ mostrou-se como uma boa opção como porta-enxerto de laranja ‘Valência’ no sudoeste da Flórida quando cultivado em solo “Flatwood”, sendo superior em relação à precocidade de produção, eficiência produtiva e qualidade de fruto comparado a outros quatro porta-enxertos (ZEKRI, 2000).

Um híbrido somático entre tangerina ‘Changsha’ (*C. reticulata* Blanco) + ‘Trifoliata 50-7’ (*P. trifoliata* (L.) Raf.) foi avaliado como porta-enxerto para laranja ‘Valência’ em plantios adensados na Flórida. Foi atribuído ao porta-enxerto melhor produção, tamanho de copa e qualidade de frutos, sendo uma boa alternativa ao trifoliata ‘Flying Dragon’ (*P. trifoliata* (L.) Raf.) em cultivos adensados (GROSSER et al., 2011).

No geral, *Poncirus trifoliata* e seus híbridos e a laranja ‘azedada’ conferem à copa produção de frutos com melhor qualidade quando comparadas, por exemplo, com os limoeiros ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’ (POMPEU JUNIOR et al., 2005; CARLOS; STUCHI; DONADIO, 1997; DAVIS; ALBRIGO, 1994; AUGUSTÍ, 2003). Clementina ‘Commune’ (*Citrus clementina* Hort. ex Tan) enxertada em *Poncirus trifoliata* autotetraploide, apresentou produção reduzida de frutos quando comparado a *Poncirus trifoliata*

diploide. Apesar de não terem sido observados alterações em relação à qualidade de fruto, foi relatada maior quantidade de hesperidina em frutos de clementina ‘Commune’ enxertada *Poncirus trifoliata* autotetraploide (HUSSAIN et al., 2012).

O porta-enxerto também pode conferir à planta maior tolerância ou resistência a doenças. De acordo com Agrios (2005), o conceito de resistência refere-se à capacidade do organismo suprimir totalmente, ou em algum grau, os efeitos do patógeno em relação ao hospedeiro. Neste caso, o vírus poderá estar presente ou não na planta, porém nenhum dano é observado. Segundo o mesmo autor, tolerância pode ser definida como a capacidade do hospedeiro resistir os efeitos do patógeno sem apresentar sérios danos em relação à produção.

Seleções de citranges ‘Carrizo’ foram mais tolerantes à *Candidatus Liberibacter asiaticus*, em relação à tangerina ‘Cleópatra’ (ALBRECHT; BOWMAN, 2012). Plantas nucelares de *Poncirus trifoliata* e de laranja ‘azedá’ apresentaram lesões menores no tronco causadas por *Phytophthora parasitica*, quando comparadas ao limão ‘Cravo’, tangerina ‘Sunki’ e híbridos (MEDINA FILHO et al., 2003).

No caso específico do CTV, diferentes combinações entre copa e porta-enxerto resultam em diferentes respostas da planta em relação à doença. Neste caso, além da idade da planta, estirpe do vírus e o ambiente, os sintomas são observados quando o porta-enxerto for intolerante e a copa suscetível ou suscetível e intolerante ao vírus (FEICHTENBERGER et al., 2005).

No caso da MSC, a incidência da doença em laranja doce, dentre outros fatores, também está ligada a espécie de porta-enxerto utilizada, sendo os limoeiros ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’ considerados suscetíveis à doença, e algumas espécies de tangerinas e o citrumelo ‘Swingle’ até o momento se mostraram tolerantes (MÜLLER et al., 2005).

Alguns porta-enxertos podem contribuir para o atraso na progressão de doenças. No caso do HLB esse fato foi atribuído à menor frequência vegetativa observada em plantas de ‘Hamlin’, ‘Natal’ e ‘Valência’ enxertadas em *Poncirus trifoliata* ‘Flying Dragon’, que resultou em menor disponibilidade de fontes de alimentação para o vetor (STUCHI et al., 2012).

2.3 Tolerância de citros à seca

As plantas apresentam, em geral, mecanismos de defesa contra a seca, como redução da área foliar, crescimento de raízes mais profundas em direção à umidade do solo e fechamento estomático, quando sob estresse hídrico uma série de eventos ligados à adaptação ocorre em vários níveis (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Porta-enxertos como limão 'Cravo' e limão 'Rugoso' (*Citrus jambhiri* Lush.) são considerados tolerantes à seca, provavelmente, devido ao sistema radicular profundo e eficiência no transporte de água (SYVERTSEN, 1981; RIBEIRO et al., 2012). Este fato pode estar relacionado com diferenças na condutividade hidráulica das raízes, influenciando também na perda de água por transpiração (RODRÍGUEZ-GAMIR et al., 2010). Dados apresentados por Medina; Machado; Gomes (1999) relatam que plantas sobre *Poncirus trifoliata* recuperaram o potencial de água em folha mais rápido quando comparadas às plantas sobre limoeiro 'Cravo', ambos sob estresse hídrico acentuado. O melhor desempenho também foi observado para taxa de fotossíntese, transpiração e condutância estomática.

De acordo com Machado et al. (2002), a condutância estomática apresentou padrões similares aos da fotossíntese em plantas de laranja 'Valência' na região sudeste do Estado de São Paulo. Nos meses de janeiro e março. Essas variáveis apresentaram valores médios maiores no período da manhã em relação ao período da tarde, sugerindo relação entre a queda da taxa de fotossíntese e o fechamento parcial dos estômatos.

O fechamento dos estômatos é um importante sistema de adaptação da planta em resposta ao estresse hídrico, pois, quando ocorre, reduz a evaporação da área foliar. Isso acontece pela absorção ou pela perda de água nas células guarda, que alteram seu turgor e controlam o fechamento estomático (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Esse sistema de abertura e fechamento dos estômatos é regulado, principalmente, pelo ácido abscísico (ABA), preferencialmente produzido nas raízes e transportado via xilema para as folhas, atuando como um mensageiro da deficiência hídrica. O aumento da concentração de ABA nas folhas desencadeia um sistema eficiente de controle de perda de água (MEDINA et al., 2005).

A condutividade hidráulica das raízes, no geral, favorece o vigor das plantas. Plantas de laranjeira 'Valência' quando enxertadas em limão 'Rugoso' mantiveram o potencial de água em folha mais alto quando comparado àquelas sobre laranjeira 'azedá' e citrange 'Carrizo', provavelmente, pela melhor eficiência na extração de água do solo (ALBRIGO, 1977).

As plantas podem possuir mecanismos de resistência à seca denominado retardo da desidratação (capacidade de manter a hidratação do tecido), que são classificadas em “as que economizam água” e “as que despendem água” e ainda o mecanismo de tolerância à desidratação (capacidade de manter suas funções enquanto desidratada) (TAIZ; ZEIGER, 2004). Dependendo da situação, essa característica pode ser prejudicial. Plantas sobre porta-enxertos que apresentam absorção irrestrita de água, podem submeter as plantas à deficiência hídrica mais rápida, já que a maior condutividade hidráulica está relacionada a períodos maiores de abertura de estômatos, resultando em maior perda de água para o ambiente (MEDINA et al., 2005; MEDINA; MACHADO; PINTO, 1998).

Outras características, tais como o ajuste osmótico e o transporte de água via poros seletivos formados por proteínas integrais de membranas (aquaporinas) podem ser importantes mecanismos adicionais de resistência à seca (RIBEIRO et al., 2012).

2.4 Morte súbita dos citros

A morte súbita dos citros (MSC) foi constatada pela primeira vez em 2001 no Município de Comendador Gomes (sul do Triângulo Mineiro), em pomar comercial de laranja ‘Valência’ enxertada em limoeiro ‘Cravo’ (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001; MÜLLER et al., 2001). O início dos sintomas é caracterizado pela presença de folhas pálidas, seguida de queda acentuada de folhas, morte apical de ramos que evolui para queda total das folhas e morte da planta, após aproximadamente seis meses, podendo serem encontrados alguns frutos aderidos às plantas (MÜLLER et al., 2002). Nas plantas sintomáticas, também é possível observar grande quantidade de raízes mortas e no respectivo porta-enxerto a presença de coloração amarela nos tecidos internos da casca, na região do floema funcional (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001).

Os sintomas mais frequentes ocorrem em plantas com mais de seis anos de idade, porém, já foram observados em plantas de até dez anos, os quais são mais pronunciados durante a primavera (MÜLLER et al., 2005). O nome da doença assim atribuída por pesquisadores do Centro de Citricultura Sylvio Moreira foi devido aos sintomas descritos e a rápida morte das plantas (CENTRO DE CITRICULTURA SYLVIO MOREIRA, 2001).

Sintomas de MSC têm sido observados nas principais cultivares de laranja doce ('Valência', 'Pêra', 'Hamlin', 'Natal', 'Westin', 'Rubi' e 'Pineapple') (BOVÉ; AYRES, 2007) e, principalmente, sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo'. O limoeiro 'Volkameriano' também se comportou como suscetível à MSC. Por outro lado, as plantas enxertadas sobre tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reshni* hort. ex Tanaka), tangerineira 'Sunki' (*Citrus sunki* hort. ex Tanaka) e citrumeleiro 'Swingle' (*C. paradisi* Macf. x *P. trifoliata* (L.) Raf.) mostram-se tolerantes (MÜLLER et al., 2005).

Até o momento, o agente causal da MSC é de origem desconhecida. Segundo Yamamoto et al. (2003), a MSC pode ser transmitida por união de tecidos, apresentando fortes indícios de que se trata de agente biótico, tendo em vista que os padrões espaciais e temporais de desenvolvimento da doença relatados por Bassanezi et al. (2003) foram similares aos da tristeza dos citros. Segundo Yamamoto et al. (2011), também houve sucesso na transmissão natural da doença por vetores, e que ainda em transmissão via enxertia, a tangerineira 'Cleópatra' se apresentou como hospedeira assintomática do agente causal da MSC.

De acordo com Maccheroni et al. (2005), em 99,7% das plantas afetadas pela doença foi constatada a presença de um vírus da família *Tymoviridae*, do gênero *Marafivirus*, denominado pelos autores *Citrus sudden death associated virus* (CSDaV). Este mesmo vírus também foi encontrado em pulgões, o qual, provavelmente, é responsável pela transmissão. É discutida a possibilidade da associação do vírus da tristeza dos citros (CTV) com a MSC e ainda a associação entre CSDaV e CTV como possível agente causal (ROMÁN et al., 2004).

A principal medida de manejo para a doença está baseada no uso de porta-enxertos tolerantes, como as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', citrumeleiro 'Swingle' e *Poncirus trifoliata*. Essas cultivares são empregadas como alternativa aos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', seja em novos plantios ou através do uso da subenxertia em pomares já estabelecidos (MÜLLER et al., 2005).

A subenxertia foi utilizada a curto prazo como medida de manejo, tendo em vista que a técnica já foi utilizada anteriormente com sucesso como medida de controle à tristeza dos citros em copas enxertadas em laranjeira 'azedá' (MOREIRA; COSTA; GRANT, 1954). Porém, de acordo com Pompeu Junior; Blumer (2008b), *Poncirus trifoliata* e tangerina 'Cleópatra' quando utilizadas como interenxerto entre limoeiro 'Cravo' e laranjeira 'Valência' não impediram o desenvolvimento da doença dois anos após o plantio em local com histórico da doença.

É possível também a implantação de pomares utilizando plantas com dois porta-enxertos, um tolerante e outro suscetível à MSC. De acordo com Setin et al. (2009), essa combinação pode proporcionar ganho de desenvolvimento em copa de laranjeira 'Valência', principalmente, em período de seca, quando comparado a um único porta-enxerto (limão 'Cravo' ou citrumelo 'Swingle') e aumento nos teores de alguns nutrientes em folhas da copa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental e implantação do experimento

O experimento foi instalado na Fazenda Muriti, pertencente à Citrosuco S.A. Agroindústria, município de Colômbia, região norte do Estado de São Paulo. A área experimental encontra-se na latitude 20° 19' 39" S e na longitude 48° 41' 16" W, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, A moderado, textura média a argilosa. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw (tropical, chuvoso com inverno seco), com média anual das temperaturas mínimas de 17,0°C, média anual das temperaturas máximas de 30,7°C e 1.430 mm anuais de precipitação pluvial (CEPAGRI, 2014).

As diferentes combinações (copa / porta-enxerto) foram plantadas em março de 2007, com espaçamento de 6,0 m x 2,5 m, sem uso de irrigação. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 41 tratamentos, três repetições e cinco plantas por parcela. Todas as mudas utilizadas na implantação do experimento foram produzidas na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, SP (EECB). As sementes dos diferentes porta-enxertos, de acordo com a origem, foram coletadas em plantas matrizes do banco ativo de germoplasma (BAG) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA e posteriormente enviadas para a EECB, ou coletadas no próprio BAG da EECB.

Os híbridos somáticos foram propagados por enraizamento de estacas e enviados da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP) para a EECB, onde completaram o desenvolvimento até o ponto ideal para a enxertia. As borbulhas da copa de laranja 'Valência' (*Citrus sinensis* (L). Osbeck) foram oriundas de borbulheira certificada da EECB.

Em uma segunda etapa do estudo, onze materiais pré-selecionados dentre os 41 tratamentos foram analisados em parcelas subdivididas no tempo, onde os materiais selecionados, foram os tratamentos principais e os diferentes anos ou meses avaliados, foram os tratamentos secundários.

3.2 Materiais de citros utilizados como porta-enxerto para laranja ‘Valência’

Foram utilizados 32 materiais de citros empregados como porta-enxerto, selecionados em trabalhos anteriores de melhoramento na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, SP (EECB) e oriundos do BAG da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, dois clones de limoeiro ‘Cravo’ utilizados como padrões e sete híbridos somáticos desenvolvidos na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) e no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP) em combinação com copa de laranjeira ‘Valência’ (*C. sinensis* (L.) Osbeck) .

Limão ‘Cravo’ “CNPMF 03” (*Citrus limonia* Osbeck); limão ‘Cravo’ “Santa Cruz” (*Citrus limonia* Osbeck); tangelo ‘Allspice SRA 327’ (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus paradisi* Macf.); tangerina ‘Lebon SRA 425’ (*Citrus reticulata* Blanco); tangerina ‘Ponkan Yoshida SRA 585’ (*Citrus reticulata* Blanco); tangerina ‘Antillaise SRA 497’ (*Citrus reticulata* Blanco); tangelo ‘Mineola’ x *Poncirus trifoliata* [(*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus paradisi* Macf.) x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; citrange ‘C-32’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.); tangerina ‘C-54-4-4 SRA 337’ (*Citrus reticulata* Blanco); tangerina ‘Malvasio SRA 115’ (*Citrus reticulata* Blanco); tangerina ‘Fortune SRA 31’ (*Citrus reticulata* Blanco); tangerina ‘Carvalhais’ (*Citrus reticulata* Blanco); tangerina ‘Fuzhu SRA 599’ (*Citrus erythrosa*. ex Tanaka); tangerina ‘Cleópatra’ x *Poncirus trifoliata* ‘Rubidoux’ (*Citrus reshni* hort. ex Tanaka x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.); tangerina ‘Wallent SRA 438’ (*Citrus reticulata* Blanco); tangerina ‘Sunki’ x *Poncirus trifoliata* ‘English’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.); tangerina ‘Beauty of Glen Retreat SRA 261’ (*Citrus tangerina* hort. ex Tanaka); tangerina ‘East India SRA 414’ (*Citrus reticulata* Blanco); tangerina ‘Burgess SRA 412’ (*Citrus reticulata* Blanco); tangerina ‘À Peau Lisse SRA 267’ (*Citrus deliciosa* Ten.); tangerina ‘Ananas SRA 410’ (*Citrus reticulata* Blanco); orange ‘Clanor SRA 391’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck); tangerina ‘Sunki’ x *Poncirus trifoliata* ‘Benecke’ (*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.); orange ‘Gem SRA 393’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck); ‘OMO 24’ (*Citrus clementina* Hort. ex Tan. x *Citrus sinensis* (L.) Osbeck); tangerina ‘Natal Tightskin SRA 481’ (*Citrus deliciosa* Ten.); citrange ‘C-13’ “S” (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.); tangerina ‘Redskin SRA 428’ (*Citrus deliciosa* Ten.); tangerina ‘Temple Sue Linda SRA 467’ (*Citrus temple* hort. ex Yu. Tanaka); tangerina ‘Late Emperor SRA 423’ (*Citrus*

deliciosa Ten.); tangelo 'Mapo' (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus paradisi* Macf.); 'calamondin' x 'King' (*Citrus madurensis* Lour. x *Citrus nobilis* Lour.); 'OMO 16' (*Citrus clementina* Hort. ex Tan. x *Citrus sinensis* (L). Osbeck); tangelo 'Thornton Vero SRA 460' (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus paradisi* Macf.); laranja 'Rohde Red' + limão 'Volkameriano' (*Citrus sinensis* (L). Osbeck + *Citrus limonia* Osbeck); laranja 'Caipira' + limão 'Volkameriano' (*Citrus sinensis* (L). Osbeck + *Citrus limonia* Osbeck); laranja 'Caipira' + limão 'Rugoso' (*Citrus sinensis* (L). Osbeck + *Citrus jambhiri* Lush.); laranja 'Caipira' + tangerina 'Cleópatra' (*Citrus sinensis* (L). Osbeck + *Citrus reshni* hot. ex Tanaka); tangerina 'Cleópatra' + limão 'Volkameriano' (*Citrus reshni* hot. ex Tanaka + *Citrus limonia* Osbeck); limão 'Cravo' + tangerina 'Sunki' (*Citrus limonia* Osbeck + *Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka. Sunki); laranja 'Caipira' + limão 'Cravo' (*Citrus sinensis* (L). Osbeck + *Citrus limonia* Osbeck).

3.3 Produção de frutos

A produção total de frutos foi mensurada a partir de 2009, dois anos após o plantio, e se repetiu anualmente até 2014, totalizando seis safras. A colheita dos frutos foi feita manualmente por funcionários treinados da Citrosuco S.A. Agroindústria entre os meses de outubro e novembro de cada ano, de acordo com a época de maturação da laranja 'Valência' e a programação de colheita seguida pela empresa para a região norte do Estado de São Paulo.

A quantidade total de frutos de cada parcela foi agrupada em sacolas específicas para colheita de frutos com capacidade de 20 caixas de 40,8 kg, após ser içada com auxílio de guincho hidráulico, a massa total de frutos da parcela foi determinada com dinamômetro digital (Líder PR30®). Os valores de produção foram expressos em kg de fruto planta⁻¹ e analisados em produção média e produção total acumulada em seis safras, no período de 2009 a 2014.

Também foi mensurada a produção total acumulada em toneladas ha⁻¹ e a produção total acumulada em toneladas ha⁻¹ ajustada. A produção ajustada foi obtida através da densidade de plantio ajustada (DPA), como proposto por De Negri; Stuchi e Blasco (2005):

$$DPA = 10.000 / [(Dp \times 0,75) \times (Dp + 2,5)]$$

Para isso, utilizou-se o diâmetro da copa mensurado perpendicularmente à linha de plantio em 2014 (Dp). O diâmetro paralelo à linha de plantio não foi considerado devido à sobreposição excessiva da copa entre plantas.

3.4 Pré-seleção dos materiais utilizados como porta-enxerto para laranja ‘Valência’

Devido à grande quantidade de materiais e para a viabilidade dos estudos direcionados a produção e qualidade de fruto, desenvolvimento das plantas, tolerância à MSC e à seca, em plantas de laranjeira ‘Valência’ enxertadas nos diferentes porta-enxertos, em abril de 2012, foram pré-selecionados combinações sobre onze porta-enxertos dentre as 42 que foram plantadas originalmente na instalação do experimento, em março de 2007.

Dos onze porta-enxertos pré-selecionados, dois clones de limoeiro ‘Cravo’ foram utilizados como padrão de porta-enxerto tolerante à seca e suscetível à MSC. O critério de pré-seleção foi a produção total acumulada em kg de frutos planta⁻¹ de laranja ‘Valência’ nos anos de 2009, 2010 e 2011 (dados não apresentados). Os dados de produção dos porta-enxertos pré-selecionados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

3.4.1 Materiais pré-selecionados

A seguir, são apresentados as principais características dos materiais pré-selecionados para a avaliação neste trabalho de pesquisa.

Limão ‘Cravo’ “CNPMF 03” (*C. limonia* Osbeck): Trata-se de uma seleção de clone nucelar, obtida pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, através de um clone comum de Limão ‘Cravo’ (SOARES FILHO¹, 2015, informação pessoal).

Limão ‘Cravo’ “Santa Cruz” (*C. limonia* Osbeck): Cultivar selecionada através de mutação de gema do limão ‘Cravo’ “Santa Bárbara”, identificada no banco ativo de germoplasma de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (SOARES FILHO et al., 1999).

¹SOARES FILHO, W.S. Pesquisador do Núcleo Tecnológico de Recursos Genéticos e Desenvolvimento de Variedades, EMBRAPA Mandioca e Fruticultura.

Tangerinas: ‘Malvásio SRA 115’ (*C. reticulata* Blanco), ‘East Índia SRA 414’ (*C. reticulata* Blanco), ‘C-54-4-4 SRA 337’ (*C. reticulata* Blanco), e ‘À Peau Lisse SRA 267’ (*C. deliciosa* Ten.). Essas cultivares foram introduzidas no Brasil pela Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB) em Bebedouro-SP, através da colaboração da Embrapa, Cenargen e Fundecitrus, juntamente com outras cultivares e híbridos de tangerinas oriundas de bancos de germoplasma da Itália, Córsega, Portugal e Espanha. Inicialmente, o objetivo foi avaliar a suscetibilidade dessas cultivares em relação à clorose variegada dos citros (CVC) (SILVA et al., 2004).

Tangerina ‘Sunki’ x *Poncirus trifoliata* ‘Benecke’ (*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.): Híbrido introduzido no Brasil pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, oriundo do viveiro de mudas frutíferas Profrutales, Colômbia (SOARES FILHO¹, 2015, informação pessoal). Este híbrido foi desenvolvido via cruzamento, pelo United States Department of Agriculture (USDA), Indio Research Station, California (BOWMAN; ROUSE, 2006).

Citrange ‘C-13’ “S” (*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata* (L.) Raf.): Híbrido introduzido no Brasil em 1997, do Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Valencia, Espanha, pela Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), Bebedouro-SP (STUCHI², 2015, informação pessoal). Apresentou bom desempenho, quando utilizado como porta-enxerto para lima ácida ‘Malay Lemon’ (STUCHI et al., 2006).

Tangerina ‘Cleópatra’ x *Poncirus trifoliata* ‘Rubidoux’ (*C. reshni* hort. ex Tanaka x *P. trifoliata* (L.) Raf.): Híbrido presente no banco ativo de germoplasma de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sendo originário do USDA (SOARES FILHO³, 2015, informação pessoal).

Tangerineira ‘Sunki’ x *Poncirus trifoliata* ‘English’ (*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka x *P. trifoliata* (L.) Raf.): Híbrido introduzido no Brasil pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, originário de Palmira, Colômbia, cedido pela Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) (SOARES FILHO³, 2015, informação pessoal).

²STUCHI, E.S. Pesquisador do Núcleo Tecnológico de Recursos Genéticos e Desenvolvimento de Variedades, EMBRAPA Mandioca e Fruticultura e Diretor Científico da EECB.

³SOARES FILHO, W.S. Pesquisador do Núcleo Tecnológico de Recursos Genéticos e Desenvolvimento de Variedades, EMBRAPA Mandioca e Fruticultura.

Laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' (*C. sinensis* (L). Osbeck + *C. volkameriana*): Híbrido somático produzido por fusão de protoplastos na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Esse híbrido, em conjunto com outros quatro, foram desenvolvidos para estudos relacionados à tolerância a doenças (COSTA; MENDES; MOURÃO FILHO, 2003).

3.5 Qualidade dos frutos

Variáveis relacionadas à qualidade do fruto foram analisadas no período de 2010 a 2013. Foram coletados, de forma sistematizada, 15 frutos por parcela, totalizando 45 frutos por tratamento. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Tecnológica de Frutos da Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, em Bebedouro-SP.

Os diâmetros equatorial e polar dos frutos foram mensurados através de uma calha graduada, e os valores médios foram expressos em milímetros. A massa dos frutos (MF) foi determinada por leitura direta em uma balança digital (Filizola®) seguida pela extração do suco em extratora mecanizada (Centenário Otto 1800®). A massa total do suco (MS) de cada parcela foi determinada na mesma balança digital, e o rendimento de suco (RS), expresso em percentagem de suco (%), foi obtido pela equação:

$$RS = (MS \times 100)/MF$$

A determinação dos sólidos solúveis totais (SST) foi realizada em refratômetro digital. Utilizou-se uma amostra de 5 ml de suco por parcela, coletada após a extração. O resultado foi obtido via leitura direta no aparelho, expresso em °Brix. A acidez total foi determinada pelo método de titulação com hidróxido de sódio 0,1 N de acordo com Di Giorgi et al. (1990) e Stenzel et al. (2003). O Índice Tecnológico (IT), variável expressa em kg de SST caixa⁻¹ (40,8 kg) foi determinado pela equação:

$$IT = [(RS \times SST \times 40,8) \times 10.000]$$

3.6 Desenvolvimento de planta, eficiência produtiva e taxa média de crescimento

Em relação ao desenvolvimento das plantas, representada pela variável volume de copa, expressa em m³, foram realizadas cinco avaliações, nos anos de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014 após a avaliação de produção de frutos. A variável foi determinada através de régua graduada. Nos anos de 2010, 2011 e 2012 foram mensurados a altura de planta (A), o diâmetro (D) paralelo e perpendicular à linha de plantio. Nos anos de 2013 e 2014 foram mensurados a altura de planta (A) e somente o diâmetro perpendicular à linha de plantio, devido à sobreposição excessiva da copa entre plantas. Em seguida foi calculado a partir dos valores médios de cada ano, o volume de copa (V) pela equação:

$$V = 2/3 \times \pi \times (D/2)^2 \times A$$

Para a determinação da eficiência produtiva (EFP), utilizou-se a relação entre as variáveis: produção de frutos (kg de fruto planta⁻¹) e volume de copa (m³). Os valores de EFP das plantas foi expressa em kg de fruto por m³ de copa.

Em complementação as variáveis de vigor de planta e produção, foram determinados a taxa média de crescimento (TC), pelo aumento do volume de copa de planta (V), expressa em incremento de volume de copa ano⁻¹ (PEARCE; DOBERSEK-URBANC, 1967).

3.7 Tolerância à morte súbita dos citros (MSC)

3.7.1 Avaliação visual

Em novembro de 2013, todas as plantas referentes aos materiais pré-selecionados foram individualmente avaliadas visualmente quanto à presença de sintomas de MSC. Nesta avaliação, buscou-se identificar na copa de laranja 'Valência', perda de brilho e descoloração generalizada das folhas, desfolha parcial das plantas, morte apical de ramos, com poucas brotações novas e sem brotações internas. Além disso, buscou-se a identificação do sintoma característico da MSC, que é a presença de uma coloração amarelada nos tecidos internos da casca do porta-enxerto, na região do floema funcional, contrastando com os tecidos da casca da copa

que são mais claros (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001). Para isso, foi realizado em todas as plantas a retirada da casca, em forma retangular, na linha de enxertia (cinco centímetros abaixo e cinco centímetros acima), para detectar ou não o amarelecimento no porta-enxerto.

Este sintoma descrito pode ser considerado o mais específico para diagnóstico da doença, em complementação aos sintomas observados em copa (Müller et al., 2002; Fundecitrus, 2003, 2011; Bassanezi et al., 2003). Além dessas avaliações, todas as plantas foram fotografadas para futuras observações e mapeamento do tipo de sintoma e da planta, em relação à presença de (CSDaV).

3.7.2 Detecção de *Citrus sudden death-associated virus* (CSDaV)

Com o intuito de comprovar a presença de CSDaV nos porta-enxertos pré-selecionados, as cascas oriundas da abertura das 'janelas' na linha de enxertia coletadas na avaliação visual de cada planta foram levadas para o Laboratório de Biotecnologia do Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS), em Araraquara-SP. As amostras foram armazenadas a -80 °C durante quatro semanas. Em seguida, foram efetuadas a lavagem e a secagem de cada amostra. Pequenos pedaços foram cortados com auxílio de lâmina estéril totalizando, 500 mg por amostra. As amostras foram maceradas em nitrogênio líquido e submetidas à extração de RNA total com o reagente Trizol LS (Invitrogen®), de acordo com as especificações do fabricante. O sedimento final de RNA foi ressuspensão em 30 µl de água estéril tratados com 0,1% de dietilpirocarbonato (DEPC, Sigma), e imediatamente armazenado a -20 °C. O cDNA foi sintetizado com Improm II transcriptase reversa (1 µl, Promega), 1 µl de RNA total, 1 µl de RNase OUT (Invitrogen), 0,5 µM de iniciadores de hexâmero aleatório, 0,2 mM de dNTPs, 1 × tampão Improm II, 3 mM de MgCL₂ em 20 µl de volume final.

Para a reação de PCR, foi utilizado 1,0 µl de cDNA, 1× tampão Taq Platinum, 0,2 mM dNTPs, 0,5 µM de cada primer, 'forward' e 'reverse' e 1 U de Taq DNA polimerase Platinum (Invitrogen®) em volume final de 20 µl de reação. A detecção do fragmento amplificado de 622 pb a partir do CSDaV foi realizada utilizando os primers Com_F (5'ATGGTCTCAGGCGACGACTCCCT3') e Com_R (5'GTGAGGATGGGAGCAGAGGAAC3') de acordo com a metodologia utilizada por Yamamoto et al. (2011). O produto da PCR foi submetido à eletroforese em gel de

agarose a 1,2 % em solução tampão TAE 1,0x e visualizado sob luz ultra violeta, após coloração com brometo de etídio.

3.7.3 Detecção do *Citrus tristeza vírus* (CTV)

Nesta etapa, a preparação das amostras, extração de RNA total e síntese de cDNA foram realizadas de acordo com a metodologia descrita no item 3.7.2. Foram realizadas duas reações de PCR duplex (YAMAMOTO et al., 2011). Para isso, utilizou-se 1,0 µl de cDNA, 1× Phire buffer, 0,2 mM dNTPs, 0,5 µM de cada primer, 'forward' e 'reverse' e 0,4 µl da Phire hot start DNA polymerase (Finnzymes) em volume final de 20 µl de reação. A detecção do fragmento amplificado de 246 pb a partir do CSDaV foi realizada utilizando os primers C1_For (5'CCGCTGTCACCATTTGCTTCCAG3') e Geno_Rev (5'GGGAACCTCATTGTGGAACCAGTCA3'). A detecção do fragmento amplificado de 700 pb a partir do CTV foi realizada utilizando os primers CN 119 e CN 120 (ROY; RAMACHANDRANDE, 2002), de acordo com a metodologia utilizada por Yamamoto et al. (2011). O produto da PCR foi submetido à eletroforese em gel de agarose a 1,2 % em solução tampão TAE 1,0x e visualizado sob luz ultra violeta, após coloração com brometo de etídio.

Para a identificação de CSDaV e de CTV foram realizados quatro eventos de PCR, sendo dois simples para CSDaV e dois duplex para CSDaV e CTV. Para efeito de avaliação, foram consideradas amostras positivas, aquelas que se apresentaram positivas, em pelo menos um evento.

3.8 Tolerância à seca

3.8.1 Avaliação visual

Com o objetivo de identificar materiais tolerantes à seca, foram realizadas nos anos de 2010, 2011 e 2012, nos meses de menor disponibilidade hídrica no solo (agosto e setembro), uma avaliação visual de tolerância à seca por ano. Essas avaliações consistiram na atribuição de notas baseando-se na presença e/ou ausência de enrolamento foliar característico de plantas sob estresse hídrico, considerando o seguinte critério de notas: (1) enrolamento foliar expressivo, todas as folhas muito enroladas, com aspecto de secas ou não, (2) enrolamento foliar pouco

expressivo, folhas levemente enroladas e (3) limbo foliar normal (ausência de enrolamento foliar), conforme utilizado por Stuchi; Donadio; Sempionato (2000).

3.8.2 Potencial de água em folha

Em complemento à avaliação visual de tolerância à seca, foram realizadas nos anos de 2012 e 2013 avaliações de potencial de água em folha. Foram realizadas quatro avaliações por ano, nos meses de março, agosto, outubro e dezembro. As avaliações foram realizadas com câmara de pressão, de acordo com a metodologia citada por Kauffmann (1968). A determinação do potencial de água em folhas foi efetuada no campo, sendo que a coleta das folhas foi às 6h00, sendo utilizada uma folha por parcela. De acordo com Machado et al. (2002), o potencial de água em folhas apresenta maiores índices pela manhã. Imediatamente após a coleta, as folhas foram armazenadas individualmente em sacos herméticos, os quais foram acondicionados em caixa térmica contendo gelo.

3.8.3 Estimativa do índice de área foliar

A estimativa do índice de área foliar (IAF) foi realizada em 2012 e 2013, nas mesmas datas das avaliações de potencial de água em folha, totalizando quatro avaliações por ano. As avaliações foram realizadas sob luz difusa, sendo realizada uma medida sem a interferência das plantas e outras quatro sob sua interferência, onde o aparelho foi posicionado abaixo da copa das plantas e perpendicular ao tronco, de acordo com as recomendações do fabricante (LI-COR, 1992).

A estimativa do índice de área foliar foi realizada através do aparelho LAI 2000, que estima o IAF pela redução da radiação solar pela copa. Esse aparelho capta a radiação que não é interceptada pela copa, através de um sensor que capta a luz em cinco ângulos zenitais, não captando a radiação que foi refletida ou transmitida pelas folhas (LI-COR, 1992).

A estimativa do IAF através desse equipamento é baseada, principalmente, nos seguintes princípios: folhas são distribuídas aleatoriamente na copa; além das folhas, todos os objetos opacos são inclusos na medição; os elementos da copa não podem transmitir nem refletir radiação; folhas são menores, pelo menos quatro vezes

menores que a distância do sensor para as folhas mais próximas (JOVANOVIĆ; ANNANDALE, 1998).

3.9 Análises estatísticas

Os valores médios de todas as variáveis, referentes aos materiais selecionados, foram submetidos à análise de homogeneidade de variância (teste de Box-Cox). As variáveis que apresentaram homogeneidade de variância, foram submetidas à análise pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Após a análise pelo teste de Box-Cox, a variável potencial de água em folha não apresentou homogeneidade de variância mesmo após a transformação. Portanto, essa variável foi analisada pelo teste não paramétrico de Friedman, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Além da análise de variância, as variáveis referentes às qualidades físicas e químicas do fruto, produção média, desenvolvimento vegetativo e eficiência produtiva, foram submetidas à análise de correlação de Spearman (CAMPOS, 1983). Também foi analisada por correlação de Spearman a variável produção média em kg planta^{-1} com os dados de precipitação pluviométrica e com as médias das temperaturas máxima e mínima.

Os dados das avaliações para detecção do CSDaV e CTV (presença ou ausência) foram submetidos à análise pelo teste não paramétrico Exato de Fisher. Os dados foram então analisados por correlação de Spearman (CAMPOS, 1983).

Com o objetivo de analisar a relação entre as variáveis utilizadas para a determinação da tolerância à seca, os dados referente ao índice de área foliar (IAF), potencial de água em folha e as notas visuais de tolerância à seca foram submetidos à análise de regressão linear simples (PIMENTEL-GOMES, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção média, produção acumulada e produção ajustada de frutos de laranja ‘Valência’

Plantas de laranja Valência enxertadas no porta-enxerto híbrido entre tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘English’ e o limoeiro ‘Cravo’ “Santa Cruz” foram as que apresentaram melhores desempenhos, respectivamente, em relação à produção média de frutos (kg planta^{-1}), produção total acumulada (kg planta^{-1}) e produção total acumulada (t ha^{-1}) no período avaliado (Tabela 1).

Para a produção total acumulada ajustada, em t ha^{-1} , não houve diferenças entre as diferentes combinações copa/porta-enxerto. As plantas de laranja ‘Valência’ enxertadas em tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘English’, limoeiro ‘Cravo’ “Santa Cruz” e tangerina ‘À Peau Lisse SRA 267’ apresentaram produção acumulada ajustada em t ha^{-1} menor quando comparada à produção total acumulada t ha^{-1} (Tabela 1).

O melhor desempenho da laranjeira ‘Valência’ em relação a produção média de frutos quando enxertada em um híbrido entre tangerina ‘Changsha’ x *P. trifoliata* ‘English Large’ (HRS 852) também foi relatado quando comparado a outros 12 porta-enxertos no período de nove safras, em Pirassununga-SP (POMPEU JUNIOR; LARANJEIRA; BLUMER, 2002). Na Flórida, a laranja ‘Hamlin’ (*C. sinensis* (L. Osbeck)) também apresentou bom desempenho em relação à produção quando enxertada no mesmo híbrido (WUTSCHER; HILL, 1995).

No presente trabalho, a laranjeira ‘Valência’ enxertada em tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘Benecke’ se agrupou de forma intermediária em relação à produção média. Para a produção acumulada em kg planta^{-1} e em t ha^{-1} , não diferiu estatisticamente da maioria das plantas sobre os demais porta-enxertos. Em outros trabalhos, esse híbrido apresentou bom desempenho, quando utilizado como porta-enxerto para laranjeira ‘Valência’ na Flórida (WUTSCHER; BOWMAN, 1999) e no Brasil (POMPEU JUNIOR; LARANJEIRA; BLUMER, 2002).

Tabela 1 - Produção média, produção acumulada e produção acumulada ajustada de frutos de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, no período de 2009 a 2014. Colômbia, SP

Porta-enxerto	Produção média* kg planta ⁻¹		Produção acumulada** kg planta ⁻¹		Produção acumulada*** t ha ⁻¹		Produção acumulada ajustada**** t ha ⁻¹
tangerina 'Sunki' x <i>P. trifoliata</i> 'English'	44,70	a	268,20	A	178,80	a	158,33
limão 'Cravo' "Santa Cruz"	35,61	ab	213,65	Ab	142,42	ab	136,94
limão 'Cravo' "CNPMF 03"	33,54	bc	201,23	B	134,15	b	164,08
citrange 'C-13' "S"	33,54	bc	201,22	B	134,15	b	153,32
tangerina 'Sunki' x <i>P. trifoliata</i> 'Benecke'	30,03	bc	180,20	B	120,13	b	125,68
tangerina 'À Peau Lisse SRA 267'	29,07	bc	174,37	B	116,25	b	109,62
tangerina 'East India SRA 414'	28,10	bc	168,55	B	112,37	b	108,31
tangerina 'Malvasio SRA 115'	27,90	c	167,39	B	111,59	b	123,97
tangerina 'Cleópatra' x <i>P. trifoliata</i> 'Rubidoux'	27,64	c	157,83	B	105,22	b	137,44
tangerina 'C-54-4-4 SRA 337'	26,31	c	165,86	B	110,57	b	110,87
laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano'	25,58	c	155,39	B	103,59	b	123,85
C.V. (%)	13,39		11,44		11,44		3,45
Valor (P)	<0,0001		<0,0001		<0,0001		0,6784 ^{NS}

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). *Produção média de frutos de laranja 'Valência' em kg planta⁻¹, calculada a partir da produção das safras de 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014. ** Produção acumulada de frutos de laranja 'Valência' em kg planta⁻¹, calculada a partir da somatória das safras de 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014. *** Produção acumulada de frutos de laranja 'Valência' em toneladas ha⁻¹, calculada a partir da somatória das safras de 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014. ****Produção acumulada ajustada de frutos de laranja 'Valência' em toneladas ha⁻¹, calculada a partir da somatória das safras de 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014 em função da densidade de plantas ajustada. ^{NS}Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

A laranjeira 'Valência' enxertada em tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English', além de ser a mais produtiva durante o período desta avaliação (Tabela 1), apresentou boa precocidade de produção, igualando-se as plantas sobre limoeiro 'Cravo' "Santa Cruz" e ao limoeiro 'Cravo' "CNPMF 03" na safra de 2010, três anos após o plantio.

Nas safras de 2012 e 2013, a maior produção de frutos de laranja 'Valência' também foi observada em relação às demais combinações copa/porta-enxerto (Tabela 2). De acordo com Bordignon et al. (2003), laranjeira 'Valência' quando enxertada em limoeiro 'Cravo' foi superior em relação à produção total de frutos, comparada aos porta-enxertos tangerina 'Sunki' e *P. trifoliata*. Entretanto, no mesmo estudo realizado por Bordignon et al. (2003), foi relatada a precocidade de produção de frutos de laranja 'Valência' enxertada em híbridos entre *P. trifoliata* x tangerina 'Sunki' e tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata*. Esses dados sugerem a influência do *P. trifoliata* em relação à tangerina 'Sunki' na precocidade conferida à copa de laranjeira 'Valência', (BORDIGNON et al., 2003).

As informações citadas e os resultados apresentados no presente estudo evidenciam o bom desempenho de alguns híbridos entre tangerinas x *P. trifoliata* utilizados como porta-enxerto para cultivares de laranja doce (*C. sinensis* (L. Osbeck), previamente relatado em outros trabalhos (POMPEU JUNIOR; BLUMER, 2014, BLUMER, 2005).

O limoeiro 'Cravo' "Santa Cruz", além de características como elevada produção de frutos e de sementes, alta percentagem de poliembrionia e boa adaptação a diferentes condições de clima e de solo (SOARES FILHO et al., 1999), no presente trabalho apresentou bom desempenho como porta-enxerto para laranjeira 'Valência' em relação à produção média e produção acumulada de frutos.

Plantas de laranja 'Valência' enxertadas em limoeiro 'Cravo' "Santa Cruz" foram igualmente produtivas, não diferindo das plantas enxertadas no híbrido entre tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English'. Entretanto, laranjeira 'Valência' enxertada em limoeiro 'Cravo' "CNPMF 03" foi menos produtiva, diferindo daquelas sobre tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' (Tabela 1).

Tabela 2 - Produção de frutos de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, no período de 2009 a 2014. Colômbia, SP

Porta-enxerto	Produção média* kg planta ⁻¹							
	2009.....	2010.....	2011.....	2012.....	2013.....	2014.....		
tangerina 'Sunki' x <i>P. trifoliata</i> 'English'	8,12 a	15,81 a	64,72	75,27	68,93 a	35,35		
limão 'Cravo' "Santa Cruz"	9,05 a	16,57 a	43,10	75,52	42,71 ab	29,63		
limão 'Cravo' "CNPMF 03"	7,58 a	13,64 ab	49,42	62,53	40,38 ab	27,68		
citrange 'C-13' "S"	6,99 a	11,75 abc	39,75	65,15	45,81 ab	31,78		
tangerina 'Sunki' x <i>P. trifoliata</i> 'Benecke'	3,16 a	9,15 abc	43,05	60,54	33,70 b	30,60		
tangerina 'À Peau Lisse SRA 267'	2,19 a	6,18 bc	43,64	57,85	38,66 ab	25,85		
tangerina 'East India SRA 414'	2,10 a	5,62 c	36,98	54,11	41,22 ab	28,52		
tangerina 'Malvasio SRA 115'	2,07 a	10,95 abc	47,87	40,08	49,14 ab	17,27		
tangerina 'Cleópatra' x <i>P. trifoliata</i> 'Rubidoux'	3,86 a	10,37 abc	38,22	51,06	33,97 b	20,37		
tangerina 'C-54-4-4 SRA 337'	1,73 a	7,13 bc	43,82	51,52	44,71 ab	16,95		
laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano'	5,32 a	6,57 bc	40,97	55,14	24,59 b	17,05		
C.V. (%)	26,65	12,62	10,33	9,73	12,47	17,19		
Valor (<i>P</i>)	0,0249	0,0004	0,1245 ^{NS}	0,0566 ^{NS}	0,0164	0,1606 ^{NS}		

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). *Produção de frutos de laranja 'Valência' em kg planta⁻¹ por safra nos anos de 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014. ^{NS}Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Plantas de laranja 'Valência' enxertadas em limão 'Cravo' "CNPMF 03", citrange 'C-13' "S", tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' e nas tangerinas 'À Peau Lisse SRA 267' e 'East India SRA 414' se agruparam de forma intermediária para a produção média em kg de frutos planta⁻¹, não diferindo estatisticamente entre si na média geral das seis safras avaliadas.

Em relação à variável produção média, as safras correspondentes aos anos de 2011, 2012 e 2013 foram as mais produtivas (Figura 1). Na análise de correlação de Spearman, o coeficiente de correlação envolvendo produção média e precipitação hídrica foi de -0,25521 e o valor de $P = 0,0386$, indicando correlação negativa.

Figura 1 - Produção média por safra no período de 2009 a 2014 de frutos de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos. Colômbia, SP. Letras distintas entre colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

Para as médias das temperaturas máximas e mínimas também houve correlação negativa com a produção média por ano, apresentando coeficiente de correlação de -0,62231 e valor de $P < 0,0001$ (temperatura máxima x produção média por ano) e coeficiente de correlação de -0,63643 e o valor de $P < 0,0001$ (temperatura mínima x produção média por ano), indicando neste caso, que temperaturas mais baixas favoreceram a produção.

De acordo com esses dados, as altas temperaturas médias poderiam ter influenciado a diminuição na produção de frutos. Em citros, após a antese, ocorre a

abscisão de frutos, principalmente devido a má formação do mesmo e pelas altas temperaturas durante o período (SENTELHAS, 2005). Segundo Reuther (1977), temperaturas acima de 35 °C, podem contribuir para a continuidade da abscisão de frutos durante dois a três meses, após a primeira fase de abscisão.

Dentre outros fatores que influenciam abscisão de frutos na zona “A”, estão a insuficiência de carboidratos, relacionada à demanda elevada por uma quantidade excessiva de frutos na planta, e a elevação nos níveis de ácido abscísico e etileno (IGLESIAS et al., 2007). A média da temperatura máxima registrada nos anos de 2010 e 2012, durante os meses de novembro e dezembro, foram de 36,4 °C e 35,1 °C (Anexo).

Em citros, a alternância de produção é caracterizada pelo excesso na produção de frutos em safra anterior. Esse excesso de produção acarretará, na safra seguinte, para a redução na formação de flores e, conseqüentemente, na frutificação (VERREYNNE; LOVATT, 2009, AUGUSTI; ALMELA, 1992).

A alternância de produção poderia explicar a redução na produção no ano de 2013 (Figura 1). Entretanto, o decréscimo no rendimento observado na safra de 2013 e 2014, parece estar mais relacionado com a deficiência hídrica no solo observada nos anos de 2013 e 2014 (Figura 3).

4.2 Desenvolvimento de planta, eficiência produtiva e taxa de crescimento anual

O porta-enxerto tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘English’, juntamente com as tangerinas ‘C-54-4-4 SRA 337’, ‘East Índia SRA 414’ e ‘À Peau Lisse SRA 267’, conferiram às copas de laranja ‘Valência’ os melhores desempenhos em relação ao desenvolvimento das plantas, caracterizado pelos maiores valores médios de volume de copa avaliados nos anos de 2010 a 2014 (Tabela 3).

Plantas de laranja ‘Valência’ enxertadas nos híbridos entre tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata*, seleções ‘English’ e ‘Benecke’, limoeiro ‘Cravo’ “Santa Cruz”, e as tangerinas ‘C-54-4-4 SRA 337’, ‘East Índia SRA 414’ e ‘À Peau Lisse SRA 267’ não diferiram estatisticamente em relação à taxa de crescimento anual. As laranjeiras enxertadas nos híbridos que tenham *P. trifoliata* como genitor, foram igualmente eficientes na produção de kg de frutos por m³, não diferindo entre si, e em relação aos dois clones de limoeiro ‘Cravo’ (Tabela 3).

O bom desempenho relacionado ao desenvolvimento vegetativo e a boa produção de frutos conferidos à copa pelos híbridos entre tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* pode ter relação com as características hortícolas da tangerineira 'Sunki', a qual mostrou resultados semelhantes, quando enxertada em laranjeira 'Pêra' (MOURÃO FILHO; MISCHAN; SALIBE, 1991).

No presente trabalho, o híbrido entre tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' conferiu à copa de laranja 'Valência' elevado vigor (Tabela 3). Entretanto, novas seleções de tangerineiras, 'Sunki Tropical' (SOARES FILHO et al., 2002) e 'Sunki Maravilha' (SOARES FILHO et al., 2003), quando avaliadas no mesmo ambiente, conferiram vigor semelhante em copas de laranjeira 'Valência' quando comparadas aos limoeiros 'Cravo' "Santa Cruz" e "CNPMF 03" aqui relacionados (RAMOS, 2012).

Copas de plantas de laranjeira 'Valência Late Burjasot IVIA 35-2' enxertadas em tangerineira 'Sunki' se mostraram mais vigorosas quando comparadas à cultivar 'Natal' (*Citrus sinensis* (L). Osbeck) e a outras cinco seleções da cultivar 'Valência' (TOMASETTO, 2008). Esses dados, não somente suportam a importância da influência do porta-enxerto sobre a copa, já enfatizado em trabalhos anteriores (FELLERS, 1985; CASTLE, 1987; CASTLE, 1995) como também o conceito que, cultivares ou seleções da mesma espécie empregado como copa e porta-enxerto, no mesmo ambiente, podem apresentar diferentes desempenhos.

Esse fato também fica em evidência no presente trabalho, quando analisado o desenvolvimento de plantas de laranja 'Valência' enxertadas em dois híbridos envolvendo as mesmas espécies: tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' e tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke', foram constatadas diferenças estatísticas entre si, sendo o primeiro mais vigoroso que o segundo (Tabela 3).

Copas de laranja 'Valência' enxertadas nos porta-enxertos tangerina 'Cleópatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux', limão 'Cravo' "CNPMF 03", citrange 'C-13' "S", tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' e laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' foram as menos vigorosas, apresentando menores valores médios de volume de copa. Os porta-enxertos Citrange 'C-13' "S", tangerina 'Cleópatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux' e limão 'Cravo' "CNPMF 03" apresentam boa aptidão para cultivos adensados, pois, além do reduzido volume de copa, foram os que conferiram maiores valores de eficiência de produção de frutos de laranja doce em kg m³ de copa.

O cultivo adensado de citros é uma prática indispensável para a viabilidade econômica da atividade nos dias atuais. De acordo com Stuchi; Girardi (2011), o

cultivo adensado em Bebedouro-SP de laranja 'Pêra' em tangerina 'Cleópatra', laranja 'Valência' em *P. trifoliata* 'Limeira' e laranja 'Hamlin' em limão 'Cravo' possibilitaram aumento de até 50% da produção, após os primeiros oito anos do plantio.

A laranjeira 'Navelina' (*C. sinensis* (L.) Osb.) quando enxertada nos porta-enxertos 'FA-517' (*Citrus nobilis* Lour x *P. trifoliata* (L.) Raf.) e 'FA-418' (citrange 'Troyer' x *C. deliciosa* Ten.) mostrou boa performance comparada ao citrange 'Carrizo' (*C. sinensis* (L.) Osb. x *P. trifoliata* (L.) Raf.) em relação à qualidade de fruto e eficiência produtiva, evidenciando a boa aptidão desses porta-enxertos para cultivos adensados (FORNER-GINER et al., 2014).

Tabela 3 – Volume de copa (m^3), eficiência produtiva (EFP) de frutos ($kg\ m^3$) e taxa de crescimento (m^3 ano) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos no período de 2010 a 2014. Colômbia, SP

Porta-enxerto	Volume de copa m^3		EFP $kg\ m^{-3}$...		Taxa de crescimento m^3 ano...	
tangerina 'Sunki' x <i>P. trifoliata</i> 'English'	15,48	A	4,59	ab	5,79	a
limão 'Cravo' "Santa Cruz"	12,60	Bc	4,73	ab	5,14	ab
limão 'Cravo' "CNPMF 03"	9,74	Cde	5,02	ab	3,15	bc
citrange 'C-13' "S"	9,20	De	5,44	a	3,35	bc
tangerina 'Sunki' x <i>P. trifoliata</i> 'Benecke'	10,70	Cde	4,47	ab	4,69	ab
tangerina 'À Peau Lisse SRA 267'	14,57	Ab	2,95	c	5,00	ab
tangerina 'East India SRA 414'	13,77	Ab	2,99	c	5,06	ab
tangerina 'Malvasio SRA 115'	10,42	Cd	3,90	bc	3,41	bc
tangerina 'Cleópatra' x <i>P. trifoliata</i> 'Rubidoux'	7,95	E	4,64	ab	2,43	c
tangerina 'C-54-4-4 SRA 337'	13,18	Ab	2,87	c	4,08	abc
laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano'	9,88	De	4,13	bc	3,53	bc
C.V. (%)	4,38		13,70		16,69	
Valor (<i>P</i>)	<0,0001		<0,0001		0,0001	

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados semelhantes foram reportados para laranjeira 'Folha Murcha' (*C. sinensis* (L.) Osb.) enxertada em trifoliata 'Flying Dragon' (*P. trifoliata* var. monstrosa) quando comparada a outros onze porta-enxertos em Bebedouro, SP, (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2011).

Um trabalho de pesquisa instalado em 1972 no Centro de Citricultura “Sylvio Moreira” em Cordeirópolis-SP, relatou, após 18 safras, produções superiores de laranja ‘Valência’ enxertada em *P. trifoliata* ‘Limeira’ em espaçamento 2m x 6m (TEÓFILO SOBRINHO; POMPEU JUNIOR; FIGUEIREDO, 2012). De acordo com Pompeu Junior e Blumer (2009), o híbrido entre tangerina ‘Cleópatra’ x *P. trifoliata* ‘Rubidoux’ também conferiu à copa de laranja ‘Valência’ pequeno porte, sendo considerado pelos autores um porta-enxerto ananicante, corroborando com os dados obtidos no presente trabalho.

Além da antecipação de retorno financeiro, proporcionado pela maior produtividade por área durante as primeiras safras no cultivo adensado, a redução de gastos com replantio de plantas erradicadas por doenças é outro benefício que pode ser atribuído ao uso de porta-enxertos ananizantes (STUCHI; GIRARDI, 2011). Em geral, o plantio adensado no cultivo comercial de citros, aliado à produção antecipada, são medidas que podem aumentar a viabilidade econômica da atividade, principalmente em relação aos gastos com manejo de doenças (CASTLE; BALDWIN; MURARO, 2010).

A menor incidência de algumas doenças parece ser influenciada por diferenças temporais relacionadas às brotações. Para CVC, intervalos maiores entre brotações de laranjeira ‘Folha Murcha’ (*C. sinensis* (L). Osbeck) enxertada em *P. trifoliata* seleção ‘Flying Dragon’ resultaram na menor incidência da doença devido à disponibilidade reduzida de brotações jovens suscetíveis ao ataque de cigarrinhas (CANTUARIAS AVILÉS, 2009).

De acordo com as pressuposições da associação do CSDaV com o agente causal da MSC e que esse vírus provavelmente seja transmitido por vetor (MACCHERONI et al., 2005; YAMAMOTO et al., 2011), o emprego de porta-enxertos ou medidas de manejo que proporcionem diminuição no número de brotações poderiam resultar em menor incidência desta doença.

4.3 Qualidade dos frutos

Os diferentes porta-enxertos influenciaram na qualidade dos frutos de laranja ‘Valência’, pois, com exceção, da variável diâmetro de fruto, todas as outras variáveis apresentaram diferenças significativas, em função dos diferentes porta-enxertos.

A maior massa média foi observada nos frutos oriundos das plantas enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' "Santa Cruz", seguido pelo híbrido entre tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English', limoeiro 'Cravo' "CNPMF 03" e pelo híbrido entre tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' (Tabela 4). Maiores valores em relação à massa de frutos de laranja 'Pêra' também foi relatado quando enxertada nos limoeiros 'Cravo' "Santa Cruz", 'Cravo' e 'Volkameriano' (NEGREIROS et al., 2010).

Laranja 'Folha Murcha' (*C. sinensis* (L). Osbeck) enxertada em tangerina 'Sunki' apresentou a maior massa média de frutos comparada àquelas enxertadas em limoeiro 'Cravo' e a outros quatro porta-enxertos (STENZEL et al., 2005a). Em outro estudo, frutos da laranja 'Lima' (*C. sinensis* (L). Osbeck) enxertada em limoeiro 'Cravo' apresentaram maior massa média quando comparada ao porta-enxerto *P. trifoliata*, ambos em cultivo irrigado (LIMA et al., 2014).

No presente trabalho, o híbrido entre tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English', além de se igualar com os limoeiros 'Cravo' "CNPMF 03" e 'Santa Cruz' em relação à variável massa de fruto de laranja 'Valência', junto com os porta-enxertos que tenham como parental *P. trifoliata*, se agruparam entre aqueles que conferiram à copa de laranja 'Valência', a produção de frutos com maior ratio médio (Tabela 5). Plantas de laranja 'Valência' enxertadas no híbrido entre tangerina 'Cleópatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux' e no citrange 'C-13' "S", também apresentaram maiores valores de sólidos solúveis totais e índice tecnológico (Tabela 4 e 5).

Os resultados aqui reportados confirmam a superioridade em relação à qualidade dos frutos de laranja 'Valência' enxertada nos porta-enxertos que tenham como parental *P. trifoliata*. Isso se deve à influência da espécie, já que a mesma confere à copa qualidade de fruto superior quando comparada a outros porta-enxertos (POMPEU JUNIOR, 2005).

Tabela 4 – Massa (g), diâmetro (mm), altura (mm) e sólidos solúveis totais (SST) em frutos de laranja ‘Valência’ enxertada em onze porta-enxertos, no período de 2010 a 2013. Colômbia, SP

Porta-enxerto	Massa ¹		Diâmetro ^{1*}		Altura ^{1*}		SST ¹	
	g.....		mm.....		mm.....		Brix°.....	
tangerina ‘Sunki’ x ‘ <i>P. trifoliata</i> English’	189,61	ab	85,08		89,98	ab	12,43	bcd
limão ‘Cravo’ “Santa Cruz”	205,09	a	84,33		95,59	a	11,22	e
limão ‘Cravo’ “CNPMF 03”	190,03	ab	87,83		91,82	ab	11,33	de
citrango ‘C-13’ “S”	175,81	bcd	86,04		89,54	b	12,94	ab
tangerina ‘Sunki’ x <i>P. trifoliata</i> ‘Benecke’	189,19	abc	86,83		91,90	ab	12,44	bc
tangerina ‘À Peau Lisse SRA 267’	169,76	bcd	84,77		88,56	b	12,44	bc
tangerina ‘East India SRA 414’	165,04	d	84,21		88,25	b	12,47	bc
tangerina ‘Malvasio SRA 115’	167,53	cd	84,32		88,87	b	12,65	bc
tangerina ‘Cleópatra’ x <i>P. trifoliata</i> ‘Rubidoux’	164,78	d	83,13		87,52	b	13,79	a
tangerina ‘C-54-4-4 SRA 337’	165,77	cd	85,06		88,32	b	12,67	bc
laranja ‘Rohde Red’ ‘Valencia’ + limão ‘Volkameriano’	167,98	cd	84,91		89,08	b	11,82	cde
C.V. (%)	1,93		11,05		0,95		6,60	
Valor (<i>P</i>)	<0,0001		0,4624 ^{NS}		<0,0001		<0,0001	

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ¹Variáveis analisadas nas safras de 2010, 2011, 2012 e 2013. *Valor por fruto obtido da média de 15 frutos mensurados através de calha graduada. ^{NS}Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Acidez, ratio, rendimento de suco (RS) e índice tecnológico (IT) em frutos de laranja ‘Valência’ enxertada em onze porta-enxertos, no período de 2010 a 2013. Colômbia, SP

Porta-enxerto	Acidez ¹		Ratio ¹		RS ¹		IT ^{1*}	
	%.....				%.....		kg.....	
tangerina ‘Sunki’ x ‘ <i>P. trifoliata</i> English’	0,66	bc	18,86	a	46,17	abc	2,32	bc
limão ‘Cravo’ “Santa Cruz”	0,64	c	17,77	abc	48,31	a	2,20	bc
limão ‘Cravo’ “CNPMF 03”	0,65	bc	17,77	abc	47,80	a	2,21	bc
citrange ‘C-13’ “S”	0,69	bc	19,22	a	47,21	a	2,48	ab
tangerina ‘Sunki’ x <i>P. trifoliata</i> ‘Benecke’	0,68	bc	18,39	ab	48,21	a	2,44	ab
tangerina ‘À Peau Lisse SRA 267’	0,75	ab	16,64	abc	46,70	ab	2,35	bc
tangerina ‘East India SRA 414’	0,71	abc	17,55	abc	46,82	ab	2,35	bc
tangerina ‘Malvasio SRA 115’	0,81	a	15,96	bc	45,31	abc	2,31	bc
tangerina ‘Cleópatra’ x <i>P. trifoliata</i> ‘Rubidoux’	0,74	abc	18,83	a	48,14	a	2,70	a
tangerina ‘C-54-4-4 SRA 337’	0,82	a	15,58	c	43,25	bc	2,21	bc
laranja ‘Rohde Red’ ‘Valencia’ + limão ‘Volkameriano’	0,71	abc	17,10	abc	42,90	c	2,06	c
C.V. (%)	8,76		11,03		5,81		9,19	
Valor (<i>P</i>)	<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001	

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ¹Variáveis analisadas nas safras de 2010, 2011, 2012 e 2013. *kg de sólidos solúveis totais caixa⁻¹ de 40,8 kg.

Qualidade de fruto superior também foi relatado para laranjeira 'Valência' enxertada em citrange 'Troyer' em relação ao limoeiro 'Cravo', nesse caso, o porta-enxerto que tem como parental *P. trifoliata*, apresentou maiores valores médios para sólidos solúveis totais e índice tecnológico, em cultivo de laranja 'Valência' no Estado do Paraná (AULER; FIORI-TUTIDA; SCHOLZ, 2009). Outro estudo desenvolvido no Estado do Acre relata maiores valores de sólidos solúveis totais em frutos de sete cultivares de laranja doce enxertadas em citrange 'Carrizo', em relação ao limoeiro 'Cravo' (LEDO et al., 1999).

Melhores desempenhos para qualidade de fruto em relação a outros porta-enxertos também foram relatados em pomelo 'Henderson' (*C. paradisi* Macfad.) enxertado em citrange 'Troyer' (YEŞILOĞLU et al., 2014) e para laranja 'Valência' enxertada em citrumelo 'Swingle' (*Citrus paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) (ZEKRI, 2000).

Entretanto, o desempenho do citrange 'Troyer' e da tangerineira 'Cleópatra' como porta-enxertos alternativos já foi relatado na década dos anos de 1950. Suas indicações como porta-enxertos alternativos em relação à laranja 'azedo' (*C. aurantium* L.) e ao limão 'Rugoso' (*C. jambhiri* Lush.) foi incentivado na Califórnia, em função das melhores características de qualidade de frutos conferidas à copa de laranja 'Valência' (BATCHELOR; BITTERS, 1952).

Essas informações sobre o melhor desempenho da tangerina 'Cleópatra' e dos porta-enxertos que possuem *P. trifoliata* como genitor, suportam os resultados aqui apresentados, tanto para o citrange 'C-13' "S" como para o híbrido entre tangerina 'Cleópatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux'.

4.4 Correlação entre as variáveis relacionadas à produção, desenvolvimento de planta e qualidade de fruto

Houve correlação significativa, positiva ou negativa, entre algumas variáveis que foram avaliadas em relação ao desenvolvimento da planta, produção e qualidade do fruto (Tabela 4).

Quando avaliada em relação aos valores médios de todos os materiais estudados como porta-enxerto, a produção média de frutos em kg planta⁻¹ apresentou correlação positiva com as variáveis volume de copa, eficiência

produtiva, diâmetro e altura de fruto, sólidos solúveis totais, ratio e índice tecnológico (Tabela 6).

Apesar de, na análise geral, a produção média ter apresentado correlação positiva com volume de copa, quando analisado individualmente para cada porta-enxerto, essas variáveis não apresentaram correlação (Tabela 6 e 7).

A variável produção média apresentou correlação positiva com as variáveis eficiência produtiva, sólidos solúveis totais e ratio na análise geral (Tabela 6). Em relação às variáveis produção média e eficiência produtiva, a correlação, de forma geral, se repetiu na análise individual, onde as duas variáveis não se correlacionaram em apenas três porta-enxertos dentre os onze avaliados (Tabela 7).

Diferente da análise geral, a correlação positiva das variáveis produção média e sólidos solúveis totais, foi observada na análise individual nos porta-enxertos limão 'Cravo' "Santa Cruz", limão 'Cravo' "CNPMF 03", tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke', tangerina 'East India SRA 414' e laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' (Tabela 7).

A mesma divergência entre a análise geral e a análise individual também ocorreu para as variáveis produção média e ratio, sendo que, somente para os porta-enxertos limão 'Cravo' "Santa Cruz", citrange 'C-13' "S", tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' e tangerina 'Cleópatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux' foi observada correlação positiva (Tabela 7).

Em relação ao volume de copa, sua correlação com a eficiência produtiva no geral foi negativa (Tabela 7), porém quando analisados individualmente para os porta-enxertos tangerinas 'À Peau Lisse SRA 267', 'East India SRA 414', 'Malvasio SRA 115' e 'C-54-4-4 SRA 337', tangerina 'Cleópatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux' e laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' não houve correlação.

Outra divergência foi em relação à correlação positiva entre volume de copa e massa de fruto, a qual se repetiu somente nos porta-enxertos laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' e citrange 'C-13' "S" quando avaliados individualmente (Tabela 7). Também para a correlação positiva entre acidez e índice tecnológico, a qual não foi observada para os porta-enxertos tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English', limão 'Cravo' "CNPMF 03", tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke', tangerina 'C-54-4-4 SRA 337' e laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' (Tabela 8)

Tabela 6 – Correlação de Sperman entre as variáveis relacionadas à produção, desenvolvimento de planta e qualidade de fruto de laranja ‘Valência’ enxertada em onze porta-enxertos. Colômbia, SP

Variável		Produção média ¹	Volume de copa ²	EFP ³	Massa ³	Diâmetro ³	Altura ³	SST ³	Acidez ³	Ratio ³	RS ³	IT ³
Produção média ¹			0,0004*(+)	<0,0001(+)**	NS***	<0,0001(+)	0,0006(+)	<0,0001(+)	NS	<0,0001(+)	<0,0001(-)	0,0120(+)
Volume de copa ²				<0,0001(-)**	<0,0001(+)	<0,0001(+)	<0,0001(+)	NS	NS	0,0159(+)	0,0003(-)	NS
EFP ³					<0,0001(-)	0,0041(-)	0,0002(-)	<0,0001(+)	NS	<0,0001(+)	<0,0001(-)	<0,0001(+)
Massa ³						<0,0001(+)	<0,0001(+)	<0,0001(-)	<0,0001(-)	NS	<0,0001(+)	<0,0001(-)
Diâmetro ³							<0,0001(+)	0,0289(-)	<0,0001(-)	0,0013(+)	NS	0,0006(-)
Altura ³								0,0016(-)	<0,0001(-)	0,0009(+)	NS	<0,0001(-)
SST ³									<0,0001(+)	<0,0001(+)	<0,0001(-)	<0,0001(+)
Acidez ³										<0,0001(-)	0,0006(-)	<0,0001(+)
Ratio ³											0,0387(-)	0,0005(+)
RS ³												NS
IT ³												

¹Produção em kg panta⁻¹ de frutos avaliados nos anos de 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014; ²Volume de copa (m³), eficiência produtiva (EFP) de frutos (kg m³), avaliados nos anos 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014; ³Massa (g), diâmetro (mm), altura (mm), sólidos solúveis totais (SST), acidez (%), ratio, rendimento de suco em % (RS) e índice tecnológico (IT) avaliados no período de 2010, 2011, 2012 e 2013. *Valores de $P < 0,01$ indicam correlação ao nível de 1% de probabilidade, valores de $P < 0,05$ e $> 0,01$ indicam correlação ao nível de 5% de probabilidade. **Referente ao coeficiente de correlação, sinais positivos (+) indica correlação positiva e sinais negativos (-) indica correlação negativa entre as variáveis relacionadas. ***Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7 - Correlação de Sperman entre produção média e volume de copa, produção média e eficiência produtiva (EFP), produção média e sólidos solúveis totais (SST) e entre produção média e ratio de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos. Colômbia, SP

Porta-enxerto	Produção média ¹ x volume de copa ²	Produção média ¹ x EFP ²	Produção média ¹ x SST ³	Produção média ¹ x ratio ³
tangerina 'Sunki' x ' <i>P. trifoliata</i> English'	NS***	NS	NS	NS
limão 'Cravo' "Santa Cruz"	NS	NS	0,0017*(+)	0,0102(+)**
limão 'Cravo' "CNPMF 03"	NS	0,0039(+)	0,0258(+)	NS
citrange 'C-13' "S"	NS	0,0337(+)	NS	0,0074(+)
tangerina 'Sunki' x ' <i>P. trifoliata</i> 'Benecke'	NS	NS	0,0003(+)	0,0006(+)
tangerina 'À Peau Lisse SRA 267'	NS	0,0002(+)	NS	NS
tangerina 'East India SRA 414'	NS	0,0054(+)	0,0341(+)	NS
tangerina 'Malvasio SRA 115'	NS	0,0087(+)	NS	NS
tangerina 'Cleópatra' x ' <i>P. trifoliata</i> 'Rubidoux'	NS	0,0019(+)	NS	0,0034(+)
tangerina 'C-54-4-4 SRA 337'	NS	0,0003(+)	NS	NS
laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano'	NS	0,0018(+)	0,0363(+)	NS

¹Produção em kg panta⁻¹ de frutos avaliados nos anos de 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014; ²Volume de copa (m³), eficiência produtiva (EFP) de frutos (kg m³), avaliados nos anos 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014; sólidos solúveis totais (SST) e ratio, avaliados no período de 2010, 2011, 2012 e 2013. *Valores de $P < 0,01$ indicam correlação ao nível de 1% de probabilidade, valores de $P < 0,05$ e $> 0,01$ indicam correlação ao nível de 5% de probabilidade. **Referente ao coeficiente de correlação, sinais positivos (+) indica correlação positiva e sinais negativos (-) indica correlação negativa entre as variáveis relacionadas. ***Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Correlação de Sperman entre produção média e rendimento de suco (RS), volume de copa e eficiência produtiva (EFP), volume de copa e massa de fruto, volume de copa e rendimento de suco (RS) e entre eficiência produtiva (EFP) e sólidos solúveis totais (SST) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos. Colômbia, SP

Porta-enxerto	Produção média ¹ x RS ²	Volume de copa ³ x EFP ³	Volume de copa ³ x Massa ⁴	Volume de copa ³ x RS ²	EFP ³ x SST ⁴
tangerina 'Sunki' x ' <i>P. trifoliata</i> English'	0,02029*(-)	0,0038(-)**	NS***	NS	NS
limão 'Cravo' "Santa Cruz"	NS	0,0007(-)	NS	NS	NS
limão 'Cravo' "CNPMF 03"	NS	0,0164(-)	NS	NS	0,0039(+)
citrango 'C-13' "S"	NS	0,0487(-)	0,0114(+)	NS	0,0008(+)
tangerina 'Sunki' x <i>P. trifoliata</i> 'Benecke'	NS	0,0140(-)	NS	NS	0,0283(+)
tangerina 'À Peau Lisse SRA 267'	0,0139(-)	NS	NS	NS	0,0102(+)
tangerina 'East India SRA 414'	0,0008(-)	NS	NS	NS	0,0023(+)
tangerina 'Malvasio SRA 115'	NS	NS	NS	NS	0,0071(+)
tangerina 'Cleópatra' x <i>P. trifoliata</i> 'Rubidoux'	0,0051(-)	NS	NS	NS	0,0268(+)
tangerina 'C-54-4-4 SRA 337'	0,0153(-)	NS	NS	NS	0,0214(+)
laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano'	0,0261(-)	NS	0,0479(+)	NS	0,0128(+)

¹Produção em kg panta⁻¹ de frutos avaliados nos anos de 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014; ²Rendimento de suco em % (RS) avaliado no período de 2010, 2011, 2012 e 2013; ³Volume de copa (m³), eficiência produtiva (EFP) de frutos (kg m³), avaliados nos anos 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014; ⁴Massa (g) média de frutos, sólidos solúveis totais (SST) avaliados no período de 2010, 2011, 2012 e 2013. *Valores de $P < 0,01$ indicam correlação ao nível de 1% de probabilidade, valores de $P < 0,05$ e $> 0,01$ indicam correlação ao nível de 5% de probabilidade. **Referente ao coeficiente de correlação, sinais positivos (+) indica correlação positiva e sinais negativos (-) indica correlação negativa entre as variáveis relacionadas. ***Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Correlação de Sperman entre massa de fruto e sólidos solúveis totais (SST), sólidos solúveis totais (SST) e índice tecnológico (IT), acidez de fruto e índice tecnológico (IT), eficiência produtiva (EFP) e massa de fruto e entre sólidos solúveis totais (SST) e rendimento de suco (RS) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos. Colômbia, SP

Porta-enxerto	Massa ¹ x SST ¹	SST ¹ x IT ¹	Acidez ¹ x IT ¹	EFP ² x Massa ¹	SST ¹ x RS ¹
tangerina 'Sunki' x ' <i>P. trifoliata</i> English'	NS***	0,0237*(+)	NS	NS	0,0174(-)**
limão 'Cravo' "Santa Cruz"	NS	0,0018(+)	0,0004(+)	NS	NS
limão 'Cravo' "CNPMF 03"	0,0151(-)	0,0002(+)	NS	0,0202(-)	NS
citrange 'C-13' "S"	0,0064(-)	0,0247(+)	0,0358(+)	NS	NS
tangerina 'Sunki' x ' <i>P. trifoliata</i> 'Benecke'	NS	0,0185(+)	NS	0,0014(-)	NS
tangerina 'À Peau Lisse SRA 267'	0,0283(-)	0,0153(+)	0,0144(+)	0,0010(-)	0,0004(-)
tangerina 'East India SRA 414'	0,0076(-)	<0,0001(+)	0,0058(+)	NS	<0,0001(-)
tangerina 'Malvasio SRA 115'	0,0437(-)	0,0004(+)	0,0092(+)	0,0307(-)	0,0011(-)
tangerina 'Cleópatra' x ' <i>P. trifoliata</i> 'Rubidoux'	0,0182(-)	0,0050(+)	0,0082(+)	0,0548(-)	0,0581(-)
tangerina 'C-54-4-4 SRA 337'	0,0063(-)	0,0128(+)	NS	0,0261(-)	0,0003(-)
laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano'	0,0038(-)	0,0010(+)	NS	0,0415(-)	NS

¹Massa (g) média de frutos, sólidos solúveis totais (SST), índice tecnológico (IT), acidez (%), rendimento de suco em % (RS) avaliados no período de 2010, 2011, 2012 e 2013; eficiência produtiva (EFP) de frutos (kg m³), avaliada nos anos 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014. *Valores de $P < 0,01$ indicam correlação ao nível de 1% de probabilidade, valores de $P < 0,05$ e $> 0,01$ indicam correlação ao nível de 5% de probabilidade.

Referente ao coeficiente de correlação, sinais positivos (+) indica correlação positiva e sinais negativos (-) indica correlação negativa entre as variáveis relacionadas. *Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Já a correlação negativa entre volume de copa e rendimento de suco (Tabela 6), não se repetiu para todos os porta enxertos na avaliação por material (Tabela 7).

Na análise de correlação geral, apesar de haver correlação negativa entre eficiência produtiva e massa de fruto e entre sólidos solúveis totais e rendimento de suco, na análise individualizada essas correlações não foram correspondentes em todos os porta-enxertos (Tabela 8).

Alguns trabalhos citam a relação entre fatores climáticos, tais como temperatura do ar e a precipitação hídrica com a evolução no ratio em frutos de laranja 'Valência' e 'Natal' (VOLPE; SCHÖFFEL; BARBOSA, 2002; KIMBALL, 1984).

Mais especificamente em relação à acidez, sua diminuição no fruto ocorre em função da diluição pelo aumento do tamanho do fruto e na quantidade de água (MEDINA et al., 2005, KIMBALL, 1984). Esse fato pode ser ilustrado pela correlação negativa, entre o diâmetro e altura do fruto em relação à acidez (Tabela 6). Entretanto, em alguns casos, o estresse hídrico moderado durante a fase de maturação de frutos de laranja doce pode não influenciar os teores de sólidos solúveis totais e acidez, podendo apresentar melhoria da qualidade de frutos (AGUADO et al., 2012). Correlações entre produção média de frutos e eficiência produtiva, massa e diâmetro de fruto e entre acidez e ratio (Tabela 6) também foram relatadas em laranja 'Lane Late' quando enxertada em diferentes porta-enxertos (LEGUA et al., 2011).

Os dados aqui apresentados sugerem que interpretações com respeito à correlação entre as variáveis estudadas podem variar em função da análise de dados.

Neste caso, podemos concluir que os diferentes materiais utilizados como porta-enxertos podem conferir à copa diferentes interações entre as variáveis aqui analisadas, relacionadas ao desenvolvimento de planta, produção e qualidade de fruto. Em geral, podemos afirmar que no presente trabalho os dados indicam haver correlação positiva entre eficiência produtiva e sólidos solúveis totais (Tabelas 5 e 7), negativa entre massa de fruto e sólidos solúveis totais (Tabelas 5 e 9) e positiva entre sólidos solúveis totais e índice tecnológico (Tabelas 5 e 9).

4.5 Tolerância à morte súbita dos citros (MSC)

4.5.1 Avaliação visual

Após a avaliação visual, conclui-se que todas as plantas de laranja ‘Valência’ enxertadas nos onze porta-enxerto pré-selecionados não apresentaram sintomas característicos de MSC na copa no período estudado. Na avaliação realizada no tronco, na região da enxertia, para a maioria das plantas, não foram observados sintomas típicos, que consistem na presença de uma coloração amarelada nos tecidos internos da casca do porta-enxerto, contrastando com os tecidos da casca da copa (FUNDECITRUS, 2011).

Somente uma planta enxertada no híbrido somático laranja ‘Rohde Red’ ‘Valencia’ + limão ‘Volkameriano’ apresentou sintoma parecido com o descrito para a doença na região abaixo da linha de enxertia (Apêndice A). Entretanto, não foram observados sintomas na copa das plantas. O porta-enxerto em questão apresentou incidência acima de 92% para o CSDaV (Tabela 10), o que suporta a hipótese do sintoma observado estar relacionado com MSC.

Outras evidências de que possa se tratar de sintomas iniciais da doença, seriam que a avaliação visual da doença foi em novembro de 2013, quase seis anos após o plantio das plantas em campo, além disso o porta-enxerto que observou o sintoma (laranja ‘Rohde Red’ ‘Valencia’ e limão ‘Volkameriano’). Pois, de acordo com Müller et al (2005), sintomas de MSC são mais frequentes em plantas acima de seis anos de idade e tanto a laranjeira ‘Valência’ quando utilizada como copa sobre limoeiro ‘Cravo’ ou ‘Volkameriano’ e o limoeiro ‘Volkameriano’ quando utilizado como porta-enxerto são suscetíveis à doença.

Além desse sintoma observado, nos porta-enxertos laranja ‘Rohde Red’ ‘Valencia’ + limão ‘Volkameriano’, limão ‘Cravo’ “CNPMF 03” e tangerina ‘C-54-4-4 SRA 337’ foram observados sintomas parecidos com “caneluras” ou “stem pitting” causados por CTV (Apêndice B), porém na região do porta-enxerto, o que geralmente não é comum.

Esses sintomas podem ser derivados de um complexo do CTV denominado “Capão Bonito” (CTV-CB). Como descrito por Müller et al. (2005), quando associado à esse complexo, esse tipo de sintoma pode ocorrer na região do porta-enxerto. Foi comprovada na região sul do Estado de Minas Gerais por amplificação de fragmentos

específicos do complexo CB do CTV via RT-PCR, a presença deste complexo em plantas de tangerina ‘Ponkan’ (*C. reticulata* Blanco) enxertadas em limão ‘Cravo’, as quais apresentaram sintomas de “caneluras” na região do porta-enxerto, abaixo da linha de enxertia (TARGON et al., 2003) parecidos com os sintomas observados nos porta-enxertos ‘Rohde Red’ ‘Valencia’ + limão ‘Volkameriano’, limão ‘Cravo’ “CNPMF 03” e tangerina ‘C-54-4-4 SRA 337’ (Apêndice B).

Apesar dos padrões espaciais da evolução da MSC serem parecidos com os padrões da tristeza dos citros (BASSANEZI et al., 2003), e que o CSDaV também possa ser naturalmente transmitido por vetor (YAMAMOTO et al., 2011), há fortes indícios de que, provavelmente, o CTV não seja o agente causal da doença (MÜLLER et al., 2002). Entretanto, além da transmissão natural do CSDaV provavelmente estar relacionada a afídeos, o CTV pode estar associado à MSC, como um vírus auxiliar na transmissão do CSDaV (MACCHERONI et al., 2005; ROMÁN et al., 2004).

4.5.2 Detecção de *Citrus sudden death-associated virus* (CSDaV) e do *Citrus tristeza vírus* (CTV)

Os resultados segundo a análise estatística mostram que para, CSDaV, os porta-enxertos avaliados se dividiram em três grupos, de acordo com o teste Exato de Fischer, em relação à percentagem de porta-enxertos que foram positivos para a presença do vírus (Tabela 10).

Sugere-se que tais grupos sejam classificados até o momento da avaliação em: grupo 1, composto pelos porta-enxertos que apresentaram menor percentagem de plantas positivas para CSDaV; grupo 2, composto pelos porta-enxertos que apresentam percentagem média de plantas positivas para CSDaV; grupo 3, composto pelos porta-enxertos que apresentam maior percentagem de plantas positivas para CSDaV.

Além do conceito exposto, a classificação dos porta-enxertos foi em função de, até o momento da avaliação, as plantas não apresentarem sintomas de MSC. A formação dos grupos foram baseados no teste Exato de Fisher, sendo diferentes entre si. Em relação aos porta-enxertos dentro de cada grupo, não apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 6).

Para a classificação em relação à presença do CTV, foram adotados os mesmos critérios e conceitos aplicados na avaliação da presença do CSDaV. Apesar

de para CTV a reação da planta ao vírus depender da interação copa/porta-enxerto (FEICHTENBERGER et al., 2005), neste caso o objetivo da avaliação foi estudar a relação do CTV com CSDaV e não determinar a tolerância ou resistência das combinações copa/porta-enxerto em relação ao CTV.

Tabela 10 – Percentagem de porta-enxertos positivos e negativos para CSDaV determinadas por RT-PCR em onze porta-enxertos para laranja ‘Valência’, novembro de 2014 Colômbia, SP

Porta-enxerto/Grupo	CSDaV	
	(-)*	(+)**
tangerina ‘Cleópatra’ x <i>P. trifoliata</i> ‘Rubidoux’	42,86	57,14
tangerina ‘Sunki’ x <i>P. trifoliata</i> ‘Benecke’	36,36	63,64
limão ‘Cravo’ “Santa Cruz”	38,46	61,54
tangerina ‘C-54-4-4 SRA 337’	33,33	66,67
Grupo I (P)	0,9790	
tangerina ‘Sunki’ x <i>P. trifoliata</i> ‘English’	26,67	73,33
tangerina ‘À Peau Lisse SRA 267’	26,67	73,33
tangerina ‘East India SRA 414’	26,67	73,33
limão ‘Cravo’ “CNPMF 03”	20,00	80,00
Grupo II (P)	1,0000	
citrange ‘C-13’ “S”	14,29	85,71
tangerina ‘Malvasio SRA 115’	13,33	86,67
laranja ‘Rohde Red’ ‘Valencia’ + limão ‘Volkameriano’	7,14	92,86
Grupo III (P)	1,0000	
Entre grupos (P)	0,0131	

*Percentagem de plantas negativas e **Percentagem de plantas positivas determinadas por RT-PCR. Valores de $P < 0,05$ entre os porta-enxertos do mesmo grupo ou entre grupos indicam significância ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Exato de Fisher, novembro de 2014 Colômbia, SP.

Para a presença do CTV, os grupos formados também diferiram entre si, sendo que, os porta-enxertos não diferiram entre si dentro de cada grupo (Tabela 7). Apesar da mesma divisão em três grupos, tanto para CSDaV e para CTV, houve diferenças em relação ao número de porta-enxertos dentro de cada grupo, e em sua classificação em relação à percentagem de porta-enxertos positivos para a presença do vírus, quando comparados os dados do CSDaV com o CTV.

Os porta-enxertos limão ‘Cravo’ “Santa Cruz” e tangerina ‘C-54-4-4 SRA 337’ foram classificados como aqueles que apresentaram menor percentagem de plantas positivas, tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘English’ e tangerina ‘À Peau Lisse SRA 267’

classificados como aqueles que apresentam percentagem média de plantas positivas e laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' classificado como aqueles que apresentaram maior percentagem de plantas positivas, tanto para a presença do CSDaV quanto para CTV.

Tabela 11 – Tabela 10 – Percentagem de porta-enxertos positivos e negativos para CTV determinadas por RT-PCR em onze porta-enxertos para laranja 'Valência', novembro de 2014 Colômbia, SP

Porta-enxerto/Grupo	CTV	
	(-)*	(+)**
limão 'Cravo' "Santa Cruz"	53,85	46,15
tangerina 'C-54-4-4 SRA 337'	53,85	46,15
citrange 'C-13' "S"	50,00	50,00
Grupo I (P)	1,0000	
tangerina 'Malvasio SRA 115'	40,00	60,00
tangerina 'Sunki' x <i>P. trifoliata</i> 'Benecke'	36,36	63,64
tangerina 'À Peau Lisse SRA 267'	33,33	66,67
tangerina 'Cleópatra' x <i>P. trifoliata</i> 'Rubidoux'	28,57	71,43
tangerina 'Sunki' x <i>P. trifoliata</i> 'English'	26,67	73,33
Grupo II (P)	0,9639	
laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano'	14,29	85,71
limão 'Cravo' "CNPMF 03"	6,67	93,33
tangerina 'East India SRA 414'	6,67	93,33
Grupo III (P)	0,6751	
Entre grupos (P)	<0,0001	

*Percentagem de plantas negativas e **Percentagem de plantas positivas determinadas por RT-PCR. Valores de $P < 0,05$ entre os porta-enxertos do mesmo grupo ou entre grupos indicam significância ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Exato de Fisher, novembro de 2014 Colômbia, SP.

Apesar da similaridade desses porta-enxertos na classificação em relação à presença do CSDaV e do CTV, quando todos os porta-enxertos foram analisados por correlação de Sperman, os resultados indicaram que não houve correlação ($P = 0,9798$) entre a presença de CSDaV e CTV.

No caso deste estudo, essas informações indicam que não é possível afirmar as pressuposições relatadas à respeito da associação entre CSDaV e CTV como possível agente causal da doença (MACCHERONI et al., 2005; ROMÁN et al., 2004). Pois, no presente trabalho além da análise de correlação de Spearman entre a presença dos dois vírus não ter sido significativa ($P = 0,9798$ e coeficiente de

correlação = 0,00459), o CTV está presente em praticamente toda a área citrícola do Brasil (MÜLLER et al., 2005), além do fato de todas as mudas utilizadas na implantação deste experimento terem sido produzidas com borbulhas microenxertadas e pré-imunizadas contra CTV.

Resultados reportados por Loeza-Kuk et al. (2008) sugerem que o agente causal da MSC não seja uma variante do CTV, pois, após análises de variantes de CTV em *Aphis spiraecola* e em *Toxoptera citricida* não foram encontrados padrões relacionados à plantas sintomáticas e assintomáticas. Outra hipótese seria que a MSC pode estar relacionada com infecções mistas de duas ou mais variantes do CTV, ou ainda com a interação de variantes do CTV (GOMES et al., 2008).

Não é descartada a transmissão do CSDaV por cigarrinhas, já que as mesmas são consideradas vetores naturais desse patógeno (YAMAMOTO et al., 2011; MARTELLI et al., 2002). Segundo Yamamoto et al (2011), CSDaV foi detectado em cigarrinhas em região afetada por MSC, porém o mesmo não se repetiu em região livre da doença.

O limoeiro 'Cravo' "Santa Cruz" se agrupou entre os porta-enxertos que apresentaram menor percentagem para presença do CSDaV (Tabela 10). Apesar do limoeiro 'Cravo' ser considerado suscetível à MSC (BOVÉ; AYRES, 2007), a seleção "Santa Cruz" diferiu do limoeiro 'Cravo' "CNPMF 03" que ficou em posição intermediária, e do híbrido somático entre laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano', que nas análises de presença de CSDaV e CTV se agrupou entre os porta-enxertos que apresentam maior percentagem de plantas positivas.

É discutida a relação entre a resposta de alguns porta-enxertos à MSC com níveis de proteínas relacionadas ao sistema natural de defesa das plantas. De acordo com Cantú et al. (2008) foi relatada a supressão de quitinases e proteínas tipo miraculina em plantas afetadas por MSC, sendo que o mesmo não foi observado em plantas assintomáticas.

O híbrido somático entre laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano', além de apresentar sintomas parecidos com MSC na região abaixo da linha de enxertia (Apêndice A), foi agrupado entre os os porta-enxertos que apresentam maior percentagem de presença para o CSDaV.

De acordo com Román et al (2004), plantas de laranja 'Valência' enxertadas em limão 'Volkameriano' que apresentaram sintomas iniciais da doença na parte aérea também já mostravam coloração amarela típica nos tecidos internos do porta-

enxerto. No presente estudo, para o híbrido somático entre laranja 'Rohde Red' 'Valência' + limão 'Volkameriano' não foram observados sintomas de MSC na copa.

Pelo tempo de avaliação (sete anos após o plantio), fica evidente a necessidade de avaliações posteriores, pois até o momento não foram observados sintomas típicos de MSC, tanto na copa como no porta-enxerto. As diferenças aqui apresentadas, podem auxiliar em futuras avaliações a pré-seleção envolvendo materiais utilizados como porta-enxerto avaliados neste trabalho de pesquisa.

4.6 Tolerância à seca

4.6.1 Avaliação Visual

No geral, plantas de laranjeira 'Valência' enxertadas nos onze porta-enxertos pré-selecionados apresentaram diferenças estatísticas entre si, em relação às notas visuais atribuídas para quantificação da tolerância à seca. Seja quando analisadas em por ano ou na média geral entre as três avaliações, em 2010, 2011 e 2012 (Tabela 12).

Em 2010, laranjeiras 'Valência' enxertadas nos dois clones de limoeiro 'Cravo' 'CNPMF 03' e 'Santa Cruz' foram os mais tolerantes, diferindo dos demais materiais (Tabela 12), o que era esperado, pois, o limoeiro 'Cravo' é considerado tolerante à seca (POMPEU JUNIOR, 1991) e neste caso, as seleções 'CNPMF 03' e 'Santa Cruz' foram utilizados como padrões tolerantes.

Na avaliação de 2012, os dois clones de limoeiro 'Cravo' se igualaram aos porta-enxertos tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English', tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' e citrange 'C-13' "S". Em 2013, o mesmo desempenho se repetiu, sendo incluídos ao grupo os porta-enxertos tangerina 'East India SRA 414', laranja 'Rohde Red' 'Valência' + limão 'Volkameriano' e tangerina 'Cleopatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux' (Tabela 12).

Em relação à média referente às três avaliações, as plantas de laranja 'Valência' enxertadas nos dois clones de limoeiro 'Cravo' apresentaram melhores desempenhos em relação à tolerância à seca, com base nas avaliações por notas visuais. Porém, plantas de laranja 'Valência' enxertadas no híbrido entre tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' não diferiu quando enxertadas no limoeiro 'Cravo' "Santa Cruz" (Tabela 12), apresentando tolerância satisfatória à seca.

Plantas de lima ácida ‘Tahiti’ (*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka) enxertadas em limoeiro ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’ também se mostraram mais tolerantes à seca, quando avaliadas pelo método de notas visuais em relação à outros porta-enxertos (ESPINOZA NÚÑEZ, 2010; FIGUEIREDO et al., 2002).

O método de avaliação através da atribuição de notas visuais, apesar da subjetividade atribuída ao avaliador (CANTUARIAS-AVILÉS, 2009) apresentou-se como um bom parâmetro para avaliação da tolerância à seca.

Em trabalhos anteriores, observou-se boa relação entre esse método e a estimativa do potencial de água em folha (BREMER NETO, 2012). Quando comparado ao método de avaliação de coloração de folhas, os dois métodos apresentaram similaridades em relação à alguns porta-enxertos (CANTUARIAS-AVILÉS, 2009; ESPINOZA NÚÑEZ, 2010).

Além de ser um índice eficiente para a determinação da tolerância à seca em citros, a atribuição de notas visuais também se mostrou adequada em avaliações de características de qualidade externa de frutos, como verificado em macieiras cultivar ‘Pink Lady’ (O’CONNELL; GOODWIN, 2007).

Notas visuais baseadas em escalas também foram aplicadas na quantificação de injúrias causadas por frio, em frutos de tangerina ‘Fortune’ (*Citrus Clementina* Hort. Ex Tanaka x *Citrus reticulata* Blanco) (SANCHEZ-BALLESTA, et al., 2004), e em avaliações de danos externos em pós-colheita de frutos da laranjeira ‘Navelina’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) (ALFÉREZ; AGUSTI; ZACARIAS, 2003).

Em outras culturas, como no caso do arroz (*Oryza sativa* L.), a atribuição de notas visuais relacionadas à tolerância à seca baseadas no enrolamento e/ou secamento de folhas, se mostraram altamente correlacionadas com a manutenção do potencial de água na folha (O’TOOLE et al., 1978). Em outro estudo envolvendo 27 cultivares de arroz, a escala de notas visuais foi correlacionada com a redução de área foliar e massa seca das plantas (CABUSLAY; ITO; ALEJAR, 2002).

Tabela 12 - Avaliação visual de tolerância à seca (TS) por atribuição de notas em folhas de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, no período de 2010 a 2012. Colômbia, SP

Porta-enxerto	TS ⁻¹		TS		TS		TS ^{**}	
	2010		2011		2012		2010 a 2012	
limão 'Cravo' "CNPMF 03"	2,47	a	2,80	A	2,87	a	2,71	a
limão 'Cravo' "Santa Cruz"	2,04	a	2,87	A	2,64	a	2,52	ab
tangerina 'Sunki' x <i>P. trifoliata</i> 'English'	1,33	b	2,27	abc	2,67	a	2,09	bc
tangerina 'Sunki' x <i>P. trifoliata</i> 'Benecke'	1,17	b	2,42	ab	2,63	a	2,07	c
citrange 'C-13' "S"	1,07	b	1,93	abcd	2,10	ab	1,70	cd
tangerina 'East India SRA 414'	1,00	b	1,50	bcd	1,93	ab	1,48	de
laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano'	1,00	b	1,28	d	2,10	ab	1,46	de
tangerina 'À Peau Lisse SRA 267'	1,00	b	1,72	bcd	1,60	bc	1,44	de
tangerina 'Cleopatra' x <i>P. trifoliata</i> 'Rubidoux'	1,00	b	1,43	cd	1,87	ab	1,43	de
tangerina 'Malvasio SRA 115'	1,13	b	1,33	d	1,60	bc	1,36	de
tangerina 'C-54-4-4 SRA 337'	1,00	b	1,27	d	1,20	c	1,16	e
C.V. (%)	76,98		28,38		21,30		31,47	
Valor (<i>P</i>)	<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001	

¹Notas próximas de 1 indicam menor tolerância à seca, notas próximas de 3 indicam maior tolerância à seca. ^{**}Média das três avaliações nos anos de 2010, 2011 e 2012. Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

No presente trabalho o método de avaliação por atribuição de notas visuais apresentou correlação com a avaliação de potencial hídrico em folha (Figura 7), suportando a importância dessa variável dentre as demais avaliadas para determinação da tolerância à seca nas onze combinações de copa/porta-enxerto pré-selecionadas.

Baseado na avaliação por notas visuais, a laranjeira 'Valência' enxertada no híbrido entre tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' apresentou tolerância satisfatória à seca, comparada aos padrões resistentes limão 'Cravo' "CNPMF 03" e limão 'Cravo' "Santa Cruz".

4.6.2 Potencial de água em folha

Os resultados referentes ao potencial de água na folha apontam diferenças significativas entre laranjeira 'Valência' enxertada entre os porta-enxertos pré-selecionados.

Quando analisado no ano de 2012, folhas de laranjeira 'Valência' enxertada nos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' "CNPMF 03" e tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke', apresentaram maior potencial de água na avaliação de abril (Figura 2), sob condição de deficiência hídrica no solo (Figura 3).

Em agosto de 2012, foi registrado a maior deficiência hídrica no solo (-79,6 mm) (Figura 3). Nestas condições, as plantas enxertadas em limoeiro 'Cravo' "Santa Cruz" foram as que apresentaram maior potencial de água nas folhas.

Na avaliação de agosto de 2012, as plantas enxertadas nos porta-enxertos limão 'Cravo' "CNPMF 03", citrange 'C-13' "S", tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English', tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke', laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' e tangerina 'East India SRA 414', se agruparam de forma intermediária em relação ao potencial de água em folhas de laranja 'Valência' (Figura 2). Em agosto de 2012, os menores potenciais de água em folha foram observados nas plantas enxertadas em tangerina 'Cleopatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux', tangerina 'À Peau Lisse SRA 267', tangerina 'C-54-4-4 SRA 337' e tangerina 'Malvasio SRA 115' (Figura 2).

Nos meses de outubro a dezembro de 2012, com a redução gradativa da deficiência hídrica no solo (Figura 3), não foram observadas diferenças nas avaliações de outubro e dezembro, em relação ao potencial de água nas folhas de laranja 'Valência' enxertada nos materiais empregados como porta-enxertos (Figura 2).

Em 2013, observa-se maior homogeneidade em relação ao potencial de água em folhas de laranja 'Valência' enxertadas nos onze porta-enxertos pré-selecionados, neste caso somente na avaliação de agosto houve diferenças estatísticas entre as diferentes combinações copa/porta-enxerto (Figura 4).

Também na avaliação de agosto de 2013, folhas de laranja 'Valência' enxertada em tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' apresentaram maiores valores de potencial de água na folha. Quando enxertada em tangerina 'Malvasio SRA 115', as folhas apresentaram os menores potenciais de água em relação às demais combinações copa/portaenxerto, em agosto de 2012 (Figura 2) e agosto de 2013 (Figura 4).

Figura 2 - Potencial de água em folha (Ψ_f) de laranja 'Valência', enxertada em onze porta-enxertos, Colômbia, SP. Valores médios em Megapascal (MPa), referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro de 2012. Limão 'Cravo' "CNPMF 03" (1), citrange 'C-13' "S" (2), limão 'Cravo' "Santa Cruz" (3), tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' (4), tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' (5), laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' (6), tangerina 'Cleopatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux' (7), tangerina 'East India SRA 414' (8), tangerina 'À Peau Lisse SRA 267' (9), tangerina 'C-54-4-4 SRA 337' (10), tangerina 'Malvasio SRA 115' (11). Letras distintas entre colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras representam o erro padrão da média

Figura 3 - Extrato do balanço hídrico climatológico no período de 2009 a 2014 calculado por meio de planilha eletrônica pelo método de Thornthwaite e Mather (ROLIM; SENTELHAS; BARBIERI, 1998). Colômbia, SP. Capacidade de água disponível de 100 mm

Figura 4 - Potencial de água em folha (ψ_f) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, Colômbia, SP. Valores médios em Megapascal (MPa), referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro de 2013. Limão 'Cravo' "CNPMF 03" (1), citrange 'C-13' "S" (2), limão 'Cravo' "Santa Cruz" (3), tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' (4), tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' (5), laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' (6), tangerina 'Cleopatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux' (7), tangerina 'East India SRA 414' (8), tangerina 'À Peau Lisse SRA 267' (9), tangerina 'C-54-4-4 SRA 337' (10), tangerina 'Malvasio SRA 115' (11). Letras distintas entre colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras representam o erro padrão da média

Quando analisados os dados referentes as quatro avaliações de 2012, plantas enxertadas em limoeiro 'Cravo' "CNPMF 03" apresentaram maior potencial de água em folha, diferindo das folhas de laranjeira 'Valência' enxertada nos porta-enxertos tangerina 'À Peau Lisse SRA 267', tangerina 'C-54-4-4 SRA 337' e tangerina 'Malvasio SRA 115' (Figura 5).

Na análise geral das quatro avaliações em 2013, o maior potencial de água em folha foi observado nas plantas de laranjeira 'Valência' enxertadas em citrange 'C-13' "S". Folhas de laranja 'Valência' enxertada em tangerina 'Malvasio SRA 115' apresentaram os menores potenciais de água em folha, quando analisadas de forma geral nos anos de 2012 e 2013 (Figura 5).

Figura 5 - Potencial de água em folha (ψ_f) de laranja 'Valência', enxertada em onze porta-enxertos, Colômbia, SP. Valores médios em Megapascal (MPa), referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro, nos anos de 2012 e 2013. Limão 'Cravo' "CNPMF 03" (1), citrange 'C-13' "S" (2), limão 'Cravo' "Santa Cruz" (3), tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' (4), tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' (5), laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' (6), tangerina 'Cleopatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux' (7), tangerina 'East India SRA 414' (8), tangerina 'Peau Lisse SRA 267' (9), tangerina 'C-54-4-4 SRA 337' (10), tangerina 'Malvasio SRA 115' (11). Letras distintas entre colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras representam o erro padrão da média

Quando analisados os dados de potencial hídrico referente a todas as plantas de laranja 'Valência' enxertadas nos diferentes porta-enxertos, a média geral de todos os materiais evidenciam o menor potencial de água em folha no mês de agosto em 2012 e 2013 (Figura 6). O mesmo ocorreu em relação ao extrato do balanço hídrico climatológico do período de 2012 e 2013, nota-se que o mês de agosto, em ambos os anos apresenta deficiência hídrica acentuada (Figura 3).

De acordo com os dados apresentados neste estudo, as diferenças em relação ao potencial de água em folhas de laranja 'Valência' enxertada em diferentes porta-enxertos, se tornam mais evidentes nos meses de menor disponibilidade de água no solo (Figuras 2 e 4). O potencial de água em folha se apresentou como um bom parâmetro no auxílio da determinação da tolerância à seca em relação à laranja 'Valência' enxertada em diferentes porta-enxertos.

Além de apresentar padrões similares aos do balanço hídrico no solo, a análise de regressão linear entre os valores médios referentes às avaliações visuais de tolerância à seca por atribuição de notas em folhas de laranja 'Valência' (variável independente) e os valores médios referentes às avaliações de potencial de água em folha de laranja 'Valência' (variável dependente) foi significativa ($P < 0,0001$), evidenciando a relação entre as duas variáveis (Figura 7).

Figura 6 – Potencial de água em folha (ψ_f) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, Colômbia, SP. Valores médios em Megapascal (MPa) referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro, nos anos de 2012 e 2013. Letras distintas entre colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras representam o erro padrão da média

Figura 7 – Regressão linear, potencial médio de água em folha (ψ_f) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos nos anos de 2012 e 2013 em função da média das notas visuais de tolerância à seca nos anos de 2010, 2011 e 2012. Colômbia, SP. ** Significativo ($P < 0,01$)

O limoeiro 'Cravo' é considerado tolerante à seca devido ao bom desenvolvimento das raízes em profundidade, boa capacidade de absorção de água pelas raízes e condutividade hidráulica (SYVERTSEN, 1981; MEDINA et al., 1998; RIBEIRO et al., 2012). Esses atributos são considerados mecanismos de resistência à seca (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Apesar do desempenho insatisfatório do porta-enxerto tangerina 'Malvasio SRA 115', em relação ao potencial de água em folha comparado aos limoeiros 'Cravo' "CNPMF 03" e 'Cravo' "Santa Cruz" e ao citrange 'C-13' "S", laranja 'Valência' enxertadas nos quatro porta-enxertos não diferiram estatisticamente entre si em relação ao volume de copa (Tabela 3).

Possivelmente a tangerina 'Malvasio SRA 115' apresente o mecanismo de retardo da desidratação, neste caso, aliado ao consumo irrestrito de água (TAIZ; ZEIGER, 2004), isso explicaria o volume de copa compatível com os clones de limoeiro 'Cravo' (Tabela 3). Durante o período de maior disponibilidade de água no solo, o porta-enxerto apresentaria consumo irrestrito de água proporcionando desenvolvimento vegetativo porém, com a deficiência hídrica no solo as plantas apresentariam desidratação mais rápida. Para Vellame; Coelho e Tolentino (2012), a maior transpiração de plantas de laranja 'Valência' enxertadas em limoeiro 'Cravo' em relação às sobre citrumelo 'Swingle' também foi em função do aumento da área foliar na copa.

Medina et al. (1998) relacionaram a maior condutividade hidráulica de plantas de laranja 'Valência' enxertas em limoeiro 'Cravo' com sua capacidade de crescimento de raiz sendo que, quando cultivada em vasos, sua recuperação em relação à deficiência hídrica foi mais lenta quando enxertada em *P. trifoliata*.

Alguns autores relacionam a redução no vigor da copa sobre porta-enxertos ananicas ao menor potencial de água na copa, provavelmente em função da dificuldade no transporte das raízes para a parte aérea (FORNER-GINER et al., 2014; OLIVEN; LAKSO, 1986)

Diferentemente em nosso estudo, o potencial de água na folha de laranjeira 'Valência' enxertadas em citrange 'C-13' "S" não diferiram estatisticamente dos limoeiros 'Cravo' "CNPMF 03" e 'Cravo' "Santa Cruz" (Figuras 2, 4 e 5) apesar de diferirem entre si em relação ao volume de copa, sendo que as plantas de laranja 'Valência' enxertadas em citrange 'C-13' "S" foram menos vigorosas (Tabela 3).

Segundo Forner-Giner et al. (2014) foi observada menor condutividade hidráulica em dois porta-enxertos ananicas comparados ao citrange 'Carrizo', de acordo com os autores foram relacionados aos porta-enxertos ananicas maior número de vasos de xilema, porém com diâmetros menores em relação ao citrange 'Carrizo', quando utilizados como porta-enxertos para laranjeira 'Navelina'. Resultados

semelhantes também foram relatados por Tombesi et al., (2010) em porta-enxerto ananicante para pêssago.

Com base nos dados apresentados, destacamos os porta-enxertos citrange 'C-13' "S" e tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' como porta-enxertos alternativos aos clones de limoeiro 'Cravo' em relação ao potencial de água em folha de laranja 'Valência'. A tangerina 'Malvasio SRA 115' apresentou baixo desempenho em relação à tolerância à seca, representada pelo potencial de água em folha e pelas notas visuais (Tabela 12).

4.6.3 Índice de área foliar

O índice de área foliar é definido como a razão entre a área foliar de uma planta com a área de solo ocupada por sua copa, sendo considerado um índice adimensional (BRÉDA, 2003; LI-COR, 1992). Esse índice é utilizado como uma medida ecofisiológica de atividade fotossintética, superfície de transpiração e superfície reflexiva da folha dentro do dossel (CHEN et al., 1997).

Como a diminuição da área foliar e abscisão são respostas da planta à deficiência hídrica (TAIZ; ZEIGER, 2004), no presente trabalho as avaliações referentes ao índice de área foliar foram realizadas como mais uma ferramenta para determinação da tolerância à seca nas plantas de laranja 'Valência' enxertadas nos diferentes porta-enxertos.

Em 2012, houve diferenças estatísticas somente na avaliação realizada em dezembro. Plantas de laranja 'Valência' enxertadas em tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' apresentaram maiores valores de índice de área foliar, quando comparadas àquelas enxertadas em limão 'Cravo' "CNPMF 03 (Figura 8). Essa diferença pode ser atribuída ao balanço hídrico no solo no mês de dezembro de 2012, após um longo período de deficiência hídrica nos anos de 2011 e 2012 (Figura 3).

Em 2013, todas as plantas de laranja 'Valência' enxertadas nos onze porta-enxertos não apresentaram diferenças em relação ao índice de área foliar (Figura 9). Quando comparado o balanço hídrico dos anos de 2012 e 2013, nota-se menor período de deficiência hídrica em 2013 (Figura 3).

Figura 8 – Índice de área foliar (IAF) de laranja ‘Valência’ enxertada em onze porta-enxertos Colômbia, SP. Valores médios referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro de 2012. Limão ‘Cravo’ “CNPMF 03” (1), citrange ‘C-13’ “S” (2), limão ‘Cravo’ “Santa Cruz” (3), tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘English’ (4), tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘Benecke’ (5), laranja ‘Rohde Red’ ‘Valencia’ + limão ‘Volkameriano’ (6), tangerina ‘Cleopatra’ x *P. trifoliata* ‘Rubidoux’ (7), tangerina ‘East India SRA 414’ (8), tangerina ‘À Peau Lisse SRA 267’ (9), tangerina ‘C-54-4-4 SRA 337’ (10), tangerina ‘Malvasio SRA 115’ (11). Letras distintas entre colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras representam o erro padrão da média

Baseado nos dados obtidos de índice de área foliar, relacionam-se os menores valores com maior deficiência hídrica no solo, sendo que as diferenças em relação à média geral nos anos de 2012 e 2013 de índice de área foliar em plantas de laranja ‘Valência’ enxertada em onze porta-enxertos (Figura 10), tendem a ser mais evidentes em períodos prolongados de deficiência hídrica no solo (Figura 3).

Figura 9 - Índice de área foliar (IAF) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos Colômbia, SP. Valores médios referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro de 2013. Limão 'Cravo' "CNPMF 03" (1), citrange 'C-13' "S" (2), limão 'Cravo' "Santa Cruz" (3), tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' (4), tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' (5), laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano' (6), tangerina 'Cleopatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux' (7), tangerina 'East India SRA 414' (8), tangerina 'À Peau Lisse SRA 267' (9), tangerina 'C-54-4-4 SRA 337' (10), tangerina 'Malvasio SRA 115' (11). Letras distintas entre colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras representam o erro padrão da média

Para o índice de área foliar também foi realizada a análise de regressão linear entre os valores médios referentes às avaliações visuais de tolerância à seca por atribuição de notas em folhas de laranja 'Valência' (variável independente) e os valores médios referentes às avaliações em relação ao índice de área foliar de laranja 'Valência' (variável dependente). Neste caso a análise de regressão linear não foi significativa ($P = 0,0847$), não se relacionando com as avaliações visuais de tolerância à seca (Figura 11).

O aparelho utilizado para a estimativa do IAF capta a radiação não interceptada pela copa, não havendo distinção entre folha, ramos e frutos, ou seja, todo o conteúdo da copa pode influenciar na interceptação da radiação (DOVEY; TOIT, 2006; WELLES; COHEN, 1996).

Figura 10 - Índice de área foliar (IAF) de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos, Colômbia, SP. Valores médios referentes às avaliações nos meses de abril, agosto, outubro e dezembro, nos anos de 2012 e 2013. Letras distintas entre colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras representam o erro padrão da média

Figura 11 – Regressão linear, índice de área foliar (IAF) médio de laranja 'Valência' enxertada em onze porta-enxertos nos anos de 2012 e 2013 em função da média das notas visuais de tolerância à seca nos anos de 2010, 2011 e 2012. Colômbia, SP. ^{NS}Não significativo ($P < 0,05$)

Essas características podem ter contribuído para a igualdade em relação ao IAF entre as copas de laranja 'Valência' enxertada nos onze porta-enxertos. De acordo com Poblete-Echeverría et al. (2015), a estimativa do índice de área foliar através de métodos indiretos apresentaram erros de 9% a 25%, quando comparados aos valores reais obtidos por métodos destrutivos em macieiras. Resultados semelhantes foram

relatados em oliveiras, que, quando estimado pelo método indireto (fotografia hemisférica) houve subestimativa do índice de área foliar em relação aos valores reais (SIMÕES et al., 2007).

A subestimativa do índice de área foliar pode ser ainda maior em determinadas espécies. Em espécies florestais, dependendo do modelo aplicado para a estimativa do índice de área foliar, foi relatado diferença de até 45% em relação ao método que estima o índice de área foliar pela captação da radiação não interceptada pela copa com valores reais obtidos por coleta de serrapilheira, neste caso, principalmente influenciado por diferenças relacionadas à aleatoriedade das folhas (CHASON; BALDOCCHI; HUSTON, 1991).

É possível ainda a estimativa da área foliar utilizando variáveis biométricas. Em citros essa metodologia pode ser empregada no caso de estudos comparativos, onde não se faz necessário elevada precisão, ou em plantas jovens onde as condições para a aplicação de metodologias como a transmissão da radiação solar não são atendidas (COELHO FILHO et al., 2005).

Pesquisas relacionadas ao índice de área foliar em macieiras relataram que essa variável apresentou forte correlação positiva com a produção de maçãs (SENYIGIR et al., 2013), também foi reportado variação no índice de área foliar de acordo com a combinação copa/porta enxerto (LIU et al., 2001) e quando sob cultivo em solo apresentando deficiência hídrica, observou-se diminuição na densidade foliar (HOPMANS et al., 2000).

A estimativa do índice de área foliar por meio de métodos indiretos apresentam praticidade e importância em relação às características ecofisiológicas no cultivo de frutíferas. No presente trabalho não foi possível atribuir diferenças em relação à tolerância à seca dentre as diferentes combinações copa/porta-enxerto, baseadas no método utilizado para a estimativa do índice de área foliar.

5 CONCLUSÕES

- 1) A laranjeira 'Valência' enxertada no híbrido entre tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' apresentou maior produção de frutos, sendo equivalente apenas àquela na combinação com limão 'Cravo' "Santa Cruz".
- 2) Os porta-enxertos citrange 'C-13' "S", limão 'Cravo' "CNPMF 03" e tangerina 'Cleopatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux' apresentaram aptidão para cultivo adensado de laranjeira 'Valência' na região norte do Estado de São Paulo, pelo baixo vigor e alta eficiência produtiva.
- 3) Laranjeira 'Valência' enxertada em citrange 'C-13' "S" e tangerina 'Cleopatra' x *P. trifoliata* 'Rubidoux' produziu frutos com qualidade superior quando comparada aos dois clones de limoeiro 'Cravo'.
- 4) Laranjeira 'Valência' enxertada em citrange 'C-13' "S", tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'Benecke' e tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' apresentou tolerância à seca, comparada às plantas sobre os dois clones de limoeiro 'Cravo' utilizados como padrões resistentes.
- 5) Os porta-enxertos apresentaram diferenças em relação à presença do CSDaV.
- 6) Os porta-enxertos tangerina 'Sunki' x *P. trifoliata* 'English' e citrange 'C-13' "S" apresentaram potencial para cultivo de laranjeira 'Valência' na região norte do Estado de São Paulo como alternativa ao limoeiro 'Cravo'.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2014: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativo. 480p.
- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. Academic Press, New York. 2005. 922p.
- AGUADO, A.; FRIAS, J.; GARCÍA-TEJERO, I.; ROMERO, F.; MURIEL, J.L.; CAPOTE, N. Towards the Improvement of fruit-quality parameters in Citrus under deficit irrigation strategies. **ISRN Agronomy**, v. 2012, 9 p. 2012. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/isrn/2012/940896/>>. Acesso em: 13 jan. 2015.
- AGUSTÍ, M. **Citricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 2003. 422p.
- AGUSTÍ, M.; ALMELA, V.; PONS, J. Effects of girdling on alternate bearing in citrus. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 67, p. 203-210, 1992.
- ALBRECHT, U.; BOWMAN, K.D. Tolerance of trifoliate citrus rootstock hybrids to *Candidatus Liberibacter asiaticus*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 147, p. 71-80, 2012.
- ALBRIGO, L.G. Rootstocks affect 'Valencia' orange fruit quality and water balance In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 2.. 1977. **Proceedings...** Orlando: International Society of Citriculture, 1977. v. 1, p. 62-65.
- ALFÉREZ, F.; AGUSTI, M.; ZACARIAS, L. Postharvest rind staining in Navel oranges is aggravated by changes in storage relative humidity: effect on respiration, ethylene production and water potential. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam v. 28, p. 143-152, 2003.
- AULER, P.A.M.; FIORI-TUTIDA, A.C.G.; SCHOLZ, M.B.S. Qualidade industrial e maturação de frutos de laranja 'Valência' sobre seis porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1158-1167, 2009.
- BASSANEZI, R.B.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; GIMENES FERNANDES, N.; GOTTWALD, T.R.; BOVÉ, J.M. Spatial and temporal analyses of Citrus Sudden Death as a tool to generate hypotheses concerning its etiology. **Phytopathology**, St. Paul, v. 93, n. 4, p. 502-512, 2003.
- BATCHELOR, L.D.; BITTERS, W.P. High Quality Citrus Rootstock Cleópatra Mandarin, Troyer Citrange rootstocks produce quick-decline tolerant trees bearing high-quality fruit. **California Agriculture**, Califórnia, v. 6, n. 9, p. 3/4, 1952.
- BITTERS, W.P. Citrus rootstocks: Their characters and reactions (an unpublished manuscript - notes compiled by M. Nemeth, Librarian). University of California, Riverside, 1986. 147p.

BLUMER, S. **Citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos nanicantes para laranjeira 'Valência' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)**. 2005. 118p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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.

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, abr./mai. 2007.

BOWMAN, K.D; ROUSE, R.E. US-812 citrus rootstock. **Hortscience**, St. Joseph, v. 41, p. 823-836, 200

BRÉDA, N.J.J. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 54, n. 392, p. 2403-2417, 2003.

BREMER NETO, H. **Avaliação horticultural de laranjeira 'Folha Murcha', tangerineira 'Satsuma' e limeira ácida 'Tahiti' sobre doze porta-enxertos**. 2012. 113p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

CABUSLAY, G.S.; ITO, O.; ALEJAR, A.A. Physiological evaluation of responses of rice (*Oryza sativa* L.) to water déficit. **Plant Science**, Limerick, v. 163, p. 815-827, 2002.

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

CANTÚ, M.D.; MARIANO, A.G.; PALMA, M.S.; CARRILHO, E.; WULFF, N.A. Proteomic analysis reveals suppression of bark chitinases and proteinase inhibitors in *Citrus* plants affected by the *Citrus* sudden-death disease. **Biochemistry and Cell Biology**, Ottawa, v. 98, n. 10, p. 1084-1092, 2008.

CANTUARIAS-AVILÉS, T. **Avaliação horticultural de laranjeira 'Folha Murcha', tangerineira 'Satsuma' e limeira ácida 'Tahiti' sobre doze porta-enxertos**. 2009. 129p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MOURÃO-FILHO, F.A.A.; STUCHI, E.S.; SILVA, S.R.; ESPINOZA-NUNEZ, E. Horticultural performance of 'Folha Murcha' sweet orange onto twelve rootstocks. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 129, n. 2, p. 259-265, 2011.

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

CARLOS, E.F.; STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C. **Porta-enxertos para a citricultura paulista**. Jaboticabal: Funep, 1997. 42 p.

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

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

CASTLE, W.S. Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduous tree crops. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, New Zealand, v. 23, p. 383-394. 1995.

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

CENTRO DE CITRICULTURA SYLVIO MOREIRA. Nova doença já causa prejuízos a pomares de São Paulo e Minas Gerais. **Informativo Centro de Citricultura**, Cordeirópolis, n. 76, 2001. p. 1-4.

Centro de pesquisas meteorológicas e climáticas aplicadas à agricultura Cepagri. Disponível em. <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_137.html>. Acesso em: 17 nov. 2014.

CHASON, J.W.; BALDOCCHI, D.D.; HUSTON, M.A. A comparison of direct and indirect methods for estimating forest canopy leaf area. **Agricultural and Forest Meteorology**, Minesotta, v. 57, p. 107-128, 1991.

CHEN, M.J.; RICH, P.M.; GOWER, S.T.; NORMAN. J.M.; PLUMMER, S. Leaf area index of boreal forests - Theory, techniques, and measurements. **Journal of Geophysical Research**, Columbia, v.102, n. D24, p. 29,429-29,443, 1997.

CINTRA, A.F.; NEVES, H.S.; YAMASHIRO, T. Produção comparada de mudas cítricas no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1.. 1971. **Anais...** Campinas, Sociedade Brasileira de Fruticultura,1973. v. 2, p. 547-566.

COELHO FILHO, M.A.; ANGELOCCI, L.R.; VASCONCELOS, M.R.B.; COELHO, E.F. Estimativa da área foliar de plantas de lima ácida 'Tahiti' usando métodos não-destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 163-167, 2005.

COSTA, M.A.P.; MENDES, B.M.J.; MOURÃO FILHO, F.A.A. Somatic hybridisation for improvement of citrus rootstock: production of five combinations with potential for improved disease resistance. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 43, p. 1151-1156, 2003.

CRISTOFANI, M.; NOVELLI, V.M.; PERIN, M.S.; OLIVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, R.P.; BASTIANEL, M.; MACHADO, M. A. Programa de melhoramento de citros via hibridação controlada no Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC no período de 1997 a 2005. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 26, n. 1, p. 121-134, 2005.

DAVIES, F.S.; ALBRIGO, G. Rootstocks. In: **Citrus**. Wallingford: CABI, 1994. chap. 4, p. 83-107.

DE NEGRI, J.D.; STUCHI, E.S.; BLASCO, E.E.A. Planejamento e implantação do pomar cítrico. In: MATTOS Jr., D. de; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU Jr., J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, 2005. cap. 14, p. 411-427.

DI GIORGI, F.; IDE, B.Y.; DIB, K.; MARKI, R.J.; TRIBONI, H. R.; WAGNER, R. L. Contribuição ao estudo do comportamento de algumas variedades de citros e suas implicações. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 11. n. 2, p. 567-612, 1990.

DOVEY, S.B.; TOIT, B. Calibration of LAI-2000 canopy analyser with leaf area index in a young eucalypt stand. **Trees**, Seattle, v.20, p. 273–277, 2006.

ESPINOZA- NÚÑEZ, E. **Porta-enxertos para limeira ácida ‘Tahiti’ cultivada com e sem irrigação**. 2010. 103p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

FADEL, A.L.; MOURÃO FILHO, F.A.; STUCHI, in E.S.; RAMOS, Y.C. Initial production of Valencia sweet orange on 40 rootstocks Northern São Paulo State, Brazil. IN: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 12.. 2012. **Abstracts...** Valencia: Internacional Society of Citriculture, 2012. v. 1. p. 344-344.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nation. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 17 abr. 2014.

FEICHTENBERGER, E.; BASSANEZI, R.B.; SPÓSITO, M.B.; BELASQUE JR, J. Doenças dos citros (*Citrus* spp.) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 2005. v.2, p. 239-269.

FELLERS, P.J. Citrus: sensory quality as related to rootstock, cultivar, maturity, and season. In: PATTEE, H.E. **Evaluation of quality of fruits and vegetables**. Westport, CT, AVI Publishing, 1985. p. 83-128.

FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; LARANJEIRA, F.F.; PIO, R.M.; SEMPIONATO, O.R. Porta-enxertos para lima ácida 'Tahiti' na região de Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 155-159, abr. 2002.

FORNER-GINER, M.A.; RODRIGUEZ-GAMIR, J.; MARTINEZ-ALCANTARA, B.; QUINONES, A.; IGLESIAS, D.J.; PRIMO-MILLO, E.; FORNER, J. Performance of 'Navel' Orange trees grafted onto two new dwarfing rootstocks (Forner-Alcaide 517 and Forner-Alcaide 418). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 179, p. 376–387, 2014.

FROST, H.B.; SOOST, R.K. Seed reproduction; development of gametes and embryos. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H. J. **The citrus industry**. Berkeley: University of California Press, 1968. v. 2, p. 290-324.

FUNDECITRUS. Morte súbita dos citros - MSC. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/doencas/morte_subita.html> Acesso em: 17 abr. 2011.

FUNDECITRUS. MSC é uma doença transmissível. **Revista do Fundecitrus**, Araraquara, n. 116, p. 8-9, 2003.

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**, Jaboticabal, v. 27, p. 93, 2001.

GOMES, C.P.C.; NAGATA, T.; JESUS JUNIOR, W.C.; BORGES NETO, C.R.; PAPPAS JUNIOR, G.J.; MARTIN, D.P. Genetic variation and recombination of RdRp and HSP 70h genes of Citrus tristeza virus isolates from Orange trees showing symptoms of citrus sudden death disease. **Virology Journal**, Atlanta, v. 5, n. 9, doi:10.1186/1743-422X-5-9, 2008.

GROSSER, J.W.; CHANDLER, J.L.; LING, P.; BARTHE, G.A. New somatic hybrid rootstock candidates for tree-size control and high juice quality. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Flórida, v. 124, p.131–135, 2011.

HOPMANS, P.A.M.; SCHOUWINK, H.E.; VISSER, J. Water relationship of apple trees especialy at different ground water table leves. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 89, p. 79-80, 2000.

IGLESIAS, D.J.; CERCÓS, M.; COLMENERO-FLORES, J.M.; NARANJO, M.A.; RÍOS, G.; CARRERA, E.; RUIZ-RIVERO, O.; LLISO, I.; MORILLON, R.; TADEO, F.R.; TALON, M. Physiology of citrus fruiting. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 333-362, 2007.

Indicadores IBGE, Estatística da produção agrícola. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2013/estProdAgr_201309.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2014.

Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (CNPq). Disponível em. < http://estatico.cnpq.br/programas/inct/_apresentacao/inct_genomica_melhoramentos_citros.html#programa >. Acesso em: 07 dez. 2014.

JOVANOVIĆ, N.Z.; ANNANDALE, J.G. Measurement of radiant interception of crop canopies with the LAI-2000 plant canopy analyzer. **South African Journal of Plant and Soil**, Pretoria, v. 15, n. 1, p. 6-13, 1998.

KAUFMANN, M. Evaluation of the pressure chamber method for measurement of water stress in citrus. **Proceeding of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 93, p. 186-198, 1968.

KIMBALL, D.A. Factors affecting the rate of maturation of citrus fruits. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v. 97, p. 40-44, 1984.

KOLLER, O.L. (Org.) **Citricultura catarinense**. Florianópolis: Epagri, 2013. 319p.

LEDO, A.S.; LEDO, F.J.S.; RITZINGER, R.; CUNHA SOBRINHO, A.P. Porta-enxertos para laranjeiras-doces (*Citrus sinensis* (L.) Osb.), em Rio Branco, Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 7, p. 1211-1226, jul. 1999.

LEGUA, P.; BELLVER, R.; FORNER, J.; FORNER-GINER, M.A. Plant growth, yield and fruit quality of 'Lane Late' navel orange on four citrus rootstocks. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 9, n. 1, p. 271-279, 2011.

LI-COR. **LAI-2000 plant canopy analyser**: Instruction manual. Li-cor Inc. Lincoln: 1992. 182 p.

LIMA, C.F.L.; MARINHO, C.S.; COSTA, E.S.; ALMEIDA, T.R.V.; AMARAL, C.O. Qualidade dos frutos e eficiência produtiva da laranjeira 'Lima' enxertada sobre 'Trifoliata', em cultivo irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 3, p. 401-405, 2014.

LIU, L.; McDONALD, A.J.S.; STADENBERG, I.; DAVIES, W.J. Stomatal and leaf growth responses to partial drying of root tips in willow. **Tree Physiology**, Oxford, v. 21, p. 765-770, 2001.

LOEZA-KUK, E.; OCHOA-MARTÍNEZ, D.L.; MORA-AGUILERA, G.; RIVAS-VALENCIA, P.; GUTIÉRREZ-ESPINOSA, M.A.; JESUS JR, W.C VILLEGAS-MONTER, A.; ARNO-WULFF, N.; MOLPHE-BALCH, E. P. Detection of *Citrus* sudden death-associated virus and haplotypes of *Citrus tristeza virus* in *Toxoptera citricida* and *Aphis spiraecola* and implication on *Citrus* sudden death in Brazil. **Agrociência**, Montevideo, v. 42, n. 6, p. 669-678, 2008.

MACCHERONI, W.; ALEGRIA, M.C.; GREGGIO, C.C.; PIAZZA, J.P.; KAMLA, R.F.; ZACHARIAS, P.R.A.; BAR-JOSEPH, M.; KITAJIMA, E.W.; ASSUMPTÃO, L.C.; CAMAROTTE, G.; CARDOZO, J.; CASAGRANDE, E.C.; FERRARI, F.; FRANCO, S.F.; GIACHETTO, P.F.; GIRASOL, A.; JORDÃO JUNIOR, H.; SILVA, V.H.A.; SOUZA, L.C.A.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; ZANCA, A.S.; ARRUDA, P.; KITAJIMA, J.P.; REINACH, F.C.; FERRO, F.A.; SILVA, A.C. R. Identification and genomic characterization of a new virus (Tymoviridae family) associated with citrus sudden death disease. **Journal of Virology**, Washington, v. 79, n. 5, p. 3028-3037, 2005.

MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha e laranja 'Valência'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 53-58, jan./mar. 2002.

MARTELLI, G.P.; SABANADZOVIC, S.; SABANADZOVIC, N.A.G.; EDWARDS, M.C.; DREHER, T. The family Tymoviridae. **Archives of Virology**, New York, v. 147, n. 9, p. 1837-1846, set. 2002.

MEDINA FILHO, H.P.; BORDIGNON, R.; SIQUEIRA, W.J.; FEICHTENBERGER, E.; CARVALHO, M.R.T.; TEÓFILO SOBRINHO, J. Resistência de clones e híbridos de porta-enxertos de citros à gomose de tronco causada por *Phytophthora parasitica*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28, n.5, p.534-540, 2003.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M.A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranja 'Valência' sob deficiência hídrica. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v.11, n. 1, p.29-34, 1999.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; PINTO, J.M. Fotossíntese de laranja 'Valência' enxertada sobre quatro porta-enxertos e submetida à deficiência hídrica. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 1-14, 1998.

MEDINA, C.L.; RENA, A.B.; SIQUEIRA, D.L.; MACHADO, E.C. Fisiologia dos citros. In: MATTOS Jr., D. de; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR., J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, 2005. cap. 7, p. 148-195.

MENEGHINI, M. Sobre a natureza e transmissibilidade da doença tristeza dos citros. **O Biológico**, São Paulo, v.12, p.285-287, 1946.

MOREIRA, C.S.; MOREIRA, S. História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JR, J.; AMARO, A.A. **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.1-18.

MOREIRA, S. Cavalos para citros em São Paulo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 21, p. 206-226, 1946.

MOREIRA, S.; COSTA, A.S.; GRANT, T. J. Métodos para identificação e controle da tristeza dos citros. **Bragantia**, Campinas, v. 13, p. 223-236, 1954.

MOREIRA, S.; COSTA, A.S.; GRANT, T.J. Conhecimentos atuais sobre a tristeza dos citros. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 24, n. 11-12, p. 335-345, 1949.

MOREIRA, S. Observações sobre a “tristeza” dos citrus ou podridão das radículas. **O Biológico**, São Paulo, n. 8, p. 269-276, 1942.

MOREIRA, S.; SALIBE, A.A. Nucellar lines in the State of São Paulo, Brazil. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGIST. 3.. 1963. Campinas. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida Press, 1965. p. 309-313.

MOURÃO FILHO, F.A.; MISCHAN, M.M.; SALIBE, A.A. Efeito de diferentes porta-enxertos no vigor e produtividade da laranjeira 'pera' (*Citrus sinensis* L.) Osbeck). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**. Piracicaba, v. 48, p. 167-184, 1991.

MOURÃO FILHO, F.A.A.; JANUZZI MENDES, B.M. Hibridação somática para melhoramento de porta-enxertos em São Paulo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE MELHORAMENTO DE CITROS, 7., 2002. Bebedouro. **Anais...** Bebedouro: EECB, 2002. p.134-140.

MÜLLER, G.W.; COSTA, A.S.; POMPEU JR. Importância do porta-enxerto em relação a tristeza e outras moléstias dos citros no Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-PORTA-ENXERTOS, 1., 1990, Bebedouro. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1990. p. 223-226.

MÜLLER, G.W.; DE NEGRI, J. D.; AGUILAR-VILDOSO, C. I.; MATTOS JR., D.; POMPEU JR., J.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; MACHADO, M. A.; CARVALHO, S. A.; GIROTTI, L. F. Quick blight of sweet orange: a new citrus disease in Brazil. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGIST, 15., 2001, Paphos, Chipre. **Programme and Abstracts...** p.100.

MÜLLER, G.W.; DE NEGRI, J.D.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; MATTOS JÚNIOR, D.; POMPEU JUNIOR, J.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; CARVALHO, S.A.; GIROTTI, L.F.; MACHADO, M.A. Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 2, p. 371-386, 2002.

MÜLLER, G.W.; TARGON, M.L.P.N.; CARVALHO, S.A.; SOUZA, A.A.; RODRIGUES, J.C.V. Doenças de citros causadas por vírus e viróides. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, P. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas; Fundag, 2005. p. 567-604.

NEGREIROS, J.R.S.; LESSA, L.S.; RONCATTO, G.; RODRIGUES, M.J.S.; ALBUQUERQUE, M.F.; LOPES, L.M.; SOARES FILHO, W.S. Caracterização agrônômica de diferentes porta-enxertos cítricos enxertados sob laranja Pêra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21.. 2010. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G. Citricultura - Administrar o Estoque. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 33, p. 23-24, 2013.

O'CONNELL, M.G; GOODWIN, I. Responses of Pink Lady apple to deficit irrigation and partial rootzone drying: physiology, growth, yield, and fruit quality. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 58, p. 1068-1076, 2007.

OLIEN, W.C.; LAKSO, A.N. Effect of rootstock on apple (*Malus domestica*) tree water relations. **Physiologia Plantarum**, Finlândia, v. 67, p. 421-430, 1986.

O'TOOLE, J.C.; MOYA, T.B. Genotypic variation in maintenance of leaf water potential in Rice. **Crop Science**, Madison, v. 18, p. 873-876, 1978.

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

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

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

POBLETE-ECHEVERRIA, C.; FUENTES, S.; ORTEGA-FARIAS, S.; GONZALEZ-TALICE, J.; YURI, J.A. Photography for estimating leaf area Index (LAI) in apple trees using a variable light extinction coefficient. **Sensors**, Basiléia, v. 15, p. 2860-2872, 2015.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico/FUNDAG, 2005. p. 63-104.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JR, J.; AMARO, A.A. **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p.265-280.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para a laranjeira 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 7, p. 701-705, jul. 2009.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Laranjeiras e seus porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do Estado de São Paulo em 2004-2007. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 29, p. 35-50, 2008a.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Morte Súbita dos Citros: Suscetibilidade de seleções de limão Cravo e uso de interenxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1159-1161, 2008b.

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

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

POMPEU JUNIOR, J.; LARANJEIRA, F.F.; BLUMER, S. Laranjeiras 'Valência' enxertadas em híbridos de trifoliata. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 93-97, jan./mar. 2002.

POMPEU JUNIOR, J.; SALIBE, A.A. Porta-enxertos de laranjas-doces para laranja 'Hamlin' nucelar ou com exocorte. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 2, p. 427-438, 2002.

RAMOS, Y.C. **Desempenho inicial da laranja 'valência' sobre 43 porta-enxertos**. 2012. 43p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2012.

REUTHER, W. Citrus. In: ALVIM, P.T.; KOZLOWSKI, T.T. **Ecophysiology of tropical crops**. London: Academic Press, 1977. p. 409-439.

RIBEIRO, R.V.; ESPINOZA-NÚÑES, E.; POMPEU, JR.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; MACHADO, E.C. Citrus rootstocks for improving the horticultural performance and physiological responses under constraining environments. In: AHMAD, P.; WANI, M.R.; AZOOZ, M.M.; TRAN, L.S.T. **Improvement of crops in the era of climatic changes**. Springer, New York Heidelberg Dordrecht London, 2012. p. 1-37.

RODRIGUES, O.; ROSSETTI, V.; MÜLLER, G.W. Declínio de plantas cítricas em São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979 **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1979. p. 927-932.

RODRÍGUEZ-GAMIR, J.; PRIMO-MILLO, E.; FORNER, J.B.; FORNER-GINER, M.A. Citrus rootstock responses to water stress. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 126, p. 95-102, 2010.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, p. 133-137, 1998.

ROMÁN, M. P.; CAMBRA, M.; JUÁREZ, J.; MORENO, P.; DURAN-VILA, N.; TANAKA, F. A. O.; ALVES, E.; KITAJIMA, E. W.; YAMAMOTO, P. T.; BASSANEZI, R. B.; TEIXEIRA, D. C.; JESUS JUNIOR, W. C.; AYRES, A. J.; GIMENES FERNANDES, N.; RABENSTEIN, F.; GIROTTO, L. F.; BOVÉ, J. M. Sudden death of citrus in Brazil: A graft-transmissible bud union disease. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 88, n. 5, p. 453-467, 2004.

ROY, A.; RAMACHANORAN, P. Bi-directional PCR- a tool for identifying strains of Citrus tristeza vírus. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v. 55, n. 2, p. 182-186, 2002.

SANCHEZ-BALLESTA, M.T.; RODRIGO, M.J.; LAFUENTE, M.T.; GRANELL, A.; ZACARIAS, L. Dehydration and freezing protection activity, is constitutive and highly expressed in the flavedo of fruit but responsive to cold and water stress in leaves. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 52, p. 1950-1957, 2004.

SANTOS, R. M.; NÄÄS. I.A.; MOLLO NETO. M.; VENDRAMETTO. O. An overview on the brazilian orange juice production chain. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 218-255, mar. 2013.

SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia dos citros. In: MATTOS Jr., D. de; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR., J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, 2005. cap. 11, p. 317-344.

SENYIGIT, U.; DAGDELEN, N.; ASKIN, M. A.; KADAYIFCI, A.; UCAR, Y. Variation of leaf area index and leaf water potential of young dwarf apple trees under different irrigation methods. **Polska Akademia Nauk**, Cracóvia, v. 1, 2013. Disponível em: <http://www.infraeco.pl/pl/art/a_17045.htm?plik=1408>. Acesso em: 17 fev. 2015.

SETIN, D.W.; CARVALHO, S.A.; MATTOS JÚNIOR, D. Crescimento inicial e estado nutricional da laranjeira 'Valência' sobre porta-enxertos múltiplos de limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro Swingle. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 397-406, 2009.

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

SIMÕES, M.P.; PINTO-CRUZ, C.; BELO, A.F.; FERREIRA, L.F.; NEVES, J.P.; CASTRO, M.C. Use of hemispherical photography for plant area index determination in young olive trees (*Olea europaea* L.). **Revista de Ciências Agrárias**, Évora, v. 30, n. 1, p. 527-534, 2007.

SOARES FILHO, W.S.; ALVES, A.A.C.; OLIVEIRA, A.A.R.; SOUZA, A.S.; SOUZA, L.D.; CASTRO NETO, M.T.; PASSOS, O.S.; MEISSNER FILHO, P.E. Programa de melhoramento genético de citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura: Obtenção de Híbridos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE MELHORAMENTO DE CITROS, 7., 2002. **Anais...** Bebedouro: EECB, 2002. p. 96-108.

SOARES FILHO, W.S.; CUNHA SOBRINHO, A.P.; PASSOS, O.P.; MOITINHO, E.D.B. 'Maravilha': uma nova seleção de tangerina 'Sunki'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 268-271, ago. 2003.

SOARES FILHO, W.S.; MORAIS, L.S.; CUNHA SOBRINHO, A.P.; DIAMANTINO, M.S.A.S.; PASSOS, O.S.; Santa Cruz: uma nova seleção de limão Cravo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 222-225, 1999.

STENZEL, N.M.C.; NEVES, C.S.V.J.; GOMES, J.C.; MEDINA, C.C. Performance of "Ponkan" mandarin on seven rootstocks in Southern Brazil. **Hortscience**, St. Joseph, v. 38, n. 2, p. 176-178, 2003.

STENZEL, N.M.C.; NEVES, C.S.V.J.; GONZALEZ, M.G.N.; SCHOLZ, M.B.S.; GOMES, J.C. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos frutos da laranjeira 'Folha Murcha' sobre seis porta-enxertos no Norte do Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1281-1286, nov./dez. 2005.

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, 2000.

STUCHI, E.S.; GIRARDI, E.A. Adensamento de plantio deve ser o quarto elemento no manejo do HLB. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, v. 14, n. 81, p. 12-16, abr. 2011.

STUCHI, E.S.; GIRARDI, E.A.; SEMPIONATO, O.R.; REIFF, E.T.; SILVA, S.R.; PAROLIN, L.G. **Trifoliata 'Flying Dragon'**: Porta-enxerto para plantios adensados e irrigados de laranjeiras doces de alta produtividade e sustentabilidade. Cruz das Almas: Embrapa 2012. 7p.

STUCHI, E.S.; SILVA, S.R.; SEMPIONATO, O.R.; REIFF, E.T.; FRANCO, D. Desempenho da limeira ácida 'Malay Lemon' em cinco porta-enxertos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2006. **Palestras e Resumos...** 2006. p. 373.

SYVERTSEN, J.P. Hydraulic conductivity of four commercial citrus rootstocks. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, p. 378-381, 1981.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia do estresse. In: **Fisiologia vegetal**. 3rd . ed. Tradução de P.L. de Oliveira. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 25, p. 613-644.

TARGON, M.L.P.N.; CRISTOFANI, M.; MACHADO, M.A.; MÜLLER, G.W. Ocorrência do complexo capão bonito do citrus tristeza vírus (CTV) em tangerina 'Ponkan' sobre limão 'Cravo' em plantio comercial em Campanha (MG). **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1, p. 157-164, 2003

TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JUNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O. Adensamento de plantio da laranjeira Valência sobre trifoliata - resultados de 18 anos de colheita. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 33, n. 1, p. 49-58, 2012.

TOMASETTO, F. **Avaliação de seleções de laranjeiras 'valência' sobre dois porta-enxertos**. 2008. 47p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2008.

TOMBESI, S.; JOHNSON, S.; DAY, K.R.; DEJONG, T.M. Relationships between xylem vessel characteristics, calculated axial hydraulic conductance and sizecontrolling capacity of peach rootstocks. **Annals of Botany**. London, v. 105, p. 327-331, 2010.

TOPLU, C.; KAPLANKIRAN, M.; DEMIRKESER, T.H.; YILDIZ, E. The effects of citrus rootstocks on 'Valencia Late' and 'Rhode Red' Valencia oranges for some plant nutrient elements. **African Journal of Biotechnology**, Nigéria, v. 7, n. 24, p. 4441-4445, 2008.

VASCONCELLOS, P.W.C. Estudo comparativo da laranjeira "Bahia comun", sobre cinco diferentes "porta-enxertos". **Boletim da Agricultura**. São Paulo, v. 40, p. 587-621, 1939.

VELLAME, L.M.; COELHO, R.D.; TOLENTINO, J.B. Transpiração de plantas jovens de laranjeira 'Valência' sob porta-enxerto Limão 'Cravo' e Citrumelo 'Swingle' em dois tipos de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 24-32, 2012.

VERREYNNE, J.S.; LOVATT, C.J. The effect of crop load on budbreak influences return bloom in alternate bearing 'Pixie' mandarin. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 134, n. 3, p. 299-307, 2009.

VOLPE, C.A.; SCHÖFFEL, E.R.; BARBOSA, J.C. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas 'Valência' e 'Natal' na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 436-441, 2002.

WALLACE, J.M. Tristeza disease investigations, an example of progress through cooperative international research. In: CONFERENCE ON CITRUS VIRUS DISEASES, 1959, Riverside. **Proceedings...** University of California, Riverside, 1959, p. 29-33.

WELLES, J.M.; COHEN, S. Canopy structure measurement by gap fraction analysis using commercial instrumentation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 47, n. 302, p. 1335-1342, 1996.

WUTSCHER, H.K.; BOWMAN, K.D. Performance of 'Valencia' Orange on 21 Rootstocks in Central Florida. **Hortscience**, St. Joseph, v. 34, n. 4, p. 622-624, Jul. 1999.

WUTSCHER, H.K.; HILL, L.L. Performance of 'Hamlin' Orange on 16 Rootstocks in East-central Florida. **Hortscience**, St. Joseph, v. 30, n. 1, p. 41-43, Feb. 1995.

YAMAMOTO, P.T.; BASSANEZI, R.B.; WULFF, N.A.; SANTOS, M.A.; SANCHES, A.L.; TOLOY, R.S.; GIMENES FERNANDES, N.; AYRES, A.J.; JESUS JUNIOR, W. C.; NAGATA, T.; TANAKA, F.A.O.; KITAJIMA, E W.; BOVÉ, J.M. Citrus sudden death is transmitted by graft-inoculation and natural transmission is prevented by individual insect-proof cages. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 95, n. 2, p. 104-112, 2011.

YAMAMOTO, P.T.; JESUS JUNIOR, W.C.; BASSANEZZI, R.B.; SANCHES, A.L.; AYRES, A. J.; GIMENES FERNANDES, N.; BOVÉ, J. M.. Transmission of the agent inducing symptoms of citrus sudden death by graft inoculation under insect proof conditions. **Fitopatologia Brasileira**, Brasv. 28, p. 265, 2003. (Suplemento).

YEŞİLOĞLU, T.; YILMAZ, B.; ÇİMEN, B.; INCESU, M. Influences of rootstocks on fruit quality of 'Henderson' grapefruit. **Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences**, Istambul, v.1, p.1322-1325, 2014.

YILDIZ, E.; DEMIRKESER, T.H.; KAPLANKIRAN, M. Growth, yield, and fruit quality of 'Rhode Red Valencia' and 'Valencia Late' sweet oranges grown on three rootstocks in eastern Mediterranean. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 73, p. 142-146, 2013.

ZEKRI, M. Evaluation of orange trees budded on several rootstocks. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Flórida, v. 113, p. 119-123, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Figura 12 - Coloração amarela na região abaixo da linha de enxertia, parecido com os sintomas descritos para MSC, no híbrido somático laranja 'Rohde Red' 'Valencia' + limão 'Volkameriano', Colômbia, SP

APÊNDICE B

Figura 13 - Sintomas parecidos com “caneluras” ou “stem pitting” na região do porta-enxerto, relacionados ao CTV. Suspeita-se que seja causado pelo complexo “Capão Bonito” (CTV-CB). Porta-enxertos: laranja ‘Rohde Red’ ‘Valencia’ + limão ‘Volkameriano’ (a), tangerina ‘C-54-4-4 SRA 337’ (b), limão ‘Cravo’ “CNPMF 03” (c). Colômbia, SP

ANEXO

Figura 14 - Médias das temperaturas máxima e mínima dos meses de janeiro e fevereiro nos anos de 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013. Colômbia, SP