

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E BIOLOGIA MOLECULAR



Desempenho horticultural e tolerância à seca de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos híbridos de citros na região norte do Estado de São Paulo

DANILO PEREIRA COSTA

ILHÉUS – BAHIA – BRASIL

Fevereiro de 2019

DANILO PEREIRA COSTA

Desempenho horticultural e tolerância à seca de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos híbridos de citros na região norte do Estado de São Paulo

Tese apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Genética e Biologia Molecular.

ILHÉUS – BAHIA – BRASIL

Fevereiro de 2019

C837 Costa, Danilo Pereira.
Desempenho horticultural e tolerância à seca de laranjeira 'Valência' sobre porta-enxertos híbridos de citros na região norte do estado de São Paulo / Danilo Pereira Costa. – Ilhéus : UESC, 2019.
102f. : il.
Orientador : Abelmon da Silva Gesteira.
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Santa Cruz.
Programa de Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular.
Inclui referências.

1. Citricultura – São Paulo. 2. Frutas cítricas – Melhoramento genético. 3. Citricultura – Pragas e doenças. 4. Frutas cítricas – Seleção. 5. Frutas cítricas – Produção. 6. Enxertia. I. Gesteira, Abelmon da Silva. II. Título.

CDD – 634.3

DANILO PEREIRA COSTA

Desempenho horticultural e tolerância à seca de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos híbridos de citros na região norte do Estado de São Paulo

Tese apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Genética e Biologia Molecular.

Dr. Abelmon da Silva Gesteira
(UESC/Embrapa – Orientador)

Dr. André Dias de Azevedo Neto
(UFRB)

Dr. Paulo Ernesto Meissner Filho
(Embrapa)

Dr. Sebastião de Oliveira e Silva
(UFRB)

Dr. Edson Perito Amorim
(Embrapa)

DEDICO

A Deus;

A minha família;

Em especial as Antônias que fazem parte da minha vida. A minha vó Antônia (*in memoriam*) que foi meu porto seguro na minha infância, passando seus ensinamentos do dia a dia no campo, fato esse que favoreceu a me tornar o que sou hoje, “ENGENHEIRO AGRÔNOMO”. E a minha mãe Antônia, por quando algumas vezes, sentindo-me desacreditado e perdido nos meus objetivos e ideais, sempre me incentivou a nunca desistir, por maior que seja o obstáculo, ensinando levantar e dar a volta por cima, pois a vitória pode até demorar, mas um dia ela vem. Dedico ainda, a todos que torceram por mim e me acompanharam em todo o tempo.

"Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido, mas aquele que vai acompanhado com certeza vai mais longe."

(Clarice Lispector)

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dá forças de vontade para vencer todos os obstáculos e permitir concluir mais essa etapa minha história de vida;

A toda minha família, em especial, Antônia e Heraldo, que me educaram e me conduziram da melhor maneira, meus irmãos pelo apoio irrestrito e meus amigos da Universidade Estadual de Santa Cruz;

A Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), pela oportunidade de realizar o curso; Agradeço a meu orientador Dr. Abelmon da Silva Gesteira, pelo acolhimento na UESC e Embrapa, pelo exemplo profissional, pela confiança em mim depositada e apoio de toda ordem;

A Embrapa Mandioca e Fruticultura, aos integrantes do PMG Citros em especial os pesquisadores: Dr. Walter dos Santos Soares Filho; Dr. Orlando Sampaio Passos e Dr. Maurício Coelho (Coorientador) pelos ensinamentos, paciência e oportunidade;

Em especial, Dr. Eduardo Girardi (Coorientador) e Eduardo Sanches Stuchi (pesquisador da Embrapa) pelos ensinamentos, momentos de descontração ao longo dos trabalhos e principalmente pelo apoio depois de executar um trabalho bem feito, receber um elogio de “bom trabalho”;

A toda equipe da Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), em especial ao Engenheiro Agrônomo Otávio Sempionato pelos ensinamentos e acolhimento em Bebedouro – SP;

Aos amigos Everton Vieira de Carvalho e Carlos Augusto de Jesus Santos pela família adquirida ao longo desta trajetória “DOUTORADO”, Bahia/São Paulo;

Ao Técnico Agrícola Luiz Gustavo, vulgo “Guru” (EECB) por toda a ajuda e conversas ao longo deste período, não se esquecendo dos amigos Patrick, Murilo e Wilian que me auxiliaram na coleta de dados do trabalho;

A Citrusuco, juntamente com a equipe da Fazenda Muriti pelo apoio para que este trabalho fosse realizado;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudo;

Aos servidores e professores do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular (PPGGBM), pelo apoio.

A todos,

MUITO OBRIGADO!

ÍNDICE

EXTRATO	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTAS DE TABELAS	v
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1. As plantas cítricas.....	19
2.2. Aspectos gerais da citricultura.....	20
2.3. Importância de variedades porta enxerto na citricultura.....	20
2.4. Características dos porta-enxertos.....	21
2.4.1. Limoeiro ‘Cravo’ (<i>Citrus limonia</i> L. Osbeck).....	21
2.4.2. Citrandarins.....	21
2.4.3. Trifoliata [<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.].....	22
2.4.4. Tangerina ‘Sunki’ (<i>C. sunki</i> hort. ex Tanaka).....	22
2.4.5. Tangerina Cleópatra (<i>C. reshni</i> hort. ex Tanaka).....	23
2.4.6. Limão Volkameriano (<i>Citrus volkameriana</i> V. Ten. & Pasq.).....	23
2.4.7. Citrumelo ‘Swingle’ [<i>P. trifoliata</i> (L.) Raf. x <i>C. paradisi</i> Macf.].....	23
2.4.8. Citranges ‘Troyer’, Carrizo’, ‘Argentina’ e ‘Colerman’ [<i>P. trifoliata</i> (L.) Raf.] x [<i>C. sinensis</i> (L.) Osb. cv. Washington navel].....	23
2.4.9. Citrangequat ‘Thomasville’ [kumquat ‘Oval’ <i>Fortunella margarita</i> (Lour.) Swingle x citrange ‘Willits’] 1439.....	24
2.4.10. Alemow (<i>Citrus macrophylla</i> Wester).....	24
2.4.11. Limão Rugoso (<i>C. Jambhiri</i>).....	25
2.4.12. Laranjas doces [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck].....	25
2.5. Características da variedade copa.....	25
2.5.1. Laranja ‘Valência’ (<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck).....	25
2.6. Respostas fisiológicas e moleculares das plantas ao déficit hídrico.....	26
2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
CAPÍTULO 1: PORTA-ENXERTOS TOLERANTES A SECA PARA LARANJA DOCE	
VALÊNCIA	32
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	34
RESULTADOS	39
DISCUSSÃO	46
CONCLUSÕES	48
AGRADECIMENTOS	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
CAPÍTULO 2: PORTA-ENXERTOS HÍBRIDOS DE CITROS COM POTENCIAL	
ANANICANTE E SEMIANANICANTE PARA LARANJA DOCE VALÊNCIA EM CULTIVO	
DE SEQUEIRO	54
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	55
INTRODUÇÃO	56
MATERIAL E MÉTODOS	56
RESULTADOS	58
DISCUSSÃO	66
CONCLUSÕES	68
AGRADECIMENTOS	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
CAPÍTULO 3: ÍNDICES NÃO PARAMÉTRICOS PARA SELEÇÃO DE PORTA-ENXERTOS	
HÍBRIDOS DE CITROS	74
RESUMO.....	75
ABSTRACT.....	75
INTRODUÇÃO	76
MATERIAIS E MÉTODOS	77
RESULTADOS	78
DISCUSSÃO	84
CONCLUSÕES	85
AGRADECIMENTOS	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
CAPÍTULO 4: POTENTIAL ROOTSTOCKS FOR VALENCIA SWEET ORANGE IN RAIN-	
FED CULTIVATION IN THE NORTH OF SÃO PAULO, BRAZIL	90
SUMMARY.....	91
RESUMO.....	91
INTRODUCTION	92

MATERIAL AND METHODS	92
RESULTS	95
DISCUSSION	96
CONCLUSION	100
ACKNOWLEDGMENTS	100
BIBLIOGRAPHIC REFERENCES	100
CONCLUSÃO GERAL.....	102

EXTRATO

COSTA, Danilo Pereira. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Fevereiro de 2019. **Desempenho horticultural e tolerância à seca de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos híbridos de citros na região norte do Estado de São Paulo.** Orientador: Abelmon da Silva Gesteira (Embrapa /UESC). Coorientadores: Eduardo Augusto Girardi (Embrapa) e Maurício Antonio Coelho Filho (Embrapa).

A citricultura brasileira é um setor altamente organizado e competitivo, sendo uma das atividades mais destacadas da agroindústria do país. A preferência por porta-enxertos que favoreçam alterações à variedade copa quanto a seu crescimento, produção e qualidade do fruto e que possam ser alternativos ao limoeiro ‘Cravo’, vem sendo estudados por vários centros de pesquisas. Este trabalho objetivou avaliar o desempenho horticultural de laranjeira ‘Valência’ em diferentes porta-enxertos no norte do estado de São Paulo e verificar se o uso de índices de seleção pode ser uma ferramenta para selecionar porta-enxertos promissores com base num conjunto de caracteres de interesse. Os experimentos foram instalados nas Fazendas Muriti e Santa Maria, Colômbia – SP em 2007 e 2008, sendo avaliado desde então. Os delineamentos foram em blocos casualizados, com três repetições e cinco plantas/parcela (6,0x2,5m) e quatro repetições de quatro planta/parcela (7,0x3,0m), respectivamente. Os resultados indicaram que para o capítulo 1, os porta-enxertos Sunki x English Palmira – CO, citrandarins Índio e San Diego, limoeiro ‘Cravo CNPMF - 004’, TSKC x CTSW – 028 e tangerina Sunki Tropical foram selecionados como promissores, por conjugarem produtividade e tolerância à seca similar à de limão ‘Cravo Santa Cruz’. Os híbridos TSKC x (LCR x TR) – 017 e 059, HTR – 053 e 069, TSKC x CTSW - 041 e LCR x TR – 001, apesar de menor produção por planta, foram mais eficientes que o ‘Cravo Santa Cruz’ em função de um porte menor, além de apresentarem boa tolerância à seca. No capítulo 2, os porta-enxertos LCRC x CTSW – 009, TSKC x CTQT 1439 – 014 e HTR – 208 tem potencial para uso em sequeiro apesar do porte elevado das plantas. Os híbridos TSKC x TRFD – 006, TSKFL x CTTR – 017, TSKC x TRBK – 006 e TSKC x CTSW – 031 induziram baixo tamanho de planta, alta qualidade de fruto e alta eficiência produtiva de frutos e poderia vir a ser utilizado com irrigação. Já o híbrido TSKC x TRFD – 003 pode ser empregado em condições de sequeiro como porta-enxerto semianicante. No capítulo 3, o porta-enxerto Sunki x English Palmira – CO apresentou potencial para substituir o limoeiro Cravo Santa Cruz nas condições de cultivo do norte do estado de São Paulo. O índice de ranqueamento (IRC1 – médias simples e IRC2 – médias normalizadas) proporcionaram uma classificação mais coerentes dos híbridos de citros. Os porta-enxertos citrandarin Índio e San Diego, TSKC x CTSW – 028, TSKC x (LCR x TR) – 017 e – 059, TSKC x CTSW – 041, limoeiro Cravo CNPMF – 004, tangerina Sunki Tropical, foram superiores ao limoeiro Cravo Santa Cruz, mostrando-se como promissores para cultivo de sequeiro no norte do estado de São Paulo. No capítulo 4, os porta-enxertos CLEO x TRSW – 71158, 224 e 287 e CTC 25 foram aptos para o cultivo em pomares de sequeiro na região Norte do Estado de São Paulo, preferencialmente em alta densidades, combinados com laranjeira 'Valência', para um menor tamanho de planta, maior eficiência produtiva de frutos, boa qualidade de frutos e produção semelhante à do limoeiro Cravo Santa Cruz.

Palavras-chave: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, seleção, melhoramento, tolerância ao estresse hídrico, enxertia, produção, qualidade, crescimento.

ABSTRACT

COSTA, Danilo Pereira. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, February 2019. **Horticultural performance and drought tolerance of Valencia sweet orange grafted on citrus hybrid rootstocks in the northern region of the State of São Paulo.** Advisor: Abelmon da Silva Gesteira (Embrapa/UESC). Co-advisers: Eduardo Augusto Girardi (Embrapa) and Maurício Antonio Coelho Filho (Embrapa).

The Brazilian citriculture is a highly organized and competitive sector, being one of the most outstanding activities of the agroindustry of the country. The results table of the study on the selection of soil fruits for the growth, production and quality of the fruit and the alternative beings to the 'Cravo' lemon tree has been studied by several research centers. This work aimed at the horticultural performance of 'Valencia' orange tree in different areas of rootstocks in the state of São Paulo and it was possible to verify the use of indices of selection of a tool to indicate rootstock based on a set of characters of interest. The experiments were installed in the Muriti and Santa Maria Farms, Colombia - SP in 2007 and 2008, being studied since then. The randomized block designs, with three replications and five plants / plot (6.0x2.5m) and four replications of four plant / plot (7.0x3.0m), respectively. The results indicate paragraph 1, Sunki x Portuguese and Palmira - CO, citrus trees Indian and San Diego citrus, 'Crabe CNPMF - 004', TSKC x CTSW - 028 and Sunki Tropical tangerine were selected as promising because they combine productivity and tolerance the drought similar to 'Cravo Santa Cruz'. The TSKC x (LCR x TR) - 017 and 059, HTR - 053 and 069, TSKC x CTSW - 041 and LCR x TR - 001 hybrids, although produced per plant, were more efficient than the 'Santa Cruz Cravo' due to a smaller size, besides showing good drought tolerance. In Chapter 2, the LCRC x CTSW-009, TSKC x CTQT 1439-0114 and HTR-208 modules have potential for use in sequences despite the high plant size. TSKC x TRFD-006, TSKFL x CTTR-017, TSKC x TRBK-006 and TSKC x CTSW-031 induced low plant size, high fruit quality and high productive fruit capacity and could be used with irrigation. The hybrid TSKC x TRFD - 003 can be used under sequencing conditions as a semi - anionic rootstock. In Chapter 3, the Sunki x English Palmira-CO portal-graft introduced potential for replacement of the Cravo Santa Cruz lemon tree under conditions of cultivation in the north of the state of São Paulo. The ranking index (IRC1 - simple media and IRC2 - midiatized normalized) resulted in a more coherent approach to citrus. The citrandarin rootstocks Indio and San Diego, TSKC x CTSW-028, TSKC x (LCR x TR) - 017 and - 059, TSKC x CTSW-041, Cravo lemon CNPMF-004, Sunki Tropical mandarin, were superior to Clove lemon Santa Cruz, showing promise for the cultivation of dry land in the north of the state of São Paulo. In Chapter 4, the CLEO x TRSW-71158, 224 and 287 and CTC 25 rootstocks were suitable for cultivation in rainforest orchards of the North region of São Paulo, preferably in high density, combined with 'Valencia' orange tree, smaller size of plant, greater productive efficiency of the fruit, quality of the fruit and production similar to the lemon tree Cravo Santa Cruz.

Key words: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, selection, breeding, tolerance to water stress, grafting, production, quality, growth.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Extrato do balanço hídrico climatológico no período de 2007 a 2017, calculado por meio de planilha eletrônica pelo método de Thornthwaite e Mather (Rolim et al., 1998). Colômbia, SP. Capacidade de água disponível de 100 mm.....35

Figura 2. Avaliação visual do grau de enrolamento foliar decorrente da deficiência hídrica em laranja 'Valência IAC'. Onde: **(A)** - Nota 1 (baixa tolerância à deficiência hídrica, quando são observados sintomas evidentes de deficiência hídrica como amarelecimento, murcha, encarquilhamento e queda excessiva de folhas), **(B)** - Nota 2 (moderada tolerância à deficiência hídrica, quando se observam sintomas iniciais de deficiência hídrica como ligeiro amarelecimento, pouca murcha e sem perda evidente de folhas) e **(C)** - Nota 3 (alta tolerância à deficiência hídrica, quando não são observados sintomas de deficiência hídrica e encontram-se folhas verdes, túrgidas e, em alguns casos, novas brotações).....37

Figura 3. Janelas de compatibilidade no ponto de ligação entre o porta-enxerto e a copa de laranja 'Valência'. Onde: **(A)** – Nota 1 - Ausência de incompatibilidade; **(B)** – Nota 2 - Linha acentuada separando copa e porta-enxerto (incompatibilidade fraca a média); **(C)** – Nota 3 - Linha muito acentuada separando copa e porta-enxerto (incompatibilidade forte); e **(D)** – Nota 4 - Linha deprimida separando copa e porta-enxerto, com amarelecimento de tecido entre copa e porta-enxerto (incompatibilidade muito forte).....38

Figura 4. Regressão linear entre nota média de tolerância à seca (2010-2017, menos 2015) e produção média (2009-2015) de laranja 'Valência IAC' sobre 46 porta-enxertos de citros na região norte do Estado de São Paulo em cultivo de sequeiro. Modelo de regressão significativo ($P < 0,01$).....42

Figura 5. Dendrograma (A), gráfico dos escores da análise por PCA (B), coeficientes de ponderação das variáveis e (C) obtido pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages) a partir das medidas de dissimilaridade das variáveis: produção média (Prod), eficiência produtiva de frutos (Efp), rendimento de suco (RS), tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (S), altura de planta (Alt) e sólidos solúveis totais (SS) em relação a 46 porta-enxertos de citros em copa 'Valência IAC' observados de 2009 a 2015 no norte do estado de São Paulo. CCC = 0.7082013**. Onde: G1 - 31 - CLEO x TRRUBIDOUX – CO; G2 - 33 - Sunki x English Palmira – CO; G3 – A: 58 - TSKC x CTARG – 001, 63 - TSKC x CTSW – 019. G3 – B: 66 - TSKC x CTARG – 036, 67- Sunki Maravilha, 76 - TSKC x CTRK – 001, 28 - Sunki x ALLEMOW – CO, 17 - LVK x LVA - 009, 75 - TSKC x LHA – 011, 70 - LCREEL x CTSW – 001, 73 - TSKFL x CTTR – 008; G4 - 18 - citrandarin Riverside, 25 - limoeiro Cravo CNPMF – 004, 10 - citrandarin Indio, 11 - TSKC x CTSW – 028, 71 - Sunki Tropical, 21 - citrandarin San Diego, 51 - limoeiro Cravo 'Santa Cruz'; G5 – SG1A: 19 - LVK x LCR – 038, 64 - TSK x CTTR – 002, 14 - TSKC x (LCR x TR) – 018, 15 - LVK x LCR – 010, 20 - TSKFL x CTTR – 012, 13 - CLEO x CTCZ – 226, 12 - HTR – 051, 57 - TSKC x (LCR x TR) – 073, 59 - HTR – 116, 61 - TSKC x (LCR x TR) – 001, 24 - TSKC x CTSW – 064, 56 - TSKFL x CTC 25 – 010. G5 – SG1B: 22 - TSKC x (LCR x TR) – 059, 69 - HTR – 053, 54 - TSKC x CTSW – 041, 83 - TSKC x (LCR x TR) – 017, 55 - HTR – 069, 60 - LCR x TR – 001, 65 - limoeiro Cravo CNPMF – 003. G5 – SG2A: 9 - LRF (LCR x TR) – 005, 62 - TSKC x CTQT 1439 – 004, 72 - TSKC x LHA – 006. G5 – SG2B: 68 - TSKFL x CTTR – 022, 81 - TSKC x CTQT 1439 – 026, 41 - TSK x TRBENECKE – CO, 74 - TSKC x CTSW – 033 e 85 - TSKC x CTQT 1434 – 010.....45

CAPÍTULO 2

Figura 1. Média mensal de temperaturas do ar (máximo, mínimo e médio) e precipitação pluviométrica da área experimental no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2017. Colômbia, SP.....57

Figura 2. Dendrograma (A), gráfico dos escores da análise dos componentes principais (PCA) (B), coeficientes de ponderação das variáveis (C) obtido pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages) a partir das medidas de dissimilaridade das variáveis: produção média (Prod), eficiência produtiva de frutos (Efp), rendimento de suco (RS), tolerância

à seca com base em avaliação visual de sintomas (S), altura de planta (Alt) e sólidos solúveis totais (SS) em relação a 51 porta-enxertos de citros em copa Valência observados de 2010 a 2015 no norte do estado de São Paulo. CCC = 0,6974**. Onde: G1 – 126 - TSKC x CTSW – 031, 137 - TSKC x TRFD – 007, 102 - HTR - 207 (mãe TSKC x ?), 145 - TSKC x CTCM – 008; G2 – 141 - TSKC x TRFD – 006, 149 - TSKC x TRFD – 003, 103 - TSKC x (LCR x TR) – 016, 127 - TSKC x CTSW – 058, 144 - TSKFL x CTTR – 017; G3 – 118 - TSKFL x CTC13 – 012; G4 – G4A - 138 - TSKFL x CTSW – 004, 124 - LRF x (LCR x TR) – 004, 125 - TSKC x CTSW – 025; 129 - TSKC x CTQT 1439 – 003. G4B - 106 - TSKC x CTSW – 017, 107 - TSKC x CTSW – 018, 133 - TSKFL x CTTR – 004, 110 - TSKC x CTTR – 028, 123 - TSKFL x CTTR – 006, 147 - TSKC x TRBK – 006, 140 - TSKFL x CTTR – 022, 105 - TSKC x CTSW – 022, 117 - TSKFL x CTTR – 021, 113 - TSKFL x CTC13 – 005, 142 - TSKC x CTTR – 029, 155 - Tangerina ‘Sunki’ x ‘Allemow’, 134 - TSKC x CTARG – 069, 115 - TSKFL x CTARG – 023, 119 - TSKC x CTSW – 053, 132 - TSKC x (LCR x TR) – 020, 128 - TSKC x CTSW – 057, 143 - TSKC x CTARG – 015, 101 - TSKC x CTSW – 036, 130 - LVKC x CTSW – 009, 150 - TSKFL x CTTR – 013, 139 - TSKC x CTARG – 019, 122 - TSKC x LHA – 007, 151 - TSKC x CTTR – 012, 136 - TSKFL x CTSW – 009, 146 - TSKC x CTARG – 081; G5 - G5A - 112 - MXWL x LHA – 001, 131 - TSKC x (LCR x TR) – 040, 135 - TSKFL x CTARG – 029, 51 - Limoeiro Cravo Santa Cruz, 120 - LCRC x LRF – 034, 111 - TSKC x CTARG – 020, 71 - Sunki Tropical, 108 - HTR - 206 (mãe TSKC x ?). G5B - 104 - HTR - 208 (mãe TSKC x ?), 114 - TSKC x CTQT 1439 – 014 e 148 - LCRC x CTSW – 009.....65

CAPÍTULO 4

Figure 1. Relative traits (%) of Valencia sweet orange grafted onto Santa Cruz Rangpur lime and four selected rootstocks (CTC 25 and CLEO x TRSW -224, -287 and -71158) under rain-fed cultivation from 2009 to 2015. Colômbia-SP, Brazil, 2016. Accumulated yield (2011-2015, kg tree-1), YE = mean yield efficiency (2011-2014, kg m-3), canopy volume (2014, m3), SS = soluble solids (mean 2012, 2013, 2015, oBrix), PI = processing index (mean 2012, 2013, 2015, SS box 40.8 kg-1). *, ns not significant (F test, $p \leq 0.05$).....100

LISTAS DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Códigos de identificação e parentais de 46 porta-enxertos de citros estudados em combinação com a copa de laranjeira ‘Valência IAC’ no norte do estado de São Paulo.....36

Tabela 2. Tamanho das plantas (2009-2015), produção média (2009-2015) e eficiência produtiva de frutos (2009-2015) de laranjeira ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.....40

Tabela 3. Tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (2010-2017) exceto 2015, taxa de sobrevivência (2017) e índice de alternância (IAP) de produção de laranjeira ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.....40

Tabela 4. Massa do fruto (Mf), diâmetro do fruto (Df), altura do fruto (Altf) e rendimento de suco (RS) da laranja ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos no período de 2009 a 2015 em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.....42

Tabela 5. Valores médios de sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (Act), *ratio* e índice tecnológico (It) de frutos da laranja ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos no período de 2009 a 2015 em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.....43

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Códigos de identificação e parentais de 51 porta-enxertos de citros estudados em combinação com a copa de laranjeira ‘Valência IAC’ no norte do estado de São Paulo.....57

Tabela 2. Tamanho das plantas (2010-2015), produção média (2010-2015) e eficiência produtiva de frutos (2010-2015) de laranjeira ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos. Colômbia, SP.....59

Tabela 3. Tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (2011-2017) exceto 2013 e 2015, taxa de sobrevivência (2017) e índice de alternância de produção de laranjeira ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos. Colômbia, SP.....61

Tabela 4. Massa do fruto (Mf), diâmetro do fruto (Df), altura do fruto (Altf) e rendimento de suco (RS) de laranja ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos no período de 2010 a 2015, exceto 2014. Colômbia, SP.....62

Tabela 5. Valores médios de sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (Act), *ratio* e índice tecnológico (It) de frutos da laranja ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos no período de 2010 a 2015, exceto 2014. Colômbia, SP.....64

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Médias originais e centradas ($x_j - k_j$) dos caracteres de produção acumulada (Prod), eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (S) e altura da planta (Alt) para o cálculo do Índice multiplicativo (*ISE*) em porta-enxertos híbridos de citros enxertados com laranja ‘Valência IAC’ no norte de São Paulo.....79

Tabela 2. Médias dos dados originais e centradas dos caracteres de produção acumulada (Prod), eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (S) e altura da planta (Alt) para o cálculo do índice de soma de classificação (*ISM*) em porta-enxertos híbridos de citros enxertados com laranja ‘Valência IAC’ no norte de São Paulo.....80

Tabela 3. Médias dos dados originais dos caracteres de produção acumulada (Prod), eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), tolerância á seca

com base em avaliação visual de sintomas (S) e altura da planta (Alt) para o cálculo do índice de ranqueamento usando médias simples (IRC_1) de porta-enxertos híbridos de citros enxertados com laranja ‘Valência IAC’ no norte de São Paulo.....81

Tabela 4. Estatísticas descritivas para médias dos dados originais dos caracteres de produção acumulada (Prod), eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), tolerância á seca com base em avaliações visual de sintomas (S) e altura da planta (Alt) para o cálculo do índice de ranqueamento usando médias normalizadas linearmente (IRC_2) de porta-enxertos híbridos de citros enxertados com laranja ‘Valência IAC’ no norte de São Paulo.....82

Tabela 5. Médias dos dados originais e centradas dos caracteres de produção acumulada (Prod), eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (S) e altura da planta (Alt) para a distância euclidiana do genótipo ao ideótipo (ISG) em porta-enxertos híbridos de citros enxertados com laranja ‘Valência IAC’ no norte de São Paulo.....83

Tabela 6. Correlação de Spearman entre cinco índices não paramétricos aplicados às variáveis produção acumulada, eficiência produtiva de frutos, concentração de sólidos solúveis totais, rendimento de suco, tolerância á seca com base em avaliação visual de sintomas e altura de copa de laranja ‘Valência IAC’ enxertada em 46 porta-enxertos híbridos de citros.....84

CAPÍTULO 4

Table 1. Identifying codes, parental and origin of the hybrids and citrus species studied in this research.....93

Table 2. Mean values of height, diameter and volume of the canopies in 2014 and mean production efficiency of Valencia orange tree on 27 rootstocks in the period 2011-2014. Colômbia-SP, 2016.....96

Table 3. Mean production values of the Valencia orange tree on 27 rootstocks, evaluated from 2011 to 2014. Colômbia-SP, 2016.....97

Table 4. Mean values of quality attributes of Valencia orange fruits on 27 rootstocks in the period 2011-2015, except 2014. Colômbia-SP, 2016.....98

Table 5. Mean values of the concentration of total soluble solids in Valencia orange fruits on 27 rootstocks evaluated in 2011, 2012, 2013 and 2015. Colômbia-SP, 2016.....99

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil, Estados Unidos e China produzem aproximadamente 50% da produção mundial de citros (FAO, 2017). A citricultura brasileira é conhecida por apresentar um setor organizado e competitivo, constituindo-se de uma das atividades mais destacadas da agroindústria do país. A produção brasileira de laranja se concentra no Estado de São Paulo, com 60% da produção do país em cerca de 400 mil hectares com produção de 398,35 milhões de caixas de 40,8 kg na safra 2017/2018 (FUNDECITRUS, 2018).

A citricultura Paulista não é composta apenas por laranja, mas também por 12.204 ha de tangerinas (*Citrus reticulata*), por 35.076 ha de lima ácida Tahiti [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] e 3.577 ha limão verdadeiro [*C. limon* (L.) Burm.] no cinturão citrícola que também abrange as regiões do mineiras do Triângulo e do Sudoeste (Fundecitrus, 2018). Minas Gerais, Paraná e Bahia são o segundo, terceiro e quarto em produção da fruta (Embrapa, 2017) e que, junto aos demais estados, geram mais de US\$ 6,5 bilhões anuais de receitas, oriundos principalmente da exportação de suco de laranja concentrado e congelado (CITRUSBR, 2017).

O parque citrícola nacional está centrado em poucas variedades copas e porta-enxertos, havendo, nessas condições, riscos fitossanitários diversos. Vários fatos corroboram esta verificação, como a morte de milhões de árvores enxertadas sobre laranjeira ‘Caipira’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] pela gomose de *Phytophthora spp.*, no início do século 20; vírus da tristeza na laranjeira ‘Azeda’ (*Citrus aurantium* L.) na década de 40; Declínio dos Citros a partir da década de 70; Morte Súbita dos Citros (MSC) a partir de 1999, tendo como porta-enxerto o limoeiro Cravo (OLIVEIRA et al., 2011; BASSANEZI et al., 2003) e o Greening (HLB) a partir 2004 (FUNDECITRUS, 2018).

As pragas e doenças vem diminuindo cada vez mais a riqueza gerada pela citricultura (NEVES et al., 2010; POMPEU JÚNIOR, 2005). Um dos principais métodos de controle da MSC, do Declínio e da Gomose é a utilização de porta-enxertos tolerantes a estas enfermidade. Porém, além de ser pequena a quantidade de porta-enxertos que podem ser empregados com tolerância às doenças, estes podem ser sensíveis à seca, necessitando de irrigação, inviabilizando o plantio de pomares condições de sequeiro (FADEL et al., 2018).

Os riscos representados por esses fatores adversos fazem necessária a busca de materiais que possam ser utilizados na diversificação e consequente substituição parcial do limoeiro Cravo. A citricultura brasileira, na sua maior parte, conduzida sem irrigação suplementar, busca através de pesquisas, encontrar novos porta-enxertos, capazes de sustentá-la conjuntamente ou em substituição ao referido limoeiro. Desta forma, a adoção de variedades porta-enxerto que determinem alta eficiência produtiva de frutos às copas, produção de frutos de alta qualidade e adaptação ao convívio com estresse hídrico e fitossanitário é de grande importância (SOARES FILHO et al., 2011, 2013). Tais porta-enxertos possibilitam substanciais reduções no uso de área e de mão de obra, componentes extremamente onerosos dos custos de produção. Dentre os fatores abióticos, a tolerância à seca requer especial atenção, pois a citricultura brasileira dá-se em sua maior parte sem irrigação (SOARES FILHO et al., 2011).

Pesquisas iniciadas no final da década de 1980 pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, através do Programa de Melhoramento Genético de Citros - PMG Citros, destacaram mais de 300

híbridos com aptidão para uso como porta-enxertos, tendo destaque a tolerância à seca, tolerância e/ou resistência à tristeza e à gomose de *Phytophthora*, em condição de campo, apresentando ainda, bom vigor e produção de frutos considerável, sendo suas sementes poliembriônicas (SOARES FILHO et al., 2013).

Considerando que a baixa diversidade de variedades de porta-enxertos, há necessidade de se buscar materiais promissores que apresentem alta eficiência produtiva de frutos, de menor tamanho de plantas, alta produção e qualidade de frutos, que sejam tolerantes a seca e resistentes a doenças como MSC, gomose de *Phytophthora*, declínio e tristeza dos citros. Desta maneira, o objetivo do trabalho foi selecionar porta-enxertos indutores de menor porte e que congreguem boa produção e qualidade dos frutos, tolerância a seca e a alguns fatores bióticos como declínio, morte súbita dos citros e gomose em nível de campo tendo como copa a laranja 'Valência' em condições de sequeiro na região norte do Estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS

BASSANEZI, R. B.; GIMENES-FERNANDES, N. & YAMAMOTO, P. T. Morte Súbita dos Citros. **Boletim Citrícola**, Araraquara: Fundecitrus/EECB, v. 24, p. 54, 2003b.

CITRUSBR - Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (2017). Análise setorial. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com>>. Acesso em: 06 de maio de 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo de citros (2017). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/citros>>. Acessado: 10 de novembro de 2018.

FADEL, A. L.; MOURAO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S.; RAMOS, Y. C. Produção de laranja 'Valência' sobre 41 porta-enxertos no norte do estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 53, n. 6, p. 774-778, 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 15 de agosto de 2018.

FUNDECITRUS (Fundo de Defesa da Citricultura). Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro 2017/2018. Retrato dos pomares de abril de 2018 / Fundo de Defesa da Citricultura, 2018, p. 29. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2017_12_05_Invent%C3%A1rio_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2017-2018.pdf>. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

FUNDECITRUS (Fundo de Defesa da Citricultura). Doenças e pragas dos citros. Disponível em: <<https://www.fundecitrus.com.br/doencas/greening/10>>. Acesso em: 26 de novembro de 2018.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; LOPES, F. F.; KALAKI, R.; MILAN, P. **O Retrato da Citricultura Brasileira**. In: NEVES, M. F. (Coord.). 1. ed. Ribeirão Preto: Markestrat, p. 138, 2010.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; SCHRODER, E. C.; ESSWEIN, F. J. **Produção Orgânica de Citros**. Embrapa Clima Temperado (Sistemas de Produção, 20) 2011. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo>> Acesso em: 14/10/2018.

POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, p. 61-104, 2005.

SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da; PASSOS, O. S.; SOUZA, A. da S. Melhoramento genético. In: CUNHA SOBRINHO, A. P. da; MAGALHÃES, A. F. de J.; SOUZA, A. da S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S. (Ed.). **Cultura dos Citros**.

Brasília: Embrapa, v. 1, cap. 4, p. 61-102, 2013.

SOARES FILHO, W. S. (Ed.). **Reunião técnica:** obtenção, seleção e manejo de variedades porta-enxerto de citros adaptadas a estresses abióticos e bióticos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. CD-ROM. (Documentos, 200).

XU, Q; CHEN, L.; CHEN; RUANA, X. et al. The draft genome of sweet orange (Citrus sinensis). **Nature Genetics**, v. 45, n. 1, p. 59-66, 2013.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2. 1. As plantas cítricas

Os citros compreendem um complexo de plantas pertencentes não apenas ao gênero *Citrus*, mas também a outros gêneros afins, como *Poncirus*, *Fortunella*, *Microcitrus*, *Eremocitrus* e *Clymenia*, que produzem frutos semelhantes à laranja ou ao limão (PASSOS et al., 2005).

A taxonomia e filogenia dos citros são complicadas, principalmente devido a produção de embriões nucelares que favorecem a perpetuação de híbridos como clones apomíticos e à grande capacidade de produção de híbridos intra e intergenéricos, bem como sua longa história de cultivo (SCORA, 1975).

Dentre os numerosos sistemas de classificação propostos para o gênero *Citrus*, dois são amplamente adotados, aquele proposto por Swingle (1943), constituída 16 espécies para *Citrus* e classificou-o entre os seis gêneros que compunham o grupo subtribal denominado “árvores de citros verdadeiros”, subtribo Citrinae, tribo Citreae, subfamília Aurantioideae da família Rutaceae e indicado por Tanaka (1977), que estabeleceu um sistema mais moderno, incluindo 162 espécies, pertencentes à divisão Magnoliophyta, subdivisão Magnoliophytina, classe Magnoliopsida, subclasse Rosidae, ordem Sapindales, subordem Geranineae, família Rutaceae, subfamília Aurantioideae, tribo Citreae, subtribo Citrineae.

Os citros podem ser agrupados de acordo com suas características hortícolas como exemplo: as laranjeiras doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), tangerinas (*Citrus reticulata* Blanco), limoeiros (*Citrus limon* L. Buen. F.), limeiras ácidas [*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle e *Citrus latifolia* (Yu. Tanaka)], pomeleiros (*Citrus paradisi* Macf.) (PIO et al., 2005).

Estima-se que o gênero *Citrus* e os gêneros correlatos surgiram há 20 a 30 milhões de anos e tiveram como centro de origem e diversidade as regiões tropicais e subtropicais do Continente Asiático, de onde foram levados para outros continentes (WEBBER, 1967). O comércio entre as nações e também as guerras contribuíram para a expansão do cultivo de citros, de modo que na Idade Média a laranja foi levada pelos Árabes para a Europa. Nos anos 1500, Cristóvão Colombo, em sua expedição, levou mudas de frutas cítricas para o continente Americano (NEVES et al., 2010).

No Brasil, as primeiras plantas cítricas foram introduzidas pelos portugueses, que trouxeram as mudas da Espanha, logo no início da colonização (NEVES & JANK, 2006). Nos Estados da Bahia e de São Paulo, entre os anos 1530 e 1540, foram os portugueses que introduziram as primeiras sementes de laranja doce. O objetivo em trazer essas frutas era para ter uma fonte de vitamina C para ser utilizada como antídoto do escorbuto, doença que matava a maior parte das tripulações na época (NEVES & JANK, 2006).

As condições climáticas favoráveis permitiram que os pomares tivessem uma produção satisfatória e os frutos da laranja ‘Bahia’ foram reconhecidos no Brasil Colônia como saborosos, alto rendimento de suco e de melhor qualidade que aqueles trazidos de Portugal. No entanto, somente 400 anos depois, a partir de 1930, a citricultura passou a ser implantada comercialmente nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia (AZEVEDO, 2013).

2.2. Aspectos gerais da citricultura

O Brasil se destaca pela alta produção de frutas cítricas do mundo e junto com os Estados Unidos e China, produzem aproximadamente 50% da produção mundial (FAO, 2017). A produção brasileira se destaca nas regiões de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Bahia. O estado de São Paulo é responsável por cerca de 60% da produção da fruta (EMBRAPA, 2018a) e que, junto aos demais estados, geram mais de US\$ 6,5 bilhões anuais, oriundos principalmente da exportação de suco de laranja concentrado e congelado (CITRUSBR, 2018).

Segundo “Plano estratégico para os citros, anos 2012 – 2017”, elaborado pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, o valor total da produção brasileira de citros, compreendendo laranjas doces, tangerinas, limas ácidas/limões verdadeiros, atingiu, em 2010, a expressiva marca de R\$ 7,1 bilhões, isso faz da citricultura o quinto maior produto do agronegócio brasileiro, abaixo, somente, em ordem decrescente, da soja, cana-de-açúcar, milho e café (EMBRAPA, 2018b).

A importância da citricultura vai além da geração de divisas para a economia brasileira. Este setor tem grandes impactos no desenvolvimento regional, na formação de capital, na geração de renda e na agregação de valor (ZULIAN et al., 2013).

Apesar da posição de destaque de alguns estados na citricultura nacional, o maior polo produtor do país é São Paulo e Triângulo e Sudoeste de Minas Gerais (CITRUSBR, 2017), formando o que se convencionou chamar de cinturão citrícola. Nestas regiões o clima se enquadra dentro das indicações de ERICKSON (1968): temperatura mínima de 10°C e ótima de 20°C a 30°C com pluviosidade entre 1900 a 2400 mm. No entanto, o balanço hídrico climatológico de várias localidades onde os citros são cultivados apresentam déficit hídrico nos meses de setembro a março.

2.3. Importância de variedades porta enxerto na citricultura

Os citros podem ser propagados por semente ou vegetativamente. Dentre as formas de propagação vegetativa, a enxertia é a mais utilizada, ela consiste em um sistema em que é provocada a soldadura dos tecidos de duas plantas, uma delas, chamada de porta-enxerto, que fornece o sistema radicular, a outra planta, chamada de enxerto, copa ou “cavaleiro”, forma a parte aérea (ALMEIDA & PASSOS, 2011).

A obtenção de porta enxertos poliembriônicos é muito utilizada e é possível graças a diferenciação de células somáticas do tecido nucelar do ovário circundante ao saco embrionário. As plantas obtidas dessa forma manterão as mesmas características da planta mãe, gerando uniformidade do pomar, uma vez que todas as copas receberão influência idêntica (CARLOS et al., 1997).

Os porta-enxertos afetam diretamente o vigor da variedade copa enxertada, definindo o tamanho da copa e sua produção, além de influenciar na absorção de nutrientes minerais, na qualidade dos frutos, na tolerância às doenças, à seca e à salinidade (SCHÄFER et al., 2001).

A espécie mais utilizada como porta enxerto é o limoeiro Cravo (*Citrus limonia* Osbeck), considerada um híbrido tipo tangerina, tendo sido classificado no passado como *C. reticulata* var. *Austera*. No Brasil, recebe os nomes de limoeiro ‘Rosa’, ‘Francês’, ‘Vinagre’, ‘Galego’,

‘Bergamota’, dentre outros (CUNHA SOBRINHO et al., 2011). A grande preferência pelo “Cravo” é explicada por sua tolerância à seca e à tristeza dos citros, facilidade de obtenção de sementes, compatibilidade adequada com a maioria das variedades copas, produção precoce e alta modulação induzida às copas nele enxertadas (POMPEU JÚNIOR, 2005).

Dentre as variedades de laranja cultivadas no mundo, a laranja ‘Valência’ está entre as mais importantes por apresentar alto rendimento de suco, boa aparência e coloração atraente, excelente qualidade de suco (COELHO, 2002; XU et al., 2013).

A estreita base genética constitui um desafio para citricultura brasileira, por exemplo, no final da década de 30 e início da década de 40, a introdução do vírus da tristeza fez com que o Brasil perdesse mais de 10 milhões de plantas, ou seja, quase a totalidade de sua citricultura à época. Isso aconteceu porque se tinha um único porta-enxerto em uso, a laranjeira “azedada” (ALMEIDA & PASSOS, 2011).

Outros impactos no setor citrícola, como a ocorrência do cancro cítrico em 1957, clorose variegada do citros (CVC) em 1987, a morte súbita dos citros em 1999 e o Huanglongbing (HLB) em 2004 (MATTOS JÚNIOR et al., 2005; COLETTA-FILHO et al., 2004), alertam para a necessidade de disponibilização de novas variedades porta enxerto para ampliação da base genética dos plantios brasileiros.

2.4. Características dos porta-enxertos

2.4.1. Limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* L. Osbeck)

O limão Cravo é um lemandarin, um híbrido natural de limão (*C. limon*) e uma tangerina (*C. reticulata*), originado na região de Canton, no Sul da China, onde é conhecido popularmente como limão Canton. Na classificação de Tanaka (1954), o limão Cravo é considerado uma espécie (*C. limonia*) nativa da Índia, onde é conhecido pelo nome de Jamir (HODGSON, 1967). O limoeiro ‘Cravo’ é um dos principais porta-enxerto da citricultura paulista, chegando a representar 85% desde 1960 (ALMEIDA & PASSOS, 2011). Destaca-se por sua resistência a seca e precocidade na produção de frutos, apresentando ainda, boa qualidade de frutos, entretanto é suscetível ao declínio dos citros, à exocorte, à gomose de *Phytophthora* (POMPEU JÚNIOR, 2001) e à morte-súbita-dos-citros (MSC) (BASSANEZI et al., 2003; MULLER et al., 2002), reduzindo a vida útil dos pomares com reflexos em toda a cadeia produtiva (POMPEU JÚNIOR & BLUMER, 2009). Sua tolerância à seca é importante porque boa parte da citricultura paulista está concentrada em regiões com déficit hídrico, altas temperaturas e com estiagens prolongadas de 60 a 120 dias durante a florada (CRISTOFANI et al., 2005).

2.4.2. Citrandarins

Oriundos do cruzamento entre microtangerinas (mandarinas) que são híbridos da tangerina ‘Sunki’ [*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tan.] ou a tangerina ‘Cleópatra’ (*C. reshni* hort. ex Tan.) com trifoliata (*P. trifoliata* Raf.), principalmente (POMPEU JÚNIOR, 2005). Sendo desta forma, híbridos com os quais se buscou reunir qualidades das tangerinas, tais como, tolerância ao declínio, exocorte e solos calcáreos e as qualidades dos trifoliatas como resistência a gomose de *Phytophthora*, tristeza e nematoide dos citros e baixas temperaturas (BLUMER & POMPEU

JÚNIOR, 2005).

Esses porta-enxertos podem induzir menor porte a planta, podendo ser classificados em alguns casos como ananizantes com a formação de plantas compactas e produtivas (BLUMER & POMPEU JÚNIOR, 2005). Estes híbridos apresentam alta eficiência produtiva de frutos com qualidade superior ao limoeiro Cravo e menor porte, permitindo alta densidades de plantio, com ganhos na produtividade por facilitar operações no campo.

2.4.3. Trifoliata [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]

O trifoliata é originário da China e é bastante estudado com finalidades medicinais. Sua primeira referência como porta-enxerto se deu no livro Han Yen-chih's Chü Lu, escrito em 1178 (HODGSON, 1967). As plantas de trifoliata têm porte baixo, com folhas trifolioladas e caducas, apresentando pecíolo alado. Considerado um dos porta-enxertos de maior utilização na citricultura mundial, em função de certas peculiaridades, como menor porte, induzidas por esta espécie às combinações copa/porta-enxerto (CASTLE et al., 1993).

Os trifoliatas são considerados redutores de tamanho de plantas (chegando a reduzir seu porte em até 50%), se expressando de forma diferente, a depender das condições edafoclimáticas, da variedade copa, presença de doenças (viroides) e o uso da irrigação (POMPEU JÚNIOR, 2005; ESPINOZA-NÚÑEZ et al., 2011). Apresenta resistência à tristeza dos citros, à gomose de *Phytophthora*, às baixas temperaturas, além de induzir menor tamanho de plantas e ser sensível a seca (STUCHI & SILVA, 2005; STUCHI et al., 2012). Contudo, apresentam incompatibilidade com copas de laranja 'Pêra', limões verdadeiros e tangor 'Murcott' (POMPEU JÚNIOR, 1991).

O *P. trifoliata* var. *monstrosa* 'Flying Dragon' é considerado uma mutação do *P. trifoliata* que sugiu no Japão e foi introduzida no Brasil, no estado de São Paulo, em 1982 pelo Instituto Agrônomo de Campinas-IAC, a partir de sementes obtidas em parceria com *Citrus Research and Education Center*, Florida (POMPEU JÚNIOR, 2005).

2.4.4. Tangerina 'Sunki' (*C. sunki* hort. ex Tanaka)

A tangerina 'Sunki' (*C. sunki*) tem como origem o sul da China. É conhecida vulgarmente como 'Suenkat' e 'Sunkat' e está entre os principais porta-enxertos cítricos comerciais (POMPEU JÚNIOR, 2005). A mesma, induz à formação de copas vigorosas, com frutos de boa qualidade. É considerada tolerante à tristeza e à xiloporose, porém intolerante ao exocorte (GRANT et al., 1961) e apresenta melhor desempenho em solos argilosos (MEDINA FILHO et al., 1992). Este porta-enxerto induz a variedade copa, alta tolerância a seca (STUCHI et al., 2000) mas é suscetível à gomose de *Phytophthora* (AGUILAR-VILDOSO & POMPEU JÚNIOR, 1997). Mostra-se tolerante à morte súbita dos citros (BASSANEZI et al., 2002) e à salinidade (CASTLE et al., 1993). Além disso, é indicada como importante genitor feminino em programas de melhoramento de citros via hibridação para obtenção de porta-enxertos, por apresentar alta taxa de pegamento de frutos, baixa poliembrionia e elevada geração de híbridos, o quais são vigorosos, principalmente quando se usa como genitores masculino *P. trifoliata* ou seus híbridos (SOARES FILHO et al., 2000).

2.4.5. Tangerina Cleópatra (*C. reshni hort. ex Tanaka*)

A tangerina ‘Cleópatra’ (*C. reshni*) é originária da Índia e considerada uma das tangerinas mais estudadas em todo o mundo, tendo a produção de frutos com maturação no meio do ano, sendo tolerante aos vírus da tristeza, exocorte e xiloporose, ao declínio e à morte súbita dos citros (GRANT et al., 1961; GIMENES-FERNANDES & BASSANEZI, 2001) e ainda, ao frio e a solos calcários (WUTSCHER et al., 1970; YOUNG, 1978).

Apresenta média resistência à gomose de *Phytophthora* (AGUILAR-VILDOSO; POMPEU JÚNIOR, 1997) e não é resistente ao nematóide dos citros (CAMPOS & FERRAZ, 1980).

A copa enxertadas em tangerina Cleópatra apresenta desvantagem como a produção de frutos mais tardia ao compará-la com o limoeiro Cravo, citrumelo Swingle ou em outros porta-enxertos. Os frutos apresentam alta qualidade de suco e as plantas são de modo geral, sensíveis a seca (POMPEU JÚNIOR, 2005).

2.4.6. Limão Volkameriano (*Citrus volkameriana V. Ten. & Pasq.*)

O limão Volkameriano é originado na Itália, sendo ele um híbrido de limão com laranja Azeda (*C. limon* x *C. aurantium*), tendo sido descrito por Tennore e Pasquale em 1847 sob o nome de Cedro Volkameriano. Ele foi introduzido no IAC por A. A. Salibe em 1963, por meio de sementes coletadas em diversas regiões da Itália, tendo recebido as denominações de Acireale, Palermo, Catania-1 e Catania-2 (POMPEU JÚNIOR, 2005).

Este porta-enxerto é considerado tolerante à exocorte e à xiloporose, sendo suscetível à virose denominada galha lenhosa (woody gall) transmitida por enxertia e por afídeos: *T. citricidus*, *Mysus persica* e *Aphis gossypii* (FEICHTENBERGER et al., 1989; JACOMINO & SALIBE, 1994), tolerante ainda ao vírus da tristeza e suscetível ao declínio dos citros (BERETTA et al., 1994).

2.4.7. Citrumelo ‘Swingle’ [*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. paradisi* Macf.]

O Citrumelo ‘Swingle’ foi produzido na Flórida em 1907, obtido através do cruzamento de pomelo ‘Duncan’ com *Poncirus trifoliata*, também chamado de ‘Swingle’ ou ‘4475’ (GRANT et al., 1961; HUTCHISON, 1974). As copas enxertadas neste porta-enxerto proporcionam porte mediano, favorável a plantios semi-adensados, apresentando produção um pouco mais tardia ao compará-la ao limoeiro ‘Cravo’, apresentando ainda, alta qualidade de fruto, tolerância moderada à seca e geadas, tristeza, verrugose, exocorte, xiloporose, gomose de *Phytophthora* e nematódes (MATTOS JÚNIOR et al., 2005). Característica marcante deste cruzamento é a diferença de diâmetro de tronco, sendo ele maior que a variedade copa enxertada (MATTOS JÚNIOR et al., 2005).

2.4.8. Citranges ‘Troyer’, ‘Carrizo’, ‘Argentina’ e ‘Colerman’ [*P. trifoliata* (L.) Raf.] x [*C. sinensis* (L.) Osb. cv. Washington navel]

O termo citrange foi usado pela primeira vez por WEBBER & SWINGLE (1905), onde foram produzidos a partir da fertilização da laranja ‘Bahia’ com pólen de trifoliata (POMPEU JÚNIOR et al., 2005). Originalmente denominado de citrange Troyer, em 1934, e,

posteriormente, também de citrange Carrizo, em 1938, tendo em vista seu bom comportamento na região de Carrizo Springs, no Texas (POMPEU JÚNIOR, 2005). São fenotipicamente idênticos, indistinguíveis até por testes moleculares (COLETTA FILHO et al., 2004) e considerados através de suposições de se tratar de mesma seleção originada de um mesmo embrião zigótico (MATTOS JÚNIOR et al., 2005).

Os Citranges ‘Troyer’ e Carrizo’ São semelhantes quanto as suas características agronômicas: produção, qualidade dos frutos e crescimento. Considerado um dos primeiros porta-enxertos diagnosticado como tolerante ao vírus da tristeza em citros (CTV), apresentando alta produção e plantas vigorosas. Já o ‘Carrizo’, apresenta características similares ao ‘Troyer’, porém apresentando como vantagens: maior resistência à *Phytophthora* e nematóide, além de propiciar maior produtividade a copa nele enxertadas (CAMPIGLIA et al., 1976). São tolerantes à xiloporose (SALIBE & MOREIRA, 1965) mas suscetíveis à exocorte (SALIBE, 1969) e ao declínio (BERETTA et al., 1994). Considerados menos resistentes que o trifoliata à gomose de *Phytophthora* (AGUILAR-VILDOSO & POMPEU JÚNIOR, 1997).

O citrange ‘Carrizo’ é considerado sensível à salinidade, não sendo indicado o seu uso quando a condutividade elétrica do extrato saturado for superior a 3.0 dS m^{-1} e a concentração de Cl for superior a 350 ppm. Apresenta incompatibilidade com copas de laranjeira ‘Pêra’, tangor ‘Murcott’ e limões verdadeiros (CASTLE, et al., 1993; POMPEU JÚNIOR, 1991). Estes porta-enxertos induzem menor tamanho de plantas ao serem comparados ao limoeiro cravo (POMPEU JÚNIOR, 1991).

2.4.9. Citrangequat ‘Thomasville’ [kumquat ‘Oval’ *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle x citrange ‘Willits’] 1439

O Citrangequat ‘Thomasville’ é originário de Thomasville, Georgia e foi descrito pela primeira vez em 1923 (SWINGLE & ROBINSON, 1923). Apresenta a formação de fruto de tamanho pequeno a médio, globoso a oval, amarelo-alaranjado, sendo árvore muito vigorosa, ereta, espinhosa e folha variável mas principalmente trifoliolado. Considerado ainda, como resistente ao cancro cítrico (MIYAKAWA & YAMAGUCHI, 1981). Porém, há poucos estudos sobre sua resistência a gomose de *Phytophthora*, nematóides e tristeza dos citros.

2.4.10. Alemow (*Citrus macrophylla* Wester)

Oriundos do cruzamento entre *C. celebica* Koord. e *C. grandis* Osbeck, sendo o mesmo, originário na ilha de Cebu, Filipinas (BARRET & RHODES, 1976), quando utilizado como porta-enxerto para limões, apresetam incompatibilidade, motivando por muitas vezes, o definhamento e eventual morte da planta (SCHNEIDER & SAKOVICH, 1984). Tanto laranjeiras como tangerinas apresentam frutos de baixa qualidade quando enxertadas neste porta-enxerto (POMPEU JÚNIOR, 2005). É considerado tolerante à exocorte e sensível à tristeza e xiloporose. Resistente a seca e à gomose de *Phytophthora*, mas não aos nematóides (*T. semipenetrans* e *R. similis*), apresenta tolerância a salinidade e altas concentrações de boro (POMPEU JÚNIOR, 2005).

2.4.11. Limão Rugoso (*C. Jambhiri*)

O limão Rugoso é originário da Índia e é considerado híbrido natural, apresentando alta poliembrião quando comparado com outras espécies de limões. Vulgarmente conhecido como: limão Jamberi, Jatti Khati, So Jhalia ou Citronelle. Foi utilizado como variedade copa, tornando-se um dos principais porta-enxertos da citricultura mundial, apresentando bom desempenho em solos arenosos e de baixa fertilidade (POMPEU JÚNIOR, 2005). Apresenta alta tolerância a seca, resiste de forma moderada a salinidade e diversos níveis de pH, pouco tolerante a geadas, mas com alta taxa de rebrota (DAVIES & ALBRIGO, 1994). Apresenta tolerância a gomose de *Phytophthora* e é suscetível a nematoides *T. semipenetrans* e *R. similis* (O'BANNON & Ford, 1978). Induzem rápido crescimento, precocidade de produção, altas produções a copa nele enxertadas, contudo, com baixa qualidade de fruto (TEÓFILO SOBRINHO et al., 1999).

Os limões rugosos apresentam incompatibilidade com diversos clones da laranja Pêra ocorrendo a formação de anel de goma na linha da enxertia e conseqüente definhamento da planta (TEÓFILO SOBRINHO et al., 1984).

2.4.12. Laranjas doces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]

As laranjas doces foram os primeiros porta-enxertos utilizados na citricultura, tendo como vantagens: compatibilidade de enxertia com diferentes copas, precocidade de produção e alta produção de frutos. Apresenta baixa tolerância à seca e alta suscetibilidade à gomose de *Phytophthora*. As laranjas doces são consideradas de modo geral, bons porta-enxertos para laranjas e tangerinas, por apresentar boa qualidade de suco. São tolerantes à tristeza, à xiloporose (MOREIRA et al., 1965) e ao declínio (BERETTA et al., 1994) e pouco se conhece sobre seu comportamento em presença da morte súbita dos citros, porém foi constatado como tolerantes a exocorte (POMPEU JÚNIOR, 2005). As laranjas doces são moderadamente tolerantes ao frio e a solos salinos, mas não a solos calcários (FORD, 1973).

Diversas variedades de laranjas doce são conhecidas no mundo e entre elas estão as laranjas Pêra, Hamlin e Valência. Destaque para a laranja Valência, por apresentar características como: plantas produtivas, frutos medianos (entorno de 200g), com ótima aceitação tanto para a indústria, quanto para consumo *in natura*, recebendo lugar de destaque entre os produtores, principalmente pela qualidade de frutos (FIGUEIREDO, 1991).

2.5. Características da variedade copa

2.5.1. Laranja 'Valência' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

A variedade Valência é a de maior importância no mundo (SAUNT, 1990; XU et al, 2013) e ocupa lugar de destaque entre os produtores, por apresentar alta produtividade e pelo tamanho dos frutos (entorno de 200g). Apresenta frutos com maturação tardia, com casca lisa e fina, médios teores de sólidos solúveis e elevada acidez (FIGUEIREDO, 1991). Os frutos da laranjeira 'Valência' podem ser destinados a três tipos de comercialização: mercado interno, exportação de fruta fresca e suco concentrado congelado (FIGUEIREDO, 1991). Os frutos de laranja 'Valência' apresentam características físico-químicas favoráveis a industrialização como maior rendimento e qualidade do suco ao ser comparada com outras variedades (VIÉGAS, 1991, POMPEU JÚNIOR, 2005).

2.6. Respostas fisiológicas e moleculares das plantas ao déficit hídrico

Quando as plantas são sujeitas a condições que alteram a homeostase celular, considera-se que estão sob estresse. O crescimento, a sobrevivência e a produtividade das plantas são afetados por agentes causadores de estresse. Nas últimas décadas, várias pesquisas foram direcionadas ao entendimento de como o calor, secas, alagamento, déficit de nutrientes, pH, doenças, herbívoros e outros estresses afetam os vegetais (BAKER & ROSENQUIST, 2004; MAXWELL & JOHNSON, 2000).

Dentre os estresses abióticos, o déficit hídrico é o fator ambiental que mais influencia a produtividade de citros no Brasil (ALMEIDA & PASSOS, 2011). O estado hídrico de uma célula influencia a estrutura de muitas proteínas, ácidos nucleicos, polissacarídeos e ainda outros constituintes celulares. A água, além de participar diretamente de muitos processos bioquímicos, é o meio onde muitos deles ocorrem (TAIZ & ZEIGER, 2003). Sendo assim, a condição hídrica das plantas está intimamente relacionada aos processos fisiológicos de importância para o vegetal, tais como transpiração, fotossíntese, respiração e crescimento (OLIVEIRA et al., 2005).

As respostas ao déficit hídrico podem ocorrer em segundos, como uma alteração no estado de fosforilação das proteínas, ou após alguns minutos e horas, como uma alteração na expressão gênica, culminando em aclimatação em níveis fisiológico e morfológico. Todos esses mecanismos visam proteger a maquinaria celular e reparar danos causados pela deficiência hídrica (BRAY, 1997).

A tolerância a seca envolve respostas tais como o fechamento estomático, a repressão do crescimento celular e da fotossíntese, bem como a ativação da respiração. (KERBAUY, 2004). Com os estômatos fechados, o CO₂ deixa de entrar na folha, o que leva a limitação do substrato disponível para a enzima RUBISCO, reduzindo a taxa fotossintética e a assimilação de CO₂ (CHAVES et al., 2009).

O déficit hídrico diminui o crescimento vegetativo, provoca abortamento de frutos, redução no desenvolvimento e qualidade dos frutos, causando importantes perdas econômicas em pomares cítricos (PÉREZ-PÉREZ et al., 2009; RODRÍGUEZ-GAMIR et al., 2010). Durante o florescimento, a seca leva à queda das flores e conseqüentemente à redução na produção, redução da translocação de nutrientes, especialmente o nitrogênio (SENTELHAS, 2005). E com longos períodos de estiagens seguidos de chuva, induzem florada temporana (florada fora de época), o que geralmente resulta na redução do rendimento da florada principal (ORTOLANI et al., 1991; DOORENBOS & KASSAM, 1994).

Algumas alterações morfológicas também são percebidas em condições de seca, dentre elas um maior crescimento radicular (PINHEIRO et al., 2005), favorecendo a busca de água em regiões mais profundas do solo (RODRÍGUEZ-GAMIR et al., 2010) e sua parte aérea tem seu crescimento reduzido ocorrendo abscisão foliar em situação mais extremas. Esse mecanismo é eficiente na economia de água, por diminuir a superfície de transpiração (DAMATTA et al., 2003).

Os aspectos moleculares da resposta adaptativa à seca envolvem mecanismos complexos, cujas respostas representam uma cascata de eventos que são ativados ou desativados pela percepção do estresse (BRAY, 1993). Sabe-se que muitos genes respondem à seca em nível

transcricional e seus produtos atuam na resposta a tolerância ao déficit hídrico (SHINOZAKI et al., 2003). Sendo que, muitos genes só se expressam em condição de déficit hídrico (ALLARIO et al., 2012).

A busca para encontrar estratégias biotecnológicas para aumentar a tolerância das plantas ao déficit hídrico vem crescendo ao longo do tempo. O maior entendimento da expressão gênica na resposta de plantas à seca é essencial e inúmeros trabalhos vem sendo feitos com base na introdução de genes específicos que permitam as diferentes espécies vegetais, maior tolerância ao déficit hídrico (UMEZAWA et al., 2006).

2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR-VILDOSO, C. I.; POMPEU JÚNIOR, J. Inoculação de *Phytophthora* parasítica em caule de variedades cítricas pelo método do palito. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 240, 1997.

ALMEIDA, C. O. de; PASSOS, O. S. Citricultura brasileira em busca de novos rumos: Desafio e oportunidades na região nordeste. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 145, 2011.

AZEVEDO, C. L. L. Sistema de Produção de Citros para o Nordeste. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Versão eletrônica, 2013. Disponível em:<[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/ autores.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/autores.htm)>. Acesso em: 01 de novembro de 2018.

BARRET, H. C.; RHODES, A. M. A numerical taxonomic study of affinity relationships in cultivated Citrus and its close relatives. **Systematical Botanics**, v. 1, p. 105-136, 1976.

BASSANEZI, R. B.; GIMENES-FERNANDES, N.; MASSARI, C. A. Resultados do levantamento detalhado da morte súbita dos citros na região afetada: junho a setembro de 2002. Araraquara: Fundecitrus, p. 9, 2002.

BERETTA, M. J. A. G.; POMPEU JÚNIOR, J.; DERRICK, K. S.; LEE, R. F.; BARTHE, G. A.; HEWITT, B. G. Evaluation of rootstocks in Brazil for field resistance to declínio. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7., 1992, Acireale. Proceedings. Catania: International Society of Citriculture, p. 841-843, 1994.

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

CAMPIGLIA, H. G.; SILVEIRA, C. M.; SALIBE, A. A. Psorosis transmission through seeds of trifoliolate orange. INT. ORG. CITRUS VIROL., 7, 1975. Athens. Proceedings... Riverside: University of California Press, p. 132-133, 1976.

CAMPOS, D. V.; FERRAZ, L. C. C. B. Suscetibilidade de nove porta-enxertos cítricos ao nematóide *Tylenchulus semipenetrans*. **Revista Sociedade Brasileira de Nematologia**, v. 4, p. 85-95, 1980.

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

CASTLE, W. S. Performance of citrus scions and rootstocks under trial in Florida. In: INT. CONG. CITRUS NURSERYMEN, Nelspruit. Proceedings... Nelspruit: South African Citrus Nurserymen's Association, v. 4, p. 319-327, 1993.

CITRUSBR - Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (2017). Análise setorial. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com>>. Acesso em: 06 de maio de 2018.

COELHO, Y. S. Frutas cítricas importadas no mercado de Salvador, Bahia. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 5, n. 2, p. 29-33, 2002.

COLETTA FILHO, H. D.; POMPEU JÚNIOR, J.; MACHADO, M. A. Certificação genética de porta-enxertos de citros: dados de 2003. **Laranja**, v. 25, p. 171-178, 2004.

CRISTOFANI, M., NOVELLI, V. M., PERIN, M. S., OLIVEIRA, A. C. de, OLIVEIRA, R. P., BASTIANELL, M., MACHADO, M. A. Programa de melhoramento de citros por hibridação controlada no Centro Apta Citros "Sylvio Moreira"/Iac Em 1997–2005. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 26, n. 1, p. 121-124, 2005.

CUNHA SOBRINHO, A. P. DA; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. DOS S. Seleção para cultivares porta-enxerto para o Nordeste brasileiro. In: ALMEIDA, C. O. DE; PASSOS, O. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. DA; SOARES FILHO, W. DOS S. (Ed.). *Citricultura brasileira em busca de novos rumos: desafios e oportunidades na região Nordeste*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 73-100, 2011.

DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. Rootstocks. In: *Citrus*. Wallingford: Cab International, p. 83-107, 1994.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Produção brasileira de laranja em 2017. 2018a. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/laranja/b1_laranja.pdf>. Acesso em: 02 de novembro de 2018.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MANDIOCA E FRUTICULTURA. Plano estratégico para os citros 2012-2017. 2018b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Citricultura/35RO/35%C2%AA%20RO_%20Citricultura_Embrapa%20parte%202.pdf>. Acesso em: 09 novembro de 2018.

ERICKSON, L. C. The general physiology of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L. D.; WEBBER, H. J. (Ed.). **The citrus industry**. Riverside: UCLA Press, p. 86- 126, 1968.

ESPINOZA-NÚÑES, E., FILHO, F. de A. A. M., STUCHI, E. S., CANTUARIAS-AVILÉS, T., DIAS, C. T. dos S. Performance 'Tahiti' lime on twelve rootstocks under irrigated and non-irrigated conditions. **Scientia Horticulturae**, n. 129, p. 227 – 231, 2011.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.

FEICHTENBERGER, E.; ROSSETTI, V.; ALMEIDA, E. L. P. Ocorrência de galhas lenhosas no tronco de limoeiros verdadeiros (*Citrus limon* Burm) enxertados em *C. volkameriana* Pasq.. Arquivos do Instituto Biológico, v. 56 p. 34, 1989.

FIGUEIREDO, J. O. Variedades copas de valor comercial. In: **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargil, v. 1, p. 228-264, 1991.

FORD, H. W. The use of citrus rootstocks to control the burrowing nematode. In: JACKSON, L. K.; KREZDORN, A. H.; SOULE, J. (Ed.). *INT. CITRUS SHORT COURSE*, 1., 1973, Gainesville. Proceedings... Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, p. 30-37, 1973.

FUNDECITRUS (Fundo de Defesa da Citricultura). Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro 2017/2018. Retrato dos pomares de abril de 2018 / Fundo de Defesa da Citricultura, 2018, p. 29. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2017_12_05_Invent%C3%A1rio_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2017-2018.pdf>. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

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

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

HODGSON, R. W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; WEBBER, H. J.; BATCHELOR, L. D. (Ed.). **The citrus industry**. Riverside: University of California, v. 1, p. 431-591, 1967.

HUTCHISON, D. J. Swingle citrumelo - a promising rootstock hybrid. *Proceedings of Florida State Horticultural Society*, v. 87, p. 89-91, 1974.

JACOMINO, A. P.; SALIBE, A. A. "Woody gall": nova doença de citros no Brasil. **Laranja**, v. 15, p. 251-264, 1994.

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

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

MIYAKAWA, T.; YAMAGUCHI, A. Citrus canker. In: Citrus diseases in Japan. MIYAKAWA, T. & YAMAGUCHI, A. (eds). **Japan Plant Protection Association**, Tokio, p. 8-15, 1981.

MOREIRA, S.; ROESSING, C. Behavior of 77 tristeza tolerant rootstocks with old and nucellar clones of Barão orange scions. In: *INT. ORG. CITRUS VIROL.*, 3., 1963, Campinas. Proceedings... Gainesville: University of Florida Press, p. 299-313, 1965.

NEVES, M. F.; JANK, M. S. Perspectivas da cadeia produtiva da laranja no Brasil: a agenda 2015. **Relatório Ícone/Markestra/Pensa**, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.fundace.org.br/arquivos_diversos/agenda_estrategica/Agenda_Citrus_2015_PENSAICONE.pdf>. Acesso em: 01 de novembro de 2018.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. O Retrato da citricultura brasileira. In: NEVES, M. F.(Ed.) **Markestrat**. Ribeirão Preto: CITRUSBR, FUNDACE, FEA-RP, p. 138, 2010.

O'BANNON J.H.; FORD, H.W. Resistance in citrus rootstocks to *Radopholus similis* and *Tylenchulus semipenetrans* (Nematoda). **Proc. International Society of Citriculture**, v. 2, p. 544-549, 1978.

PASSOS, O. S.; FILHO, W. dos S. S.; SOBRINHO, A. P. da C. Classificação Botânica. In: FILHO, H. P. S.; MAGALHÃES, A. F. de J.; COELHO, Y. da S. (Ed.) Citros – 500 Perguntas 500 Respostas, Embrapa, Brasília – DF, p. 15 – 18, 2005.

PIO, R. M.; FIGUEIREDO, J. O.; STUCHI, E. S.; CARDOSO, S. A. B. Variedades copas. In: MATTOS JÚNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC; FUNDAG, Cap. 3, p. 39-60, 2005.

POMPEU JÚNIOR, J. Porta - enxertos. In: MATTOS JÚNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, P. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas; Fundag, p. 61-104, 2005.

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

POMPEU JÚNIOR, J. Rootstocks and scions in the citriculture of the São Paulo State. INT. CONG. CITRUS NURSERYMEN, 6., 2001. Ribeirão Preto. Proceedings... Ribeirão Preto: [s.n.], p. 75-82, 2001b.

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

SALIBE, A. A. Curso de especialização em citricultura a nível de pós-graduado. Sudene: Recife, p. 177, 1969.

SALIBE, A. A.; MOREIRA, S. Reaction of types of citrus as scion and as rootstocks to xyloporosis virus. In: INT. ORG. CITRUS VIROL., 3, 1963, Campinas. Proceedings... Gainesville: University of Florida Press, p. 238-241, 1965.

SAVAGE, E. M.; GARDNER, F. E. The origin and history of Troyer and Carrizo citranges. **Citrus Industry**, v. 46, n. 2, p. 5-7, 1965.

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

SCHNEIDER, H.; SAKOVICH, N. J. Compatible rootstocks for lemon trees. **Citrograph**, v. 70, p. 17-21, 1984.

SCORA, R. W. On the history and origin of Citrus. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 102, n. 6, p. 369–375, 1975.

SWINGLE, W. T.; ROBINSON, T. R. Two important new citrus hybrids for the home garden, citrangequats and limequats. **Journal of Agricultural Research**. v. 23, p. 229–238, 1923.

SOARES FILHO, W. S.; MOREIRA, C. S.; CUNHA, M. A. P.; SOBRINHO, A. P. C.; PASSOS, O. S. Poliembrionia e frequência de híbridos em citrus ssp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 857-864, 2000.

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.; 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, p. 7, 2012.

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

SWINGLE, W. T. The botany of citrus and its wild relatives of the Orange subfamily. In: WEBER, H. J., BATCHELOR, L. D. (Ed.) **The citrus industry**. Berkeley: University of California, v. 1, p. 129-474, 1943.

TANAKA, T. Species problems in citrus (Revisio aurantioearum, IX). Tokyo: Japanese Society for the promotion of Science, p. 152, 1954.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JÚNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O. de; BARBIN, D.; DEMETRIO, C.G.B. Competição de onze porta-enxertos para laranja Pera, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, Florianópolis, 1983. Anais. Florianópolis, Sociedade Brasileira de Fruticultura / Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S. A., p. 581-91, 1984.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JÚNIOR, J.; FIGUEIREDO, J. O. de; MÜLLER, G. W.; LARANJEIRA, F. F.; DOMINGUES, E. T.. Influência de onze porta-enxertos na produção e qualidade dos frutos de laranjeira 'Pera' clone Bianchi.. **Laranja**. v. 20, n. 1, p. 153-166, issn: 0102-1907, 1999.

VIÉGAS, F. C. P. A industrialização dos produtos cítricos. In: RODRIGUEZ, O. RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A. A., (Ed.). **Citricultura brasileira**. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, p. 898-922, 1991.

WEBBER, J. H. History and development of the Citrus industry. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L. D.; WEEBER, H. J. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California Press, p. 1-39, 1967.

WEBBER, H. J.; SWINGLE, W. T. New Citrus Creations of the Department of Agriculture. In USDA Yearbook. Washington, DC: Government Printing Office. p. 221-240, 1904.

WUTSCHER, H. K.; OLSON, E. O. Leaf nutrient levels, chlorosis, and growth of young grapefruit trees on 16 rootstocks grown on calcareous soils. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 95, p. 259-261, 1970.

XU, Q; CHEN, L.; CHEN; RUANA, X. et al., The draft genome of sweet orange (*Citrus sinensis*). **Nature Genetics**, v. 45, n. 1, p. 59-66, 2013.

YOUNG, R. H. The effects of rootstocks on citrus cold hardiness. Proc. International Society of Citriculture, v. 2, p. 518-522, 1978.

ZULIAN, A.; DORR, A. C.; ALMEIDA, S. C. Citricultura e agronegócio cooperativo no Brasil. **Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 11, p. 2290-2306, 2013.

CAPÍTULO 1:

PORTA-ENXERTOS TOLERANTES A SECA PARA LARANJA DOCE VALÊNCIA

Porta-enxertos tolerantes a seca para laranja doce valência

Danilo Pereira Costa¹, Eduardo Sanches Stuchi^{2,3*}, Eduardo Augusto Girardi², Abelmon da Silva Gesteira², Maurício Antônio Coelho Filho², Carlos Alberto da Silva Ledo², André Silva Vanucci⁴, Helton Carlos de Leão⁴, André Luiz Fadel⁵, Yuri Caíres Ramos⁵, Orlando Sampaio Passos² & Walter dos Santos Soares Filho²

RESUMO

A seleção de porta-enxertos tolerantes à seca é essencial para a sustentabilidade da citricultura brasileira. O objetivo do trabalho foi avaliar ao longo de onze anos o crescimento vegetativo, produção, qualidade dos frutos, tolerância à seca e sobrevivência de plantas de laranjeira 'Valência' enxertada em 46 porta-enxertos no norte do estado de São Paulo. O delineamento foi em blocos casualizados, com três repetições e cinco plantas por parcela, espaçadas de 6,0 x 2,5 m. Porta-enxertos com maior tolerância à seca apresentaram maior produção por planta. A análise multivariada permitiu agrupar os porta-enxertos em cinco grupos, dando destaque para G2 (Sunki x English Palmira – CO) com alta qualidade de suco, alta produção de frutos, plantas de tamanho grande e mediana tolerância à seca, e G4 (citrandarins Índio, Riverside e San Diego, limoeiros Cravo 'CNPMF – 004' e 'Santa Cruz', TSKC x CTSW - 028 e tangerina Sunki Tropical) com alta produção, boa tolerância à seca, mediana a baixa concentração de sólidos solúveis, alto rendimento de suco, plantas de tamanho grande e boa eficiência produtiva de frutos. No G5 foram agrupados porta-enxertos semiananizantes com um subgrupo selecionado por maior eficiência produtiva de frutos e alta tolerância à seca (TSKC x (LCR x TR) – 017 e 059, HTR – 053 e 069, TSKC x CTSW - 041, LCR x TR – 001 e limoeiro Cravo 'CNPMF – 003'). Todos os porta-enxertos selecionados induziram qualidade de suco superior ou equivalente ao LCRSC e apresentam potencial de cultivo em sequeiro em combinação com laranjeira Valência.

Termos de indexação: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, qualidade de fruta, produção, análise multivariada, deficiência hídrica.

Drought-tolerant rootstocks for Valencia sweet orange

ABSTRACT

The selection of drought-tolerant rootstocks that are alternative to Rangpur lime is essential for the sustainability of the Brazilian citriculture. The plant growth, yield, fruit quality, drought tolerance and the survival of Valencia sweet orange plants grafted on 46 rootstocks were evaluated for 11 years in the north of the state of São Paulo, Brazil. The experimental design was in randomized blocks, with three replicates and five plants in the plot, spaced by 6.0 x 2.5 m. Drought tolerance, based on leaf wilting, was directly related to the fruit yield. A multivariate analysis was performed and the rootstocks were grouped into five groups, highlighting G2 (Sunki x English Palmira - CO) with high juice quality, high fruit yield, large tree size and fair tolerance to drought, and G4 (Índio, Riverside and San Diego citrandarins, CNPMF - 004 and 'Santa Cruz' Rangpur limes, TSKC x CTSW - 028 and Sunki Tropical mandarin) with high yield, high tolerance to drought, intermediate to low concentrations of soluble solids, high yield of juice, large tree size and high production efficiency. In G5 there were semidwarfing rootstocks, and one subgroup was selected with higher production efficiency and high drought tolerance [TSKC x (LCR x TR) – 017 and 059, HTR – 053 and 069, TSKC x CTSW - 041, LCR x TR – 001 and 'CNPMF – 003' Rangpur lime). All selected rootstocks induced fruit quality superior or similar to Rangpur lime and present potential for rain-fed cultivation in combination with Valencia sweet orange.

Index terms: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, fruit quality, yield, multivariate analysis, water deficiency.

¹ Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Ilhéus, BA, Brasil.

* Autor correspondente – eduardo.stuchi@embrapa.br

² Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, Brasil.

³ Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, Bebedouro, SP, Brasil.

⁴ Citrosuco S/A Agroindústria, SP, Brasil.

⁵ Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

O Brasil, junto aos Estados Unidos e China, produzem aproximadamente 50% da produção mundial de frutas cítricas (FAO, 2017). A produção brasileira de laranja se concentra no Estado de São Paulo, com 60% da produção do país em 400 mil hectares com produção de 398,35 milhões de caixas de 40,8 kg na safra 2017/2018 (FUNDECITRUS, 2018). Minas Gerais, Paraná e Bahia são o segundo, terceiro e quarto em produção da fruta (Embrapa, 2017) e que, junto aos demais estados, geram mais de US\$ 6,5 bilhões anuais, oriundos principalmente da exportação de suco de laranja concentrado e congelado (CITRUSBR, 2017).

O limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) é o principal porta-enxerto da citricultura brasileira desde a década de 1950, devido a uma série de características, entre elas a tolerância à tristeza dos citros e à seca (Pompeu Júnior, 2005; Ribeiro et al., 2014), apesar de sua intolerância ao declínio, exocorte, gomose de *Phytophthora* spp. (Pompeu Júnior, 2005) e à morte súbita dos citros (MSC) (Bassanezi et al., 2003; Muller et al., 2002).

A MSC acelerou o processo de diversificação de porta-enxertos, a exemplo da tangerina ‘Cleópatra’ (*C. reshni* hort. ex Tanaka), do citrumeleiro ‘Swingle’ [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] e da tangerina ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] (Muller et al., 2002). Por outro lado, os porta-enxertos tolerantes à MSC são, via de regra, mais sensíveis à seca, fenômeno que ocorre regularmente na região de ocorrência da doença (Pompeu Júnior, 2005; Rodrigues et al., 2015; Girardi et al., 2017).

Dessa forma, apesar dessa maior diversificação em anos recentes, a citricultura permanece bastante vulnerável a fatores bióticos e abióticos face à restrita variabilidade genética dos porta-enxertos em uso comercial. Neste sentido, diversos porta-enxertos como ‘Cleópatra’ (*C. reshni* hort. ex Tanaka), ‘Citrumelo Swingle’ (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*), ‘Trifoliata’ (*Poncirus trifoliata*), ‘Trifoliata Flying Dragon’ (*Poncirus trifoliata* L.), Limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana*), O limoeiro ‘Rugoso’ (*Citrus jambhiri* Lush), ‘Sunki’ (*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka) estão sendo utilizados como alternativas ao limoeiro Cravo devido a vulnerabilidade da citricultura brasileira a novas doenças (Pompeu Júnior, 2005). O risco de surgimento de fatores adversos faz necessária a busca permanente por variedades alternativas que agregue a variedade copa alterações como tamanho, precocidade de produção, produtividade, época de maturação, qualidade nos frutos, resistência a doenças e tolerância à seca (Schinor et al., 2013).

A citricultura brasileira emprega irrigação suplementar em sua menor parte, alcançando apenas 30% da área no Estado de São Paulo e no Triângulo Mineiro (FUNDECITRUS, 2018), a seleção de novos porta-enxertos deve necessariamente atender ao convívio adequado com deficiência hídrica sazonal (Oliveira et al., 2012). Porta-enxertos mais tolerantes à seca e/ou mais eficientes sob restrição hídrica podem também contribuir para uma maior racionalização do uso da água em países com condições similares às do Brasil e mesmo naqueles países que produzem sob irrigação obrigatória (Pompeu Júnior, 2005).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o porte de planta, produção e qualidade de frutos, tolerância à seca e sobrevivência de árvores da laranja doce ‘Valência’ enxertada em 46 porta-enxertos conduzidos até 11 anos de idade em condições de sequeiro na região norte do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização e delineamento experimental da área

O experimento foi instalado no município de Colômbia-SP, Brasil (latitude 20°19’22’’ S, longitude 48°41’10’’ W e altitude de 492 m). De acordo com a classificação de Köppen (CEPAGRI, 2018), o clima é Aw, tropical, chuvoso, com inverno seco, com precipitação anual média de 1.322 mm e temperatura do ar média de 26,3 °C, sendo o balanço hídrico do período experimental expresso na figura 1. O plantio ocorreu em 2007, com espaçamento de 6,0 m entre linhas e 2,5 m entre plantas, em latossolo vermelho escuro, A moderado, textura média a argilosa [pH (CaCl₂) = 4,7; CTC = 51; Ca = 14; Mg = 7; K = 2,1; H + Al = 28 mmol_c dm⁻³, V% = 45; P = 125 mg dm⁻³; MO = 14 g dm⁻³, na camada de 0-20 cm de solo].

As práticas de produção e de controle de pragas (ácaro da ferrugem, ortézia dos citros, minador das folhas dos citros, broca da laranjeira, pulgão preto, ácaro da leprose dos citros, cigarrinhas de xilema associadas à cvc, etc.) foram usuais para o cultivo de laranja no estado de São Paulo segundo o Boletim 200 do Instituto Agrônomo (IAC) (Aguilar et al., 2014). O pomar não recebeu irrigação suplementar nem poda durante o período de avaliação, por se tratar de cultivo de sequeiro e a necessidade de obter o tamanho real das plantas ao término de experimento. As adubações de NPK foram aplicadas com base na análise de solo e compreenderam de aplicação média de 320 g de N, 130 g de P_2O_5 e 230 g de K_2O por planta por ano ao longo de 2012 a 2018, recebendo ainda, entorno de 2,2 toneladas de calcário por hectare neste período. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições e cinco plantas por parcela, totalizando 46 tratamentos (porta-enxertos) e 690 plantas no total.

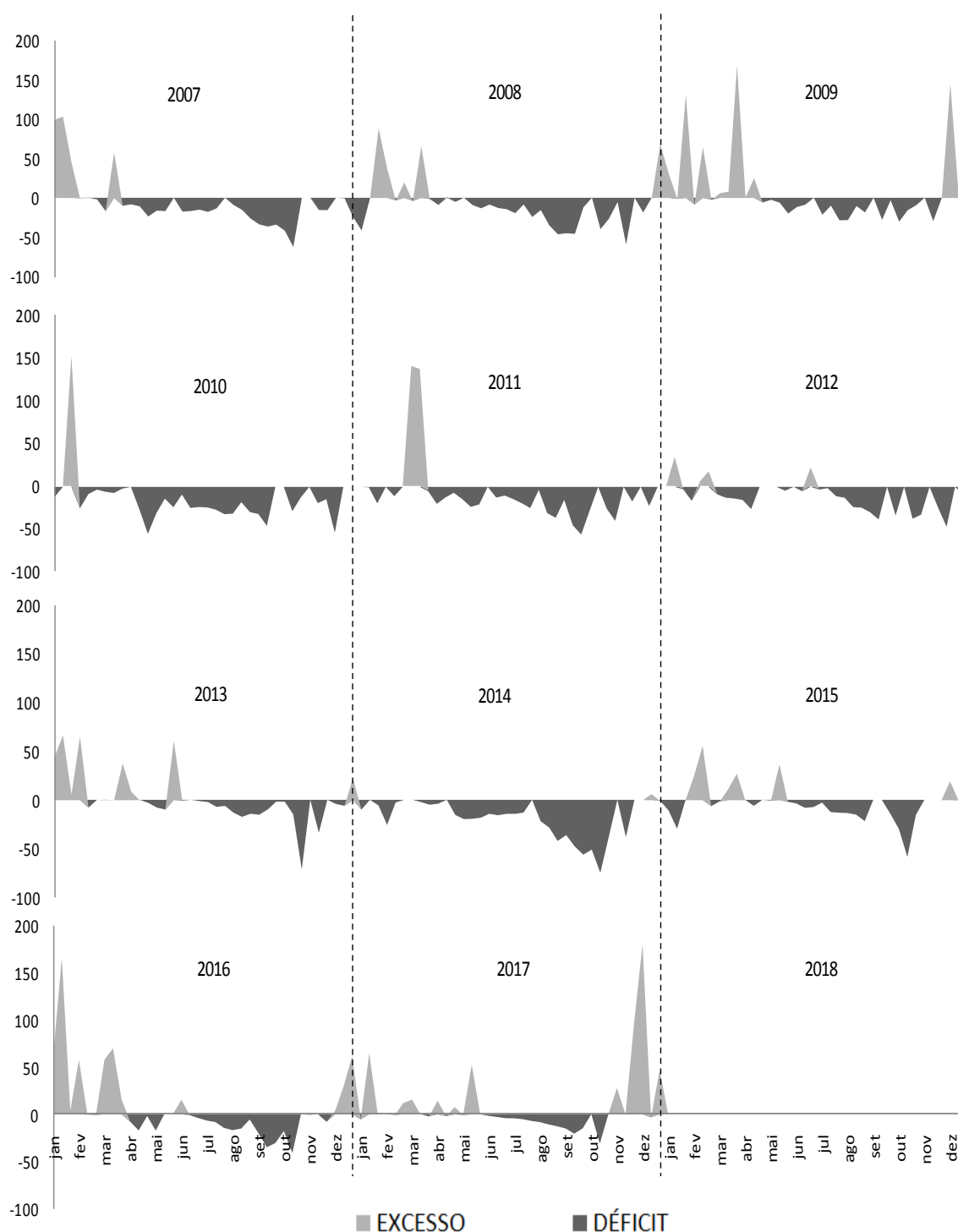


Figura 1. Extrato do balanço hídrico climatológico no período de 2007 a 2017, calculado por meio de planilha eletrônica pelo método de Thornthwaite e Mather (Rolim et al., 1998). Colômbia, SP. Capacidade de água disponível de 100 mm.

Material vegetal

A variedade copa utilizada no experimento foi a laranjeira doce ‘Valência IAC’ [*C. sinensis* (L.) Osbeck] que é uma das principais variedades cultivadas no Brasil (FUNDECITRUS,

2018). As mudas foram produzidas em 2006 em ambiente protegido, em sacolas, sendo enxertadas em porta-enxertos nucelares de 46 híbridos e seleções obtidas ou introduzidas pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Tabela 1). Com 14 meses de idade, foram transplantadas em campo. A seleção ‘Santa Cruz’ de limoeiro Cravo (*C. limonia* Osbeck) foi considerada como tratamento controle.

Tabela 1. Códigos de identificação e parentais de 46 porta-enxertos de citros estudados em combinação com a copa de laranja ‘Valência IAC’ no norte do estado de São Paulo.

Códigos ¹	Nomes comuns e científicos dos parentais ou das espécies utilizados
Citrandarins Indio, Riverside e TSK x TRENG - Palmira - CO	Tangerina Sunki (<i>Citrus sunki</i> hort. ex Tanaka) x <i>Poncirus trifoliata</i> (L.) seleção ‘English’
Citrandarin San Diego	<i>C. sunki</i> x <i>P. trifoliata</i> ‘Swingle’-314
Limoeiro Cravo CNPMF - 003, 004 e ‘Santa Cruz’	Limoeiro Cravo (<i>C. limonia</i> Osbeck), sendo que o ‘Santa Cruz’ foi o controle e recebeu a sigla LCRSC.
TSKC x CTSW - 019, 028, 033, 041 e 064	<i>C. sunki</i> x citrumelo ‘Swingle’ (<i>C. paradisi</i> Macfad. x <i>P. trifoliata</i>)
Tangerinas Sunki Maravilha e Tropical HTR - 051, 053, 069 e 116	<i>C. sunki</i> Híbrido de <i>P. trifoliata</i>
TSKC x (LCR x TR) - 001, 017, 018, 059 e 073	<i>C. sunki</i> x [<i>C. limonia</i> x <i>P. trifoliata</i>]
LRF x (LCR x TR) - 005	Limoeiro Rugoso da ‘Flórida’ (<i>C. jambhiri</i> Lush) x [<i>C. limonia</i> x <i>P. trifoliata</i>]
LCR x TR - 001	<i>C. limonia</i> x <i>P. trifoliata</i>
LVK x LCR - 010 e 038	Limoeiro Volkameriano (<i>C. volkameriana</i> Ten. & Pasq.) x <i>C. Limonia</i>
TSK x TRBENECKE - CO	<i>C. sunki</i> x <i>P. trifoliata</i> cv. Benecke
CLEO x CTCZ - 226	Tangerina Cleopatra (<i>C. reshni</i> hort. ex Tanaka) x citrange Carrizo (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>).
TSK x CTTR - 002	<i>C. sunki</i> x citrange ‘Troyer’ (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)
LVK x LVA - 009	<i>C. volkameriana</i> x Laranja Valência (<i>C. sinensis</i>)
TSKC x CTQT 1434 - 010	<i>C. sunki</i> x citrangequat [<i>Fortunella margarita</i> (Lour.) ‘Swingle’ x citrange ‘Willits’] ‘Thomasville’ seleção 1434
TSKC x LHA - 006 e 011	<i>C. sunki</i> x Laranja Hamlin (<i>C. sinensis</i>)
TSKC x CTARG - 001 e 036	<i>C. sunki</i> x citrange Argentina (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)
TSKFL x CTC 25 - 010	<i>C. sunki</i> ‘Florida’ x citrange 25 (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>) seleção - 010
TSKFL x CTTR - 008, 012 e 022	<i>C. sunki</i> ‘Florida’ x citrange Troyer (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)
TSKC x CTQT 1439 - 004 e 026	<i>C. sunki</i> x citrangequat ‘Thomasville’ seleção 1439
CLEO x TRRUBIDOUX - CO	<i>C. reshni</i> x <i>P. trifoliata</i> cv. Rubidoux
LCREEL x CTSW - 001	<i>C. limonia</i> cv. EEL x citrumelo Swingle
TSKC x CTRK - 001	<i>C. sunki</i> x citrange Rusk (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)
Sunki x ALLEMOW - CO	<i>C. sunki</i> x <i>C. macrophylla</i> Wester - cv. Allemow

¹Códigos de identificação seguem nomenclatura do próprio Programa de Melhoramento. A numeração seguindo dos códigos dos parentais corresponde ao número do híbrido obtido no respectivo cruzamento. CNPMF = Centro Nacional de Pesquisa em Mandioca e Fruticultura Tropical. CO = Colômbia, país de onde o acesso foi introduzido no Brasil. Sendo, TSK – tangerina Sunki, TRENG – trifoliata English, CNPMF – Centro Nacional de Pesquisa em Mandioca e Fruticultura Tropical, LCRSC – limoeiro Cravo Santa Cruz, TSKC – tangerina Sunki comum, CTSW – citrumelo Swingle, HTR – híbridos de trifoliata, LCR – limoeiro Cravo comum, TR – trifoliata, LRF – limoeiro Rugoso da Flórida, LVK – limoeiro Volkameriano, TRBENECKE – trifoliata Benecke, CLEO – tangerina Cleopatra, CTCZ – citrange Carrizo, CTTR – citrange Troyer, LVA – laranja Valência, CTQT – citrangequat Thomasville, LHA – laranja Hamlin, CTARG – citrange Argentina, TSKFL – tangerina Sunki da Flórida, CTC 25 – citrange – 25, CTTR – citrange Troyer, TRRUBIDOUX – CO – trifoliata cv. Rubidoux, LCREEL – limoeiro Cravo Estação Experimental de Limeira, CTRK – citrange Rusk, ALLEMOW – CO – *C. macrophylla* Wester – cv. Allemow.

Crescimento de planta

O crescimento vegetativo foi medido pela altura e diâmetro de copa, usando uma régua graduada em centímetros. A altura foi tomada desde o solo até o topo da planta e o diâmetro da copa medido no sentido paralelo e perpendicular à linha de plantio sendo calculada a média. As medições foram realizadas de 2009 a 2015 em março a abril de cada ano. O volume da copa foi calculado segundo Zekri (2000), mediante a expressão: $V = 2/3 \pi (D/2)^2 \times H$, sendo V - volume (m³); D - diâmetro médio da copa (m); H - altura da planta (m). A classificação das plantas em termos de vigor foi realizada conforme Castle & Phillips (1977), adotando-se como padrão o volume de copa das plantas de limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’. As plantas foram classificadas como nanicas quando seu volume era de no máximo 40% do padrão; seminánicas: 41-60% do padrão; semipadrão: 61 a 80% do padrão; padrão: 81 a 100% do padrão e extra-padrão: acima de 100% do padrão.

Produção da planta, eficiência produtiva de frutos e alternância de safras

A colheita dos frutos foi realizada entre outubro e novembro de cada ano, com base na época de maturação geral dos frutos da laranjeira 'Valência'. A produção de frutos foi medida e expressa em kg planta⁻¹ em sete safras anuais, de 2009 a 2015, e na média desse período. Em 2016 e 2017, não houve medição pois a seca acentuada resultou em queda expressiva de frutos antes da maturação.

A eficiência produtiva de frutos de frutos (Efp) foi calculada a partir da razão entre a produção e volume da copa respectivamente de 2009 a 2015, expressa em termos médios do período em kg m⁻³ (Fadel et al., 2018; Ramos et al., 2015).

Calculou-se ainda o índice de alternância de produção (IAP) por $IAP = 1/n-1 \times \{ |(a_2-a_1)| / (a_2+a_1) + |(a_3-a_2)| / (a_3+a_2) + \dots + |(a(n)-a(n-1))| / (a(n)+a(n-1)) \}$, onde n = número de safras avaliadas e a1, a2,..., a(n-1), a(n) = produção dos anos correspondentes (Pearce & Dobersek, 1967).

Tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas

Realizou-se avaliação visual do grau de enrolamento foliar decorrente da deficiência hídrica, baseada nas avaliações tomadas anualmente durante os períodos de maior déficit hídrico (Figura 2), por duas pessoas, as quais, de maneira independente e simultânea, atribuíram notas a cada planta do experimento, onde: Nota 1 - baixa tolerância à seca (desfolhamento da copa parcial ou generalizado), Nota 2 - tolerância à seca moderada (copa manifestando enrolamento foliar) e Nota 3 alta tolerância à seca (copa sem desfolhamento ou enrolamento foliar) (Schinor et al., 2013).



Figura 2. Avaliação visual do grau de enrolamento foliar decorrente da deficiência hídrica em laranjeira 'Valência IAC'. Onde: (A) - Nota 1 (baixa tolerância à deficiência hídrica, quando são observados sintomas evidentes de deficiência hídrica como amarelecimento, murcha, encarquilhamento e queda excessiva de folhas), (B) - Nota 2 (moderada tolerância à deficiência hídrica, quando se observam sintomas iniciais de deficiência hídrica como ligeiro amarelecimento, pouca murcha e sem perda evidente de folhas) e (C) - Nota 3 (alta tolerância à deficiência hídrica, quando não são observados sintomas de deficiência hídrica e encontram-se folhas verdes, túrgidas e, em alguns casos, novas brotações).

Taxa de sobrevivência e incompatibilidade de enxertia

A taxa de sobrevivência foi feita com base na contagem acumulada de plantas mortas na área experimental em 2018 e sua relação com o total de plantas. Tendo como suspeita da causa da morte das plantas: gomose de *Phytophthora*, morte súbita dos citros, declínio dos citros, huanglongbing (HLB) ou "greening" ou até mesmo a seca.

A avaliação de incompatibilidade foi efetuada em novembro de 2017 para 20 porta-enxertos considerados mais promissores pelas suas características hortícolas até aquela data. Sendo eles: HTR – 010, 051, 053 e 116, TSKC x CTSW – 028 e 041, TSKC x (LCR x TR) – 017 e 059, LRF x (LCR x TR) – 005, LCR x TR – 001, LVK x LCR – 038, TSK x TRENG Palmira – CO, TSK x TRBK – CO, Limoeiro Cravo CNPMF – 003 e 004, Citrandarins San Diego, Índio e Riverside, Sunki Tropical e Limoeiro Cravo Santa Cruz. Para isto, abriram-se janelas de 3,0 cm x 5,0 cm sobre a linha de enxertia com auxílio de um canivete. Adotou-se uma avaliação visual com base em escala semelhante à utilizada por Oliveira et al. (2012): 1 - ausência de sintomas de incompatibilidade; 2 - linha pouco acentuada separando copa e porta-enxerto (incompatibilidade fraca); 3 - linha muito acentuada separando copa e porta-enxerto (incompatibilidade média); e 4 - linha deprimida separando copa e porta-enxerto, com amarelecimento de tecido entre copa e porta-enxerto (incompatibilidade forte) (Figura 3). As notas foram atribuídas individualmente a cada planta por dois avaliadores distintos, calculando-se em seguida a média.

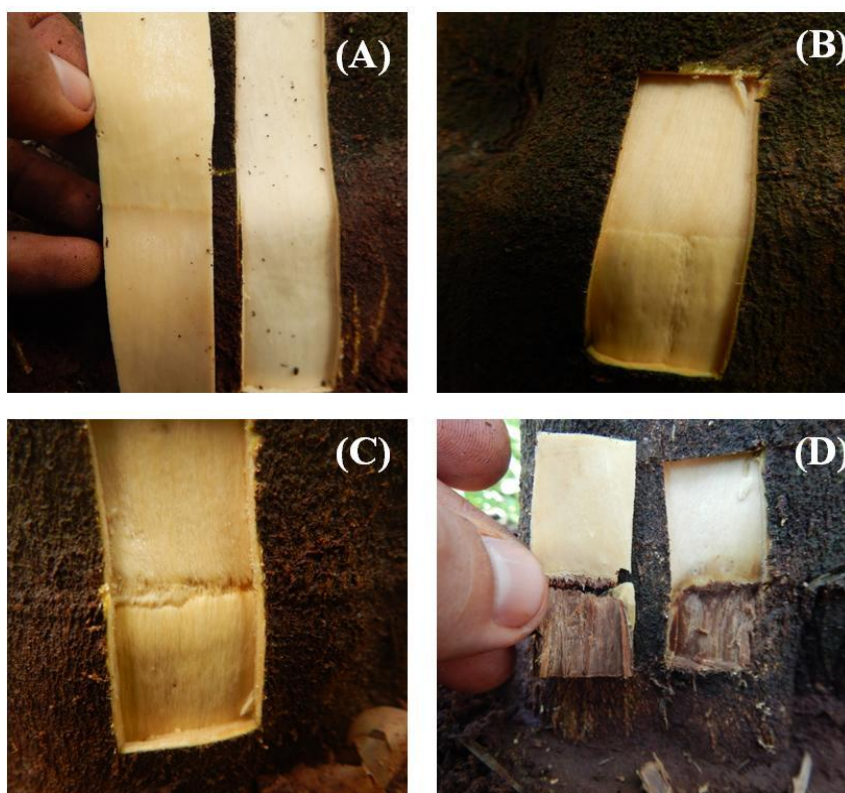


Figura 3. Janelas de compatibilidade no ponto de ligação entre o porta-enxerto e a copa de laranjeira ‘Valência’. Onde: (A) – Nota 1 - Ausência de incompatibilidade; (B) – Nota 2 - Linha acentuada separando copa e porta-enxerto (incompatibilidade fraca a média); (C) – Nota 3 - Linha muito acentuada separando copa e porta-enxerto (incompatibilidade forte); e (D) – Nota 4 - Linha deprimida separando copa e porta-enxerto, com amarelecimento de tecido entre copa e porta-enxerto (incompatibilidade muito forte).

Qualidade de fruto

A qualidade dos frutos foi avaliada nas safras de 2009 a 2015, usando amostras de 10 frutos maduros por parcela, coletados na altura mediana dos quatro quadrantes da copa. A massa do fruto foi determinada por leitura direta em uma balança digital e o diâmetro e altura de frutos mensurados através de uma calha graduada. O suco dos 10 frutos foi extraída em extratora mecanizada (Centenário Otto 1800®) para determinação do rendimento de suco (RS) pela expressão: $RS = (\text{massa do suco} \times 100) / \text{massa do fruto}$, expresso em porcentagem (%). O teor de sólidos solúveis totais (SS) foi determinado através do refratômetro digital Palette PR-101 (Atargo), expresso em °Brix, a acidez total (AT) foi determinada por titulação com hidróxido de sódio (0,3125 N), calculando-se em seguida o índice de maturação ou *ratio* (SS/AT). O índice

tecnológico (IT) foi calculado por: $IT = [RS \times SST \times 40,8] \times 10.000^{-1}$, onde o valor de 40,8 kg corresponde à caixa de frutos de laranja (padrão industrial) (Ramos et al., 2015).

Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos porta-enxertos foram agrupadas pelo Teste de Scott-Knott ($p < 0,05$ e $p < 0,15$ para a variável IAP). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS, 1995).

As análises multivariadas foram efetuadas utilizando as variáveis produção de frutos, eficiência produtiva de frutos, sólidos solúveis totais, rendimento de suco, tolerância à seca e altura de plantas. A análise dos componentes principais (PCA) foi realizada com base nos dados padronizados, e os autovalores (variância associada a cada componente principal) foram estimados pelas raízes características de covariância e os autovetores (conjunto dos coeficientes de ponderação dos componentes principais) foram estimados pelos elementos dos vetores característicos correspondentes, conforme Cruz et al. (2004).

Os agrupamentos hierárquicos das análises individuais e simultâneas a partir das matrizes de distância genética foram obtidos pelo método de UPGMA - Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (Sneath & Sokal, 1973). A validação dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético (CCC) de acordo com Sokal & Rohlf (1962). A significância dos CCC foi calculada pelo teste t de Mantel, com 1000 permutações (Mantel, 1967).

A matrizes de distância genética das análises individuais e cálculo dos CCC, foi utilizado o programa Genes (Cruz, 2008) e a matriz de distância genética pelo algoritmo de Gower foi obtida pelo programa R (R Core Team, 2018).

O dendrograma de dissimilaridade foi obtido pelo programa Statistica 7.1 (Statsoft, 2005). O critério utilizado para a definição do número ideal de grupos foi o pseudo-t2 (Mingotti, 2005), calculado com auxílio do pacote “NbClust” do programa computacional R (Charrad et al., 2013). As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R (R Core Team, 2018).

RESULTADOS

Crescimento de planta

Os porta-enxertos foram agrupados em duas e três classes de diâmetro e altura de planta, respectivamente, o que resultou em dois grupos de volume de copa, com média de 28,90 e 18,11 m³, respectivamente (Tabela 2).

Aplicando-se o critério de classificação por altura de copa de Castle & Philips (1977), 15% dos porta-enxertos avaliados neste trabalho foram superiores ao padrão, LCRSC, enquanto 63% foram inferiores (semi-padrão 45,65% e semiananicante 17,39%) e 21,7% foram semelhantes ao padrão. Dentro dessa última categoria, encontram-se tangerina Sunki Tropical, TSKC x CTARG – 001, citrandarins Indio, Riverside e San Diego, Sunki x English Palmira – CO, TSKC x CTSW – 019 e 028, limoeiro Cravo CNPMF – 004, LRF x (LCR x TR) – 005, TSKC x CTQT 1439 – 004 e TSKC x LHA – 006.

Produção e eficiência produtiva de frutos

As plantas de laranja Valência enxertadas nos porta-enxertos citrandarins Indio e San Diego, Sunki x English Palmira – CO, limoeiro Cravo CNPMF – 004, TSKC x CTSW – 028 e - 041, tangerina Sunki Tropical, HTR – 053, TSKC x (LCR x TR) – 017, e LRF x (LCR x TR) - 005 foram mais produtivas que os demais porta-enxertos e semelhantes ao LCRSC (Tabela 2). As menores produções de frutos foram obtidas pelas plantas de Sunki x ALLEMOW – CO, TSKC x CTRK – 001, LCREEL x CTSW – 001, TSKFL x CTTR – 008 e 022, CLEO x TRRUBIDOUX – CO, TSKC x CTARG – 036, TSKC x LHA – 011 e tangerina Sunki Maravilha.

Os valores médios de eficiência produtiva de frutos permitiram a formação de dois grupos de plantas, respectivamente com média de 2,51 e 3,87 kg m⁻³ (Tabela 2) correspondentes a 34,7 e 65,2 % dos porta-enxertos avaliados, respectivamente. As plantas em LCRSC se situaram no grupo de maior eficiência produtiva de frutos.

Tabela 2. Tamanho das plantas (2009-2015), produção média (2009-2015) e eficiência produtiva de frutos (2009-2015) de laranjeira ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.

Porta-enxertos	Tamanho			Produção		Eficiência produtiva de frutos				
	Diam (m)	Alt (m)	Vol (m)	média (kg planta ⁻¹)	Efp (kgm ⁻³ de copa)					
Citrandarin Indio	3,99	a	3,78	a	32,50	a	45,85	a	3,50	a
Citrandarin Riverside	4,04	a	3,82	a	33,43	a	35,86	b	3,00	b
Citrandarin San Diego	3,82	a	3,35	b	25,72	a	43,60	a	3,81	a
CLEO x CTCZ - 226	3,56	b	3,22	b	21,42	b	32,93	b	3,28	a
CLEO x TRRUBIDOUX - CO	3,11	b	2,72	c	13,90	b	22,96	d	2,74	b
HTR - 051	3,44	b	3,28	b	20,30	b	34,90	b	3,99	a
HTR - 053	3,46	b	3,34	b	21,06	b	41,04	a	4,38	a
HTR - 069	3,18	b	3,07	c	16,33	b	30,74	c	4,77	a
HTR - 116	3,23	b	3,06	c	16,73	b	35,16	b	4,10	a
LCR x TR - 001	3,04	b	3,00	c	14,81	b	36,01	b	4,45	a
LCREEL x CTSW - 001	3,28	b	3,22	b	18,12	b	21,36	d	2,82	b
Limoeiro Cravo CNPMF - 003	3,42	b	3,26	b	19,99	b	34,20	b	3,67	a
Limoeiro Cravo CNPMF - 004	3,84	a	3,81	a	29,41	a	43,24	a	3,62	a
Limoeiro Cravo Santa Cruz	3,78	a	3,59	a	26,94	a	39,46	a	3,94	a
LRF x (LCR x TR) - 005	3,93	a	3,31	b	26,78	a	38,57	a	2,81	b
LVK x LCR - 010	3,43	b	3,20	b	20,01	b	34,61	b	3,43	a
LVK x LCR - 038	2,92	b	2,93	c	13,29	b	33,92	b	4,40	a
LVK x LVA - 009	3,55	b	3,27	b	22,07	b	30,81	c	2,84	b
SUNKI x ALLEMOW - CO	3,18	b	3,01	c	15,98	b	17,83	d	2,59	b
Sunki x English Palmira - CO	4,09	a	3,76	a	32,89	a	45,43	a	3,42	a
Tangerina Sunki Maravilha	3,59	a	3,34	b	23,05	b	24,87	d	1,83	b
Tangerina Sunki Tropical	3,64	a	3,73	a	25,96	a	41,60	a	3,22	a
TSK x CTTR - 002	3,32	b	3,31	b	19,12	b	32,43	b	3,25	a
TSK x TRBENECKE - CO	3,34	b	3,12	b	18,87	b	33,45	b	3,86	a
TSKC x (LCR x TR) - 001	3,22	b	2,97	c	16,24	b	34,52	b	4,00	a
TSKC x (LCR x TR) - 017	3,28	b	3,13	b	17,79	b	39,41	a	4,88	a
TSKC x (LCR x TR) - 018	3,33	b	3,13	b	18,33	b	30,43	c	3,45	a
TSKC x (LCR x TR) - 059	3,39	b	3,16	b	19,50	b	37,48	b	4,53	a
TSKC x (LCR x TR) - 073	3,53	b	3,49	a	22,77	b	36,28	b	3,82	a
TSKC x CTARG - 001	4,00	a	3,98	a	33,50	a	28,40	c	1,98	b
TSKC x CTARG - 036	3,34	b	3,21	b	19,21	b	24,54	d	2,39	b
TSKC x CTQT 1434 - 010	3,31	b	2,93	c	16,88	b	30,72	c	4,03	a
TSKC x CTQT 1439 - 004	3,78	a	3,34	b	24,97	a	29,79	c	2,28	b
TSKC x CTQT 1439 - 026	3,13	b	2,87	c	14,90	b	26,92	c	3,42	a
TSKC x CTRK - 001	3,23	b	3,32	b	18,18	b	20,71	d	2,25	b
TSKC x CTSW - 019	3,92	a	3,73	a	30,43	a	33,67	b	2,28	b
TSKC x CTSW - 028	3,82	a	3,70	a	28,81	a	42,40	a	3,45	a
TSKC x CTSW - 033	3,19	b	3,07	c	16,52	b	29,71	c	3,97	a
TSKC x CTSW - 041	3,32	b	3,24	b	18,92	b	38,99	a	4,32	a
TSKC x CTSW - 064	3,30	b	3,08	c	17,84	b	29,33	c	3,77	a
TSKC x LHA - 006	3,67	a	3,41	b	24,34	a	30,17	c	2,37	b
TSKC x LHA - 011	3,53	b	3,43	a	22,46	b	24,63	d	2,40	b
TSKFL x CTC 25 - 010	3,17	b	2,87	c	15,28	b	28,20	c	3,94	a
TSKFL x CTTR - 008	3,11	b	3,04	c	15,35	b	22,49	d	2,50	b
TSKFL x CTTR - 012	3,07	b	3,11	c	15,39	b	27,59	c	3,33	a
TSKFL x CTTR - 022	3,35	b	2,87	c	16,92	b	23,01	d	3,14	b
F	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	8,60		6,33		22,89		16,13		18,73	
Média	3,46		3,27		21,16		32,61		3,40	

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Sendo, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativo a 1% de probabilidade. Sendo, Diâmetro (Diam), altura (Alt), volume da copa da planta (Vol), produção média (Prod), eficiência produtiva de frutos (Efp).

Tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas

O grupo formado pelos porta-enxertos LCR x TR – 001, TSKC x (LCR x TR) – 059 e 017, TSK x CTTR – 002, limoeiros Cravo CNPMF – 003 e 004, TSKC x CTSW – 028 e 041, HTR – 053, LVK x LCR – 038, citrandarins San Diego e Riverside e a tangerina Sunki Tropical não diferiram do limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’ em relação à nota média de tolerância à seca (Tabela 3).

Tabela 3. Tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (2010-2017) exceto 2015, taxa de sobrevivência (2018) e índice de alternância (IAP) de produção de laranjeira ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.

Porta-enxertos	Seca		Sobrevivência		IAP****	
		(%)		(%)		
Citrandarin Indio	1,91	b	93,33	a	0,29	c
Citrandarin Riverside	1,96	a	86,67	a	0,38	b
Citrandarin San Diego	1,99	a	100,00	a	0,31	c
CLEO x CTCZ - 226	1,52	c	93,33	a	0,29	c
CLEO x TRRUBIDOUX - CO	1,49	c	93,33	a	0,35	c
HTR - 051	1,78	b	100,00	a	0,33	c
HTR - 053	2,05	a	100,00	a	0,36	c
HTR - 069	1,85	b	60,00	b	0,39	b
HTR - 116	1,46	c	86,67	a	0,37	b
LCR x TR - 001	2,23	a	86,67	a	0,38	b
LCREEL x CTSW - 001	1,36	c	86,67	a	0,32	c
Limoeiro Cravo CNPMF - 003	2,08	a	93,33	a	0,31	c

Tabela 3. Continuação

Porta-enxertos	Seca		Sobrevivência		IAP****	
			(%)			
Limoeiro Cravo CNPMF - 004	2,15	a	93,33	a	0,33	c
Limoeiro Cravo Santa Cruz	2,03	a	46,67	b	0,31	c
LRF x (LCR x TR) - 005	1,87	b	93,33	a	0,26	c
LVK x LCR - 010	1,77	b	73,33	a	0,34	c
LVK x LCR - 038	2,03	a	93,33	a	0,30	c
LVK x LVA - 009	1,77	b	13,33	c	0,40	b
SUNKI x ALLEMOW - CO	1,04	d	93,33	a	0,34	c
Sunki x English Palmira - CO	1,93	b	100,00	a	0,34	c
Tangerina Sunki Maravilha	1,08	d	53,33	b	0,33	c
Tangerina Sunki Tropical	1,97	a	86,67	a	0,56	a
TSK x CTTR - 002	2,16	a	60,00	b	0,45	b
TSK x TRBENECKE - CO	1,92	b	93,33	a	0,33	c
TSKC x (LCR x TR) - 001	1,51	c	100,00	a	0,34	c
TSKC x (LCR x TR) - 017	1,96	a	100,00	a	0,40	b
TSKC x (LCR x TR) - 018	1,48	c	93,33	a	0,27	c
TSKC x (LCR x TR) - 059	2,22	a	100,00	a	0,32	c
TSKC x (LCR x TR) - 073	1,67	b	66,67	b	0,39	b
TSKC x CTARG - 001	1,23	d	93,33	a	0,33	c
TSKC x CTARG - 036	1,29	d	93,33	a	0,43	b
TSKC x CTQT 1434 - 010	1,79	b	86,67	a	0,33	c
TSKC x CTQT 1439 - 004	1,70	b	86,67	a	0,38	b
TSKC x CTQT 1439 - 026	1,19	d	86,67	a	0,32	c
TSKC x CTRK - 001	1,07	d	40,00	b	0,27	c
TSKC x CTSW - 019	1,27	d	93,33	a	0,36	c
TSKC x CTSW - 028	2,02	a	100,00	a	0,33	c
TSKC x CTSW - 033	1,46	c	100,00	a	0,36	c
TSKC x CTSW - 041	2,08	a	86,67	a	0,37	b
TSKC x CTSW - 064	1,35	c	80,00	a	0,35	c
TSKC x LHA - 006	1,50	c	86,67	a	0,43	b
TSKC x LHA - 011	1,58	c	100,00	a	0,41	b
TSKFL x CTC 25 - 010	1,46	c	53,33	b	0,35	c
TSKFL x CTTR - 008	1,22	d	40,00	b	0,40	b
TSKFL x CTTR - 012	1,65	c	93,33	a	0,30	c
TSKFL x CTTR - 022	1,19	d	100,00	a	0,29	c
F		**	**		***	
CV (%)	10,37		10,83		21,64	
Média	1,68		94,06		0,35	

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Sendo, * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e *** significativo a 15% de probabilidade. Para avaliação de seca, notas próximas de 1 indicam menor tolerância à seca, notas próximas de 3 indicam maior tolerância à seca. Taxa de sobrevivência (TS) e índice de alternância de produção (IAP). **** Valores referentes às sete safras avaliadas (2009-2015), calculadas a partir da fórmula desenvolvida por Pearce e Dobersek (1967).

Taxa de sobrevivência, incompatibilidade de enxertia e índice de alternância

O porta-enxerto LVK x LVA – 009 apresentou a menor taxa de sobrevivência, em média 13,33% de plantas sobreviventes (Tabela 3). Em seguida, agruparam-se TSKC x CTRK – 001, TSKFL x CTTR – 008, limoeiro Cravo Santa Cruz, tangerina Sunki Maravilha, TSKFL x CTC 25 – 010, HTR – 069, TSK x CTTR – 002 e TSKC x (LCR x TR) – 073 (52,5% em média). Os demais porta-enxertos apresentaram taxa de sobrevivência superior ao LCRSC, acima de 73%. Os limoeiros Cravo CNPMF – 003 e 004 apresentaram taxa de sobrevivência acima de 93%. Aparentemente, a incompatibilidade de enxertia não esteve associada à mortalidade das plantas, uma vez que todos os porta-enxertos selecionados (HTR – 051, 053 e 116, TSKC x CTSW – 028 e 041, TSKC x (LCR x TR) – 017 e 059, LRF x (LCR x TR) – 005, LCR x TR – 001, LVK x LCR – 038, TSK x TRENG Palmira – CO, TSK x TRBK – CO, citrandarins Índio, San Diego e Riverside, limoeiro Cravo CNPMF – 003, 004 e Santa Cruz e tangerina Sunki Tropical) apresentou boa afinidade, ou seja, linha pouco acentuada na região da enxertia.

Tangerina Sunki Tropical apresentou o maior índice de alternância de produção (0,56) em relação aos demais porta-enxertos (Tabela 3). Aproximadamente 67% dos porta-enxertos apresentaram as menores variações de produção entre as safras, com IAP variando de 0,26 a 0,36, incluindo os limoeiros Cravos CNPMF – 03, 04 e Santa Cruz.

A análise de regressão linear entre os valores médios de nota de tolerância à seca e produção de laranja 'Valência IAC' foi significativa ($P < 0,01$), evidenciando a relação direta entre as variáveis, pois à medida que a tolerância à seca do porta-enxerto aumento, a sua produção cresceu (Figura 4).

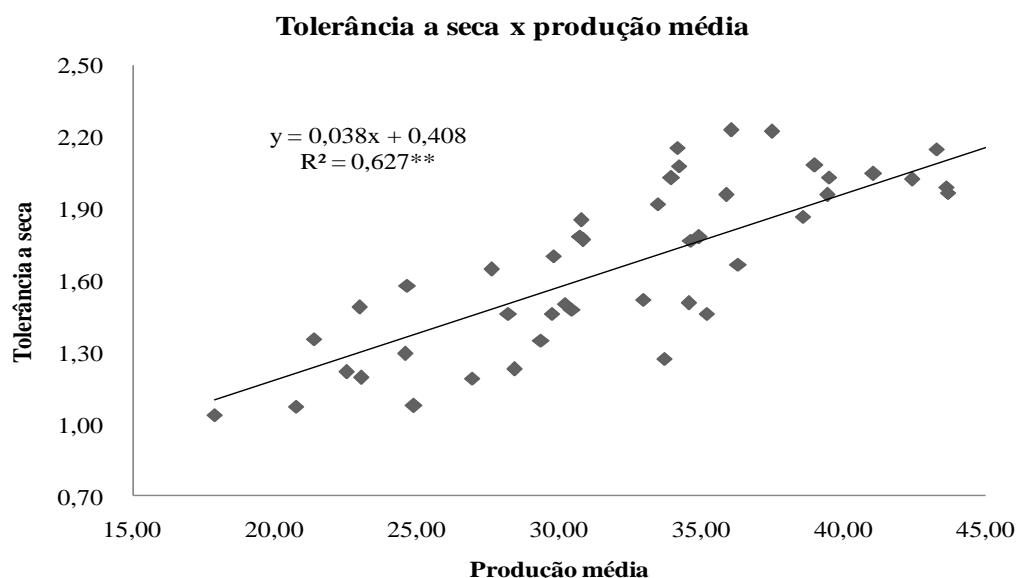


Figura 4. Regressão linear entre nota média de tolerância à seca (2010-2017, menos 2015) e produção média (2009-2015) de laranja ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos de citros na região norte do Estado de São Paulo em cultivo de sequeiro. Modelo de regressão significativo ($P < 0,01$).

Qualidade de frutos

Os porta-enxertos não induziram diferenças em relação à massa do fruto para copa de laranja Valência (Tabela 4). Para diâmetro do fruto, 26% dos porta-enxertos foram superiores ao LCRSC, sendo eles: HTR – 051, 053, 069 e 116, LCR x TR – 001, TSKC x (LCR x TR) – 001, 017 e 059, LVK x LCR – 038, Sunki Tropical, TSK x CTTR – 002 e TSKC x CTSW – 041. Os porta-enxertos HTR – 053, 069 e 116, LCR x TR – 001, TSKC x (LCR x TR) – 017 (7,70-7,90 cm) e LVK x LCR – 038, tangerina Sunki Tropical, TSK x CTTR – 002, TSKC x (LCR x TR) – 001 e 059 TSKC x CTSW – 041 e HTR – 051 (7,55-7,67 cm) induziram altura dos frutos superior ao LCRSC (7,45 cm) (Tabela 4).

Para rendimento de suco, formaram-se dois grupos com médias 47,90 e 45,20%, respectivamente (Tabela 4). No do LCRSC encontraram-se as maiores médias, sendo formado pelos porta-enxertos citrandarins San Diego e Indio, TSKC x CTQT 1434 – 010, TSKC x CTQT 1439 – 004 e 026, TSKC x CTSW – 028 e 033, TSKC x LHA – 006, TSK x TRBENECKE – CO, Sunki Tropical, TSKC x CTSW – 041, CLEO x TRRUBIDOUX – CO, Sunki x English Palmira – CO, TSKC x (LCR x TR) – 017 e 059, TSKFL x CTTR – 022, limoeiro Cravo CNPMF – 003 e 004, LRF x (LCR x TR) – 005, LCR x TR – 001 e TSKC x CTRK – 001. Demais porta-enxertos compõem o grupo de menor média.

Tabela 4. Massa do fruto (Mf), diâmetro do fruto (Df), altura do fruto (Altf) e rendimento de suco (RS) da laranja ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos no período de 2009 a 2015 em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.

Porta-enxertos	Mf (g)		Df (cm)		Altf (cm)		RS (%)	
Citrandarin Indio	193,77	a	7,01	b	7,35	c	48,01	a
Citrandarin Riverside	198,97	a	7,08	b	7,47	c	46,50	b
Citrandarin San Diego	200,41	a	7,04	b	7,51	c	49,23	a
CLEO x CTCZ - 226	194,94	a	6,68	c	7,40	c	45,40	b
CLEO x TRRUBIDOUX - CO	152,93	a	6,45	c	6,74	e	47,93	a
HTR - 051	205,06	a	7,14	a	7,55	b	45,21	b
HTR - 053	224,72	a	7,39	a	7,77	a	45,94	b
HTR - 069	219,38	a	7,36	a	7,70	a	46,05	b
HTR - 116	227,05	a	7,43	a	7,90	a	43,80	b
LCR x TR - 001	220,27	a	7,38	a	7,73	a	47,15	a
LCREEL x CTSW - 001	207,33	a	7,26	a	7,50	c	44,82	b
Limoeiro Cravo CNPMF - 003	198,15	a	7,07	b	7,38	c	47,10	a
Limoeiro Cravo CNPMF - 004	201,54	a	7,13	a	7,44	c	47,36	a
Limoeiro Cravo Santa Cruz	202,85	a	6,63	c	7,45	c	49,07	a
LRF x (LCR x TR) - 005	170,23	a	6,58	c	7,13	d	47,22	a
LVK x LCR - 010	193,97	a	7,05	b	7,36	c	44,98	b
LVK x LCR - 038	206,62	a	7,21	a	7,67	b	44,12	b
LVK x LVA - 009	182,06	a	6,88	b	7,29	c	44,21	b
Sunki x ALLEMOW - CO	177,37	a	6,86	b	7,14	d	45,65	b
Sunki x English Palmira - CO	164,90	a	6,49	c	6,88	e	47,85	a
Tangerina Sunki Maravilha	183,55	a	6,91	b	7,20	d	45,80	b
Tangerina Sunki Tropical	211,47	a	7,26	a	7,64	b	48,09	a
TSK x CTTR - 002	204,56	a	7,17	a	7,62	b	44,99	b
TSK x TRBENECKE - CO	155,65	a	6,39	c	6,65	e	48,10	a

Tabela 4. Continuação

Porta-enxertos	Mf (g)		Df (cm)		Altif (cm)		RS (%)	
TSKC x (LCR x TR) - 001	206,96	a	7,09	b	7,60	b	46,48	b
TSKC x (LCR x TR) - 017	212,51	a	7,14	a	7,71	a	47,43	a
TSKC x (LCR x TR) - 018	198,93	a	7,13	a	7,44	c	45,25	b
TSKC x (LCR x TR) - 059	210,00	a	7,15	a	7,58	b	47,68	a
TSKC x (LCR x TR) - 073	196,75	a	7,07	b	7,49	c	45,45	b
TSKC x CTARG - 001	200,63	a	7,09	b	7,44	c	44,42	b
TSKC x CTARG - 036	200,83	a	7,09	b	7,44	c	45,58	b
TSKC x CTQT 1434 - 010	201,81	a	7,07	b	7,37	c	48,72	a
TSKC x CTQT 1439 - 004	180,56	a	6,85	b	7,15	d	48,51	a
TSKC x CTQT 1439 - 026	181,97	a	6,90	b	7,23	d	48,14	a
TSKC x CTRK - 001	189,32	a	7,00	b	7,31	c	47,03	a
TSKC x CTSW - 019	186,83	a	6,96	b	7,30	c	43,82	b
TSKC x CTSW - 028	197,94	a	7,04	b	7,44	c	47,30	a
TSKC x CTSW - 033	191,67	a	6,93	b	7,30	c	48,27	a
TSKC x CTSW - 041	212,51	a	7,15	a	7,57	b	47,96	a
TSKC x CTSW - 064	191,91	a	7,06	b	7,35	c	45,92	b
TSKC x LHA - 006	194,58	a	7,01	b	7,36	c	48,15	a
TSKC x LHA - 011	270,28	a	6,97	b	7,26	d	45,00	b
TSKFL x CTC 25 - 010	201,45	a	7,11	b	7,49	c	45,11	b
TSKFL x CTTR - 008	184,13	a	6,95	b	7,30	c	43,80	b
TSKFL x CTTR - 012	210,88	a	7,21	a	7,51	c	46,40	b
TSKFL x CTTR - 022	191,59	a	6,95	b	7,33	c	47,55	a
F	**		**		**		**	
CV (%)	10,91		2,48		1,57		4,13	
Média	198,08		7,02		7,40		46,49	

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Sendo, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativo a 1% de probabilidade.

Os porta-enxertos que se sobressaíram em relação à variável sólidos solúveis totais (SS) foram CLEO x TRRUBIDOUX – CO, Sunki x English Palmira – CO e TSK x TRBENECKE – CO, variando de 12,50 a 12,99 °Brix. Os limoeiros Cravos CNPMF 003, 004 e Santa Cruz foram agrupados entre os porta-enxertos com a menor concentração média de sólidos solúveis (11,08 °Brix) (Tabela 5). Os porta-enxertos TSK x TRBENECKE – CO, citrandarin San Diego, TSKFL x CTTR – 008, TSKC x CTARG – 001, Sunki x English Palmira – CO, citrandarin Riverside, TSKC x CTSW – 019, 028 e TSKC x LHA – 006 e 011 compuseram o grupo de maior acidez, em média 0,75.

Analisando o *ratio* (SS/AT) médio de 2009 a 2015, 48% dos porta-enxertos foram superiores ao limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’, sugerindo maior precocidade de maturação. Sendo eles: TSKFL x CTTR – 022, TSKFL x CTC 25 – 010, SUNKI x ALLEMOW – CO, CLEO x TRRUBIDOUX – CO, HTR – 069, TSKC x CTQT 1439 – 026, TSK x CTTR – 002, CLEO x CTCZ – 226, TSKC x CTARG – 036, LCR x TR – 001, LRF (LCR x TR) – 005, HTR – 051, HTR – 116, TSKC x CTQT 1434 – 010, TSKC x (LCR x TR) – 017, TSKC x (LCR x TR) – 001, LCREEL x CTSW – 001, TSKC x CTRK – 001, TSKC x (LCR x TR) – 073, HTR – 053, Limoeiro Cravo CNPMF – 003 e TSKC x (LCR x TR) – 059. Para o índice tecnológico dos frutos, todos os limoeiros Cravos ficaram no grupo de menor média (2,00 a 2,20 kg SST caixa⁻¹), enquanto CLEO x TRRUBIDOUX – CO (2,49 kg SS caixa⁻¹) e TSK x TRBENECKE – CO (2,55 kg SS caixa⁻¹) foram os mais eficientes (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (Act), *ratio* e índice tecnológico (It) de frutos da laranja ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos no período de 2009 a 2015 em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.

Porta-enxertos	SS (°Brix)		Act (g de ácido cítrico.100ml ⁻¹)		<i>ratio</i>		It (kg SS cx ⁻¹)	
Citrandarin Indio	11,58	c	0,71	b	16,44	b	2,24	b
Citrandarin Riverside	11,65	c	0,74	a	15,80	b	2,18	c
Citrandarin San Diego	11,38	c	0,76	a	15,56	b	2,32	b
CLEO x CTCZ - 226	11,77	c	0,64	c	18,53	a	2,15	c
CLEO x TRRUBIDOUX - CO	12,99	a	0,70	b	19,09	a	2,55	a
HTR - 051	11,58	c	0,64	c	18,38	a	2,14	c
HTR - 053	11,27	c	0,64	c	17,78	a	2,08	c
HTR - 069	10,58	d	0,56	c	18,99	a	2,01	c
HTR - 116	11,32	c	0,61	c	18,29	a	2,00	c
LCR x TR - 001	10,94	d	0,60	c	18,49	a	2,13	c
LCREEL x CTSW - 001	12,07	b	0,67	c	18,00	a	2,17	c
Limoeiro Cravo CNPMF - 003	10,81	d	0,62	c	17,71	a	2,11	c
Limoeiro Cravo CNPMF - 004	11,23	d	0,63	c	17,43	b	2,10	c
Limoeiro Cravo Santa Cruz	10,85	d	0,63	c	16,70	b	2,09	c
LRF (LCR x TR) - 005	11,94	b	0,65	c	18,47	a	2,28	b
LVK x LCR - 010	10,99	d	0,66	c	16,66	b	2,00	c
LVK x LCR - 038	11,37	c	0,65	c	17,40	b	2,00	c

Tabela 5. Continuação

Porta-enxertos	SS (°Brix)		Act (g de ácido citríco.100ml ⁻¹)		ratio		It (kg SS cx ⁻¹)	
LVK x LVA - 009	12,39	b	0,70	b	16,72	b	2,09	c
SUNKI x ALLEMOW - CO	11,34	c	0,64	c	19,19	a	2,23	b
Sunki X English Palmira - CO	12,88	a	0,75	a	17,31	b	2,34	b
Tangerina Sunki Maravilha	11,79	c	0,71	b	16,73	b	2,16	c
Tangerina Sunki Tropical	11,52	c	0,69	b	16,44	b	2,18	c
TSK x CTTR - 002	11,15	d	0,61	c	18,59	a	2,05	c
TSK x TRBENECKE - CO	12,50	a	0,80	a	16,08	b	2,49	a
TSKC x (LCR x TR) - 001	11,75	c	0,65	c	18,05	a	2,19	c
TSKC x (LCR x TR) - 017	11,58	c	0,61	c	18,10	a	2,15	c
TSKC x (LCR x TR) - 018	11,04	d	0,66	c	16,67	b	2,03	c
TSKC x (LCR x TR) - 059	12,02	b	0,69	b	17,67	a	2,31	b
TSKC x (LCR x TR) - 073	11,67	c	0,66	c	17,83	a	2,15	c
TSKC x CTARG - 001	11,67	c	0,75	a	15,57	b	2,06	c
TSKC x CTARG - 036	11,47	c	0,64	c	18,51	a	2,15	c
TSKC x CTQT 1434 - 010	11,94	b	0,65	c	18,26	a	2,34	b
TSKC x CTQT 1439 - 004	11,55	c	0,69	b	17,14	b	2,31	b
TSKC x CTQT 1439 - 026	12,23	b	0,64	c	18,76	a	2,32	b
TSKC x CTRK - 001	12,06	b	0,69	b	17,93	a	2,30	b
TSKC x CTSW - 019	11,51	c	0,73	a	16,25	b	2,09	c
TSKC x CTSW - 028	11,68	c	0,73	a	16,12	b	2,24	b
TSKC x CTSW - 033	11,59	c	0,68	b	17,32	b	2,30	b
TSKC x CTSW - 041	11,29	c	0,66	c	17,39	b	2,23	b
TSKC x CTSW - 064	11,45	c	0,69	b	16,93	b	2,16	c
TSKC x LHA - 006	11,69	c	0,73	a	16,28	b	2,27	b
TSKC x LHA - 011	11,98	b	0,72	a	16,95	b	2,20	c
TSKFL x CTC 25 - 010	11,42	c	0,58	c	19,76	a	2,07	c
TSKFL x CTTR - 008	12,09	b	0,75	a	16,83	b	2,22	b
TSKFL x CTTR - 012	10,98	d	0,64	c	17,17	b	2,05	c
TSKFL x CTTR - 022	11,56	c	0,59	c	20,17	a	2,26	b
F	**		**		**		**	
CV (%)	2,89		6,42		5,71		5,50	
Média	11,60		0,67		17,53		2,18	

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Sendo, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativo a 1% de probabilidade.

Análises multivariadas

Foram realizadas análises de componentes principais (PCA) e de agrupamento (Scott Knott) com base nas variáveis: produção média de frutos, eficiência produtiva de frutos, tolerância à seca, sólidos solúveis totais, altura de planta e rendimento de suco (Figura 5).

A PCA indicou que há variação genética entre os porta-enxertos (Figura 5). Os dois componentes principais foram responsáveis por 66,44% da variação total, sendo que o PC1 foi responsável por 43,79% e o segundo, PC2, por 22,65% das variações dos dados. Os caracteres que mais contribuíram para a formação dos PCA 1 foram produção média (31,23%) e tolerância à seca (31,54%), enquanto para o PCA 2 foram eficiência produtiva de frutos (27,21%) e altura (57,17%) (Figura 5C). Interessante destacar na PCA1 que produção média, tolerância à seca e rendimento de suco se relacionaram diretamente, mas inversamente à concentração de sólidos solúveis, enquanto na PCA2 altura de planta se relacionou inversamente à eficiência produtiva de frutos.

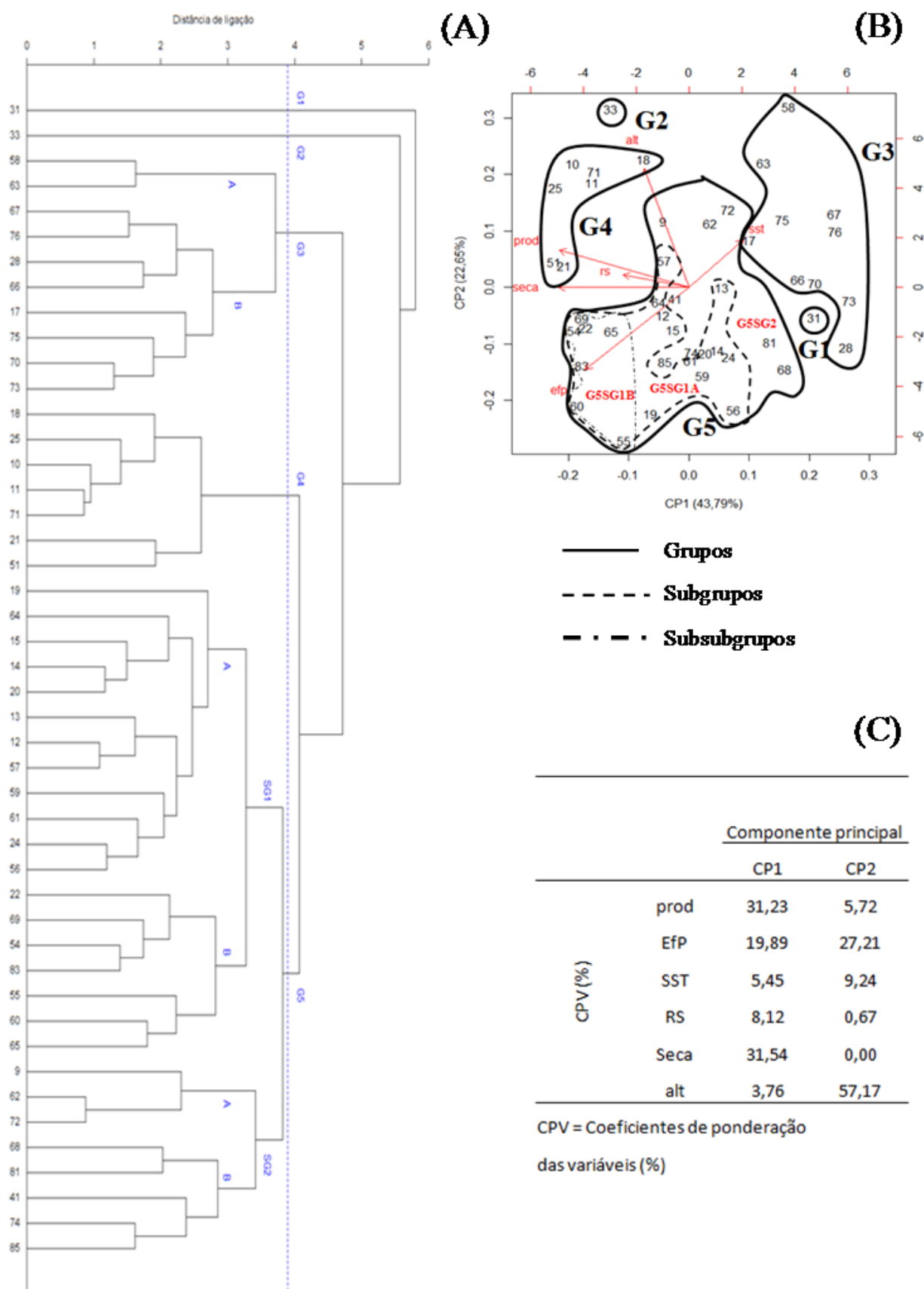


Figura 5. Dendrograma (A), gráfico dos escores da análise dos componentes principais - PCA (B), coeficientes de ponderação das variáveis e (C) obtido pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages) a partir das medidas de dissimilaridade das variáveis: produção média (Prod), eficiência produtiva de frutos (Efp), rendimento de suco (RS), tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (S), altura de planta (Alt) e sólidos solúveis totais (SS) em relação a 46 porta-enxertos de citros em copa ‘Valência IAC’ observados de 2009 a 2015 no norte do estado de São Paulo. CCC = 0.7082013**. Onde: **G1** - 31 - CLEO x TRRUBIDOUX – CO; **G2** - 33 - Sunki x English Palmira – CO; **G3 – A**: 58 - TSKC x CTARG – 001, 63 - TSKC x CTSW – 019. **G3 – B**: 66 - TSKC x CTARG – 036, 67- tangerina Sunki Maravilha, 76 - TSKC x CTRK – 001, 28 - Sunki x ALLEMOW – CO, 17 - LVK x LVA - 009, 75 - TSKC x LHA – 011, 70 - LCREEL x CTSW – 001, 73 - TSKFL x CTTR – 008; **G4** - 18 - citrandarin Riverside, 25 - limoeiro Cravo CNPMF – 004, 10 - citrandarin Índio, 11 - TSKC x CTSW – 028, 71 - tangerina Sunki Tropical, 21 - citrandarin San Diego, 51 - limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’; **G5 – SG1A**: 19 - LVK x LCR – 038, 64 - TSK x CTTR – 002, 14 - TSKC x (LCR x TR) – 018, 15 - LVK x LCR – 010, 20 - TSKFL x CTTR – 012, 13 - CLEO x CTCZ – 226, 12 - HTR – 051, 57 - TSKC x (LCR

x TR) – 073, 59 - HTR – 116, 61 - TSKC x (LCR x TR) – 001, 24 - TSKC x CTSW – 064, 56 - TSKFL x CTC 25 – 010. **G5 – SG1B:** 22 - TSKC x (LCR x TR) – 059, 69 - HTR – 053, 54 - TSKC x CTSW – 041, 83 - TSKC x (LCR x TR) – 017, 55 - HTR – 069, 60 - LCR x TR – 001, 65 - limoeiro Cravo CNPMF – 003. **G5 – SG2A:** 9 - LRF x (LCR x TR) – 005, 62 - TSKC x CTQT 1439 – 004, 72 - TSKC x LHA – 006. **G5 – SG2B:** 68 - TSKFL x CTTR – 022, 81 - TSKC x CTQT 1439 – 026, 41 - TSK x TRBENECKE – CO, 74 - TSKC x CTSW – 033 e 85 - TSKC x CTQT 1434 – 010.

A correlação cofenética foi significativa ($r = 0,7082013^{**}$), agregando os porta-enxertos em cinco grupos, de acordo com os padrões de similaridade (Figura 5A). As menores distâncias (maiores similaridades) foram observadas entre TSKC x CTSW – 028 e Sunki Tropical (grupo G4) e TSKC x CTQT 1439 – 004 e TSKC x LHA – 006 (grupo G5).

O primeiro grupo (G1) é representado pelo porta-enxerto CLEO x TRRUBIDOUX - CO, tendo como principal característica a alta concentração de SS, porém com desempenho inferior nas demais variáveis analisadas.

O segundo grupo (G2) é representado pelo porta-enxerto Sunki x English Palmira - CO, sendo o grupo com alta qualidade de suco, alta produção de frutos, tamanho de planta grande e mediana tolerância à seca (Figura 5A).

O terceiro grupo (G3) pode ser subdividido em subgrupos A e B, sendo G3A formado pelos porta-enxertos TSKC x CTARG - 001 e TSKC x CTSW - 019, apresentando baixa qualidade de suco, baixa tolerância à seca, baixa produção e alto vigor vegetativo, enquanto G3B apresenta as mesmas características, exceto pelo menor vigor, formado pelos porta-enxertos tangerina Sunki Maravilha, TSKC x CTRK - 001, Sunki x ALLEMOW - CO, TSKC x CTARG - 036, LVK x LVA - 009, TSKC x LHA - 011, LCREEL x CTSW - 001 e TSKFL x CTTR – 008 (Figura 5A).

O quarto grupo (G4) é composto pelos porta-enxertos que apresentaram os melhores desempenho em relação ao conjunto de variáveis analisadas. Sendo eles, o citrandarins Índio, Riverside e San Diego, limoeiros Cravo ‘CNPMF – 004’ e ‘Santa Cruz’, TSKC x CTSW - 028 e Sunki Tropical que apresentam alta produção, boa tolerância à seca, concentração de sólidos solúveis baixa a média, alto rendimento de suco, alto vigor e boa eficiência (Figura 5A).

Finalmente, o quinto grupo (G5) se divide em dois subgrupos, G5SG1 e G5SG2, que por sua vez também podem ser subdivididos para facilidade de interpretação (Figura 5A). G5SG1A reúne os porta-enxertos LVK x LCR – 010 e 038, TSK x CTTR - 002, TSKFL x CTTR - 012, CLEO x CTCZ - 226, HTR – 051 e 116, TSKC x (LCR x TR) – 001, 018 e 073, TSKC x CTSW – 064 e TSKFL x CTC 25 - 010, os quais apresentaram produção média a baixa, tolerância variável à seca, sólidos solúveis variáveis, baixo rendimento de suco, alta eficiência e plantas pequenas. No G5SG1B estão presentes os porta-enxertos TSKC x (LCR x TR) – 017 e 059, HTR – 053 e 069, TSKC x CTSW - 041, LCR x TR – 001 e limoeiro Cravo ‘CNPMF – 003’ apresentando baixo vigor, alta tolerância à seca, produção variada, rendimento de suco igual ou inferior ao padrão e alta eficiência produtiva de frutos. G5SG2 corresponde em geral à porta-enxertos menos vigorosos, sendo G5SG2A aquele com melhor desempenho agrônômico [LRF x (LCR x TR) – 005, TSKC x CTQT 1439 – 004 e 72 - TSKC x LHA – 006]. Já no subgrupo G5SG2B também prevalecem porta-enxertos menos vigorosos, mas com maior variação de resultados entre as demais características avaliadas conforme a subdivisão (TSKFL x CTTR – 022, TSKC x CTQT 1439 – 026, TSK x TRBENECKE – CO, TSKC x CTSW – 033 e TSKC x CTQT 1434 – 010).

DISCUSSÃO

A tolerância à seca é uma das mais importantes características que um porta-enxerto de citros deve possuir, seja pela maior adaptabilidade a diversos ambientes e formas de cultivo no mundo, seja pela necessidade específica da citricultura brasileira em que o ambiente de produção nem sempre permite o uso de irrigação. Outro ponto importante é a qualidade dos frutos para processamento como suco pasteurizado (*Not From Concentrate* – NFC), em que os teores de sólidos solúveis mais altos são cada vez mais demandados (Neves & Trombin, 2017).

O limoeiro ‘Cravo’, ainda é o principal porta-enxerto na citricultura brasileira (Almeida et al., 2011), possui tolerância à seca, mas é sensível ao declínio e à morte súbita dos citros, entre outras doenças (Pompeu Júnior, 2005). Também não induz qualidade aos frutos em níveis que o setor de processamento necessita principalmente para a produção de suco NFC (Neves & Trombin, 2017). Segundo Girardi et al., (2017), algumas alternativas de substitutos ao limoeiro

Cravo são citrumelo Swingle e tangerina Sunki por se tratar de materiais resistentes ao declínio e MSC por proporcionar alta qualidade ao suco, restrição de produtividade e maior alternância de safras em função da sua maior intolerância à seca em condição de cultivo.

Yildiz et al., (2013) apontaram que os porta-enxertos podem influenciar a alternância de produção nas cultivares copa em condições de estresse hídrico. E isso, pode influenciar num aumento de até 52% para as cultivares de laranja doce de maturação tardia (Cantuarías-Avilés et al., 2011). Dessa forma, novos porta-enxertos híbridos, notadamente citrandarins, vêm sendo obtidos e avaliados pelos programas de melhoramento genético de citros e se destacando como alternativas aos porta-enxertos em uso comercial, obtendo respostas hortícolas similares em diferentes regiões (Pompeu Júnior & Blumer, 2009).

O bom desempenho da laranja doce ‘Valência’ enxertada em tangerina ‘Sunki’ × *P. trifoliata* ‘English’ foi relatado por Chaparro-Zambrano et al., (2015) e Fadel et al., (2018) apresentando alta produção e alta eficiência produtiva de frutos, corroborando os resultados encontrados nesta pesquisa. Ao avaliar o híbrido de trifoliata como porta-enxertos para a laranja ‘Valência’, Pompeu Júnior & Blumer (2009) destacaram que *P. trifoliata* apresentou baixa produção quando comparado com limoeiro Cravo devido ao menor porte das plantas. Contudo, cruzamentos com *P. trifoliata* neste trabalho, foram altamente produtivos a exemplo o citrandarin Índio e Sunki x English Palmira – CO, apresentando ainda, teores de sólidos solúveis superiores ao limoeiro Cravo.

O híbrido de tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘Benecke’ estava entre os porta-enxertos com baixa produção e baixo vigor, mas com alta qualidade de fruto nesta pesquisa. Contudo, respostas distintas foram encontradas por Pompeu Júnior et al., (2002) no Brasil ao avaliarem o desempenho deste híbrido em outras condições climáticas, estando presente no grupo dos porta-enxertos de melhor performance com alta produção e alta qualidade de frutos.

Os citrandarins Índio, San Diego e Riverside foram classificados como compatíveis com a laranja Valência. Respostas semelhantes foram obtidas por Pompeu Júnior & Blumer (2011), ao afirmarem que nenhum dos citrandarins estudados apresentou sintomas de incompatibilidade severa com a laranja Valência. Essa variedade de copa pode ser considerada compatível com a maioria dos porta-enxertos, embora Bridges & Youtsey (1968) relatem a ocorrência de incompatibilidade com híbridos de limão Rugoso (*C. jambhiri*), dados não constatados nos porta-enxertos deste trabalho.

Entre os porta-enxertos estudados no presente trabalho, diversos induziram plantas de tamanho grande, mas alguns podem ser considerados semiancantes. Os dois grupos de vigor apresentaram porta-enxertos que toleram bem a seca, em nível similar aos limoeiros ‘Cravos’ avaliados. Contudo, vale apenas destacar o TSKC x (LCR x TR) – 059, que apresentou alta produção, alta eficiência produtiva de frutos, alto rendimento de suco, tamanho médio, sólidos solúveis superior ao Cravo e alta tolerância à seca. Respostas similares para este porta-enxerto, foram obtidas por Carvalho et al. (2016) ao estudarem o desempenho de diferentes porta-enxertos sob copa de laranja Pera nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe.

Os limões ‘Cravos’ estão presentes nos agrupamentos de melhor desempenho relacionado à tolerância à seca em condição de déficit hídrico. Segundo Ribeiro et al., (2014), um dos mecanismos que determina ao limão ‘Cravo’ ser mais tolerante à seca é seu desenvolvimento radicular profundo, o que permite alta absorção de água, além de apresentar alta condutividade hidráulica. Isso justifica ou explica porque os limoeiros Cravo foram agrupados entre aqueles porta-enxertos com menor alternância de produção no presente estudo.

A qualidade dos frutos cítricos é intrínseca à variedade, sendo, no entanto, afetada por inúmeros fatores: o clima, o solo, a adubação, os tratamentos culturais, os tratamentos fitossanitários e, em grande parte, pelo porta-enxerto, que influencia: tamanho e peso dos frutos, cor e espessura da casca, conteúdo de suco, sólidos solúveis totais (°brix) e acidez, cor do suco, conteúdo em óleo da casca, amargor, conteúdo em sais minerais, granulação, teor de ácidos graxos e conservação pós-colheita (Stuchi et al., 1996).

Simonetti et al. (2015), ao estudarem cruzamentos híbridos da tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata*, encontraram que, com relação ao *ratio*, o limoeiro ‘Cravo’ apresentou menor valor quando comparado aos demais porta-enxertos. Neste trabalho, os limoeiros Cravo ‘Santa Cruz’ e

‘CNPMF – 004’ apresentaram baixo *ratio* e o CNPMF – 003 foi ranqueado no grupo de melhor valor, sendo mais precoce.

A faixa prevista para eficiência de aproveitamento indústria da laranja Valência é de 2,49 a 2,86 kg sólidos solúveis/caixa (Nonino et al., 1995) e, com base neste trabalho, apenas os híbridos CLEO x TRRUBIDOUX – CO (2,55) e TSK x TRBENECKE - CO (2,49) se mativeram dentro deste intervalo. Os limoeiros ‘Cravo’ (‘Santa Cruz’, ‘CNPMF 003’ e ‘004’) ficaram no grupo de menor média, variando de 2,00 a 2,20 kg SS caixa⁻¹. Nonino et al. (1995) consideram ainda como faixa aceitável para SS de 10,56 – 11,83 °Brix, aproximadamente 75% dos porta-enxertos estudados neste trabalho apresentaram respostas dentro dessa faixa e 25% foram superiores. Blumer & Pompeu Júnior (2005), ao estudar o desempenho de laranja ‘Valência’ em 13 porta-enxertos (citrandarins e híbridos de trifoliata) dos 13 aos 15 anos de idade, observaram que o índice tecnológico dos frutos variou de 2,08 a 2,07 kg SS caixa⁻¹.

Ao avaliarem o desempenho da laranjeira ‘Valência Tuxpan’ sobre 14 porta-enxertos no litoral norte da Bahia, França et al., (2016) constataram que os citrandarins Indio e Riverside, tangerina Sunki Tropical e o limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’ apresentaram alta produção em relação aos porta-enxertos estudados no norte da Bahia. Respostas similares foram apresentadas neste trabalho, apontando a baixa produção induzida pela tangerina Sunki Maravilha nas duas regiões.

A combinação copa e porta-enxerto de citros deve atender primeiramente a critérios decisivos, como resistência a doenças e estresses abióticos, produtividade e qualidade dos frutos (Castle, 2010; Almeida et al., 2011). A tolerância à seca é um fator relevante especialmente para regiões onde prevalece o cultivo de sequeiro, ou em regiões irrigadas com restrição de oferta hídrica. Os resultados obtidos nesse estudo indicaram que a tolerância à seca com base em avaliação visual de enrolamento foliar e outros sintomas apresentou correlação positiva e significativa com a produção de frutos (Figura 4), em uma região com acentuado déficit hídrico (Figura 1). Esse comportamento foi observado tanto em porta-enxertos mais vigorosos como em alguns semiananizantes. Desse modo, a seleção de novos porta-enxertos híbridos pode ser assistida pela observação de seu comportamento frente à deficiência hídrica contanto que elevadas produções médias e qualidade de fruto aceitável sejam obtidos.

CONCLUSÕES

Os porta-enxertos Sunki x English Palmira – CO, citrandarins Indio e San Diego, limoeiro ‘Cravo CNPMF – 004’, TSKC x CTSW - 028 e tangerina Sunki Tropical em copa de laranja Valência foram selecionados por conjugarem alta produção de frutos, boa qualidade e tolerância à seca similar à de limão ‘Cravo Santa Cruz’ em cultivo de sequeiro no norte de São Paulo, Brasil.

Os porta-enxertos TSKC x (LCR x TR) – 017 e –059, HTR – 053 e –069, TSKC x CTSW – 041 e LCR x TR – 001 aptos para cultivo adensado, combinados com laranjeira ‘Valência’, apresentando menor tamanho de plantas, alta eficiência produtiva, apresentando ainda, tolerância a seca ao comparar com limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’.

AGRADECIMENTOS

Para Citrosuco S/A Agroindústria e funcionários da Fazenda Muriti, pelo suporte técnico e disponibilidade da área para a Embrapa Mandioca e Fruticultura, pelo apoio financeiro, para a Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro pelo apoio técnico.

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, A.T., Gonçalves, C., Paterniani, M.E.A.G.Z., Tucci, M.L.S.A, Castro, C.E.F., 2014. (Eds.). Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Campinas: Instituto Agrônomo (Boletim IAC, 200), 7, 438-447.

Almeida, C.O., Passos, O.S., Cunha Sobrinho, A.P., Soares Filho, W.S., 2011. Citricultura brasileira em busca de novos rumos: desafios e oportunidades na região Nordeste. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1, 160.

Bassanezi, R.B., Bergamin Filho, A., Amorim, L., Gimenes-Fernandes, N. Gottwald, T.R. Bové, J.M., 2003. Spatial and temporal analyses of citrus sudden death, as a tool to generate hypotheses concerning its ethiology. *Phytopathology*, Saint Paul, 93, 502-512.

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

Bridges, G.D., Youtsey, C.O., 1968. Further studies of the bud-union abnormality of rough lemon rootstocks with sweet orange scions. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 4., 1966, Roma, Gainesville. *Proceedings*/u2026 Gainesville: University of Florida Press, 236-239.

Cantuarias-Avilés, T., Mourão Filho, F.A.A., Stuchi, E.S., Silva, S.R., Espinoza-Núñez, E., 2011. Horticultural performance of 'Folha Murcha' sweet orange onto twelve rootstocks. *Scientia Horticulture*, 29, 2, 259-265.

Carvalho, L.M., Carvalho, H.W.L., Soares Filho, W.S., Martins, C.R., Passos, O.S., 2016. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. *Pesq. Agropec. Bras. Brasília*, 51, 2, 132-141.

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

Castle, W.S., Phillips, R.L., 1977. Potentially dwarfing rootstocks for Florida citrus. *Proceeding International Society Citriculture*, 2, 558-561.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura., 2018. Clima dos municípios paulistas: Colômbia. Disponível: < https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_137.html >. Acessado em: 10 de Setembro de 2018.

Chaparro-Zambrano, H.N., Velázquez, H.A., Orduz-Rodríguez, J.O., 2015. Desempenho da laranja 'Valência' enxertada em diferentes porta-enxertos, Colômbia Planície Tropical. 2001-2013. *Agronomía Colombiana*, 33, 43-48.

Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V., Niknafs, A., 2013. NbClust: An examination of indices for determining the number of clusters. R pack ageversion 1.4. Disponível em: <http://cran.r-project.org/web/packages/NbClust/index.html>.

Citrusbr - Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos, 2017. Análise setorial. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com>>. Acesso em: 06 de maio de 2018.

Cruz, C.D., 2008. Programa genes (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV.

Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S., 2004. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 1, 3, 480.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo de citros (2017). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/citros>>. Acessado: 10 de novembro de 2018.

Fadel, A.L., Mourao Filho, F.A.A., Stuchi, E.S., Ramos, Y.C., 2018. Produção de laranja 'Valência' sobre 41 porta-enxertos no norte do estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 53, 6, 774-778.

Fao. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.

França, N.O., Amorim, M.S., Girardi, E.A., Passos, O.S., Soares Filho, W.S., 2016. Performance of 'Tuxpan Valencia' sweet orange grafted gnto 14 rootstocks in northern Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jabuticabal, 38, 4, 1-9.

Fundecitrus (Fundo de Defesa da Citricultura), 2018. Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro 2017/2018. Retrato dos pomares de abril de 2018 / Fundo de Defesa da Citricultura. 29. Disponível em: < http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2017_12_05_Invent%C3%A1rio_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2017-2018.pdf >. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

Girardi, E.A., Cerqueira, T.S., Cantuarias-Avilés, T.E., Silva, S.R., Stuchi, E.S., 2017. Sunki mandarin and Swingle citrumelo as rootstocks for rain-fed cultivation of late-season sweet orange selections in northern São Paulo state, Brazil. *Bragantia*, Campinas, 76, 4, 501-511.

Mantel, N., 1967. The detection of disease clustering and generalized regression approach. *Cancer Research*, Birmingham, 27, 2, 209-220.

Muller, G.W., Negri, J.D., Aguilar-Vildoso, C.I., Mattos Júnior, D., Pompeu Júnior, J., Teófilo Sobrinho, J., Carvalho, S.A., Giroto, L.F., Machado, M.A., 2002. Morte Súbita dos Citros: uma nova doença na citricultura brasileira. *Laranja*, Cordeirópolis, 23, 2, 371-386.

Neves, M.F., Trombim, V.G. 2017. *Citrus BR 2017: anuário da citricultura*. São Paulo: 1, 57.

Nonino, E.A., 1995. Variedades de laranjas para fabricação de sucos. *Laranja*, Cordeirópolis, 16, 1, 119-132.

Oliveira, E.M., Souza, E.S., Girardi, E.A., Soares Filho, W.S., Santos, M.G., Passos, O.S., 2012. Incompatibilidade de combinações copa e portaenxerto de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1, 1-4.

Pearce, S.C., Dobersek-Urbanc, S., 1967. The measurements of irregularity in growth and cropping. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, 42, 295-305.

Pompeu Júnior, J., 2005. Porta-enxertos. In: Mattos Júnior, d. De, De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Júnior, J. (Ed.). *Citros*. Campinas: Instituto Agrônomo: Fundag, 61-104.

Pompeu Júnior, J., Laranjeira, F.F., Blumer, S., 2002. Laranjeiras ‘Valência’ enxertadas em híbridos de trifoliata. *Sci. Agric.* 59, 93–97.

Pompeu Júnior, J., Blumer, S., 2009. Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para a laranjeira Valência. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 44, n. 7, p. 701- 705.

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

R Core Team., 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: URL <https://www.R-project.org/>.

Ramos, Y.C., Stuchi, E.S., Girardi, E.A., Leão, H., Gesteira, A.D.S., Passos, O.S., Soares Filho, W.D.S. 2015. Dwarfing rootstocks for Valencia sweet orange. *Acta Horticulturae*, 1065, 351-354.

Ribeiro, R.V., Espinoza-Núñez, E., Pompeu Júnior, J., Mourão Filho, F.A.A., Machado, E.C., 2014. 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. (Eds.), *Improvement of Crops in the Era of Climatic Changes*. Springer, New York Heidelberg Dordrecht London, 1–37.

Rodrigues, M.J.S., Oliveira, E.R.M., Girardi, E.A., Silva Ledo, C.A., Soares Filho, W.S., 2015. Fruit characterization and propagation of hybrid citrus rootstocks in protected environment. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37, 2, 457-470.

Rolim, G.S., Sentelhas, P.C., Barbieri, V., 1998. 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, 6, 133-137.

SAS Institute INC.SAS/STATTM, 1995. SAS user's guide for windows environment. 6, 11 ed. Cary: SAS Institute.

Schinor, E.H., Cristofani-Yaly, M., Bastianel, M., Machado, M.A., 2013. Sunki Mandarin vs Poncirus trifoliata hybrids as rootstocks for Pera sweet orange. *Journal of Agricultural Science*, 5, 190-200.

Simonetti, M.L., Cristofani-Yaly, M., Barros, V.L.N.P., Schinor, E.H., Fadel, A.L., Sousa, M.C., Leonel, S, Tecchio, M.A., 2015. Porta-enxertos alternativos para cultivo de laranja Valência na região sudoeste do estado de São Paulo. *Citrus Research & Technology*, 36, 2, 49-58.

Sneath, P.H., Sokal, R.R., 1973. Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification. San Francisco: W.H. Freeman.

Sokal, R.R., Rohlf, F.J. 1962. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon*, 11, 33-40.

STATSOFT INC. (2005) Statistica for Windows (data analysis software system), version 7.1. Statsoft, Tulsa, Oklahoma (USA).

Stuchi, E.S., Sempionato, O.R., Silva, J.A.A., 1996. Influência dos porta-enxertos na qualidade dos frutos cítricos. *Laranja, Cordeirópolis*, 17, 1, 143-158.

Yildiz, E., Hakan Demirkese, T., Kaplankiran, M., 2013. 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*, Santiago, 73, 142-146.

Zekri, M., 2000. Citrus rootstocks affect scion nutrition, fruit quality, growth, yield and economical return. *Fruits, Les Ulis Cedex*, 55, 4, 231-239.

SUPORTE DE LEGENDAS E INFORMAÇÕES DAS FIGURAS – Artigo 1

Figura 1. Extrato do balanço hídrico climatológico no período de 2007 a 2017, calculado por meio de planilha eletrônica pelo método de Thornthwaite e Mather (Rolim et al., 1998). Colômbia, SP. Capacidade de água disponível de 100 mm.

Figura 2. Avaliação visual do grau de enrolamento foliar decorrente da deficiência hídrica em laranjeira ‘Valência IAC’. Onde: **(A)** - Nota 1 (baixa tolerância à deficiência hídrica, quando são observados sintomas evidentes de deficiência hídrica como amarelecimento, murcha, encarquilhamento e queda excessiva de folhas), **(B)** - Nota 2 (moderada tolerância à deficiência hídrica, quando se observam sintomas iniciais de deficiência hídrica como ligeiro amarelecimento, pouca murcha e sem perda evidente de folhas) e **(C)** - Nota 3 (alta tolerância à deficiência hídrica, quando não são observados sintomas de deficiência hídrica e encontram-se folhas verdes, túrgidas e, em alguns casos, novas brotações).

Figura 3. Janelas de compatibilidade no ponto de ligação entre o porta-enxerto e a copa de laranjeira ‘Valência’. Onde: **(A)** – Nota 1 - Ausência de incompatibilidade; **(B)** – Nota 2 - Linha acentuada separando copa e porta-enxerto (incompatibilidade fraca a média); **(C)** – Nota 3 - Linha muito acentuada separando copa e porta-enxerto (incompatibilidade forte); e **(D)** – Nota 4 - Linha deprimida separando copa e porta-enxerto, com amarelecimento de tecido entre copa e porta-enxerto (incompatibilidade muito forte).

Figura 4 Regressão linear entre nota média de tolerância à seca (2010-2017, menos 2015) e produção média (2009-2015) de laranjeira ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos de citros na região norte do Estado de São Paulo em cultivo de sequeiro. Modelo de regressão significativo ($P < 0,01$).

Figura 5. Dendrograma (A), gráfico dos escores da análise por PCA (B), coeficientes de ponderação das variáveis e (C) obtido pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages) a partir das medidas de dissimilaridade das variáveis: produção média (Prod), eficiência produtiva de frutos (Efp), rendimento de suco (RS), tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (S), altura e sólidos solúveis totais (SS) em relação a 46 porta-enxertos de citros em copa Valência observados de 2009 a 2015 no norte do estado de São Paulo. CCC = 0.7082013**. Onde: **G1** - 31 - CLEO x TRRUBIDOUX – CO; **G2** - 33 - Sunki x English Palmira – CO; **G3 – A:** 58 - TSKC x CTARG – 001, 63 - TSKC x CTSW – 019. **G3 – B:** 66 - TSKC x CTARG – 036, 67- Sunki Maravilha, 76 - TSKC x CTRK – 001, 28 - Sunki x ALLEMOW – CO, 17 - LVK x LVA - 009, 75 - TSKC x LHA – 011, 70 - LCREEL x CTSW – 001, 73 - TSKFL x CTTR – 008; **G4** - 18 - citrandarin Riverside, 25 - limoeiro Cravo CNPMF – 004, 10 - citrandarin Indio, 11 - TSKC x CTSW – 028, 71 - Sunki Tropical, 21 - citrandarin San Diego, 51 - limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’; **G5 – SG1A:** 19 - LVK x LCR – 038, 64 - TSK x CTTR – 002, 14 - TSKC x (LCR x TR) – 018, 15 - LVK x LCR – 010, 20 - TSKFL x CTTR – 012, 13 - CLEO x CTCZ – 226, 12 - HTR – 051, 57 - TSKC x (LCR x TR) – 073, 59 - HTR – 116, 61 - TSKC x (LCR x TR) – 001, 24 - TSKC x CTSW – 064, 56 - TSKFL x CTC 25 – 010. **G5 – SG1B:** 22 - TSKC x (LCR x TR) – 059, 69 - HTR – 053, 54 - TSKC x CTSW – 041, 83 - TSKC x (LCR x TR) – 017, 55 - HTR – 069, 60 - LCR x TR – 001, 65 - limoeiro Cravo CNPMF – 003. **G5 – SG2A:** 9 - LRF x (LCR x TR) – 005, 62 - TSKC x CTQT 1439 – 004, 72 - TSKC x LHA – 006. **G5 – SG2B:** 68 - TSKFL x CTTR – 022, 81 - TSKC x CTQT 1439 – 026, 41 - TSK x TRBENECKE – CO, 74 - TSKC x CTSW – 033 e 85 - TSKC x CTQT 1434 – 010.

SUPORTE DE LEGENDAS E INFORMAÇÕES DAS TABELAS – Artigo 1

Tabela 1. Códigos de identificação e parentais de 46 porta-enxertos de citros estudados em combinação com a copa de laranjeira Valência no norte do estado de São Paulo.

Tabela 2. Tamanho das plantas (2009-2015), produção média (2009-2015) e eficiência produtiva de frutos (2009-2015) de laranjeira ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.

Tabela 3. Tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (2010-2017) exceto 2015, taxa de sobrevivência (2018) e índice de alternância (IAP) de produção de laranjeira ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.

Tabela 4. Massa do fruto (Mf), diâmetro do fruto (Df), altura do fruto (Altf) e rendimento de suco (RS) da laranja ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos no período de 2009 a 2015 em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.

Tabela 5. Sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (Act), *ratio* e índice tecnológico (It) de frutos da laranja ‘Valência IAC’ sobre 46 porta-enxertos no período de 2009 a 2015 em cultivo de sequeiro. Colômbia, SP.

CAPÍTULO 2:

PORTA-ENXERTOS HÍBRIDOS DE CITROS COM POTENCIAL ANANICANTE E SEMIANANICANTE PARA LARANJA DOCE VALÊNCIA EM CULTIVO DE SEQUEIRO

Porta-enxertos híbridos de citros com potencial ananicante e semiananicante para laranja doce Valência em cultivo de sequeiro

Danilo Pereira Costa¹, Eduardo Sanches Stuchi^{2,3*}, Eduardo Augusto Girardi², Abelmon da Silva Gesteira², Carlos Alberto da Silva Ledo², Maurício Antônio Coelho Filho², André Silva Vanucci⁴, Helton Carlos de Leão⁴, Orlando Sampaio Passos² & Walter dos Santos Soares Filho²

RESUMO

Os porta-enxertos ananicientes na citricultura permitem a adoção de maiores densidades de plantio, com ganhos na produtividade, ao tempo em que facilita operações no campo. Contudo, para que estes porta-enxertos constituam alternativas efetivas a variedades comerciais, os mesmos devem apresentar alta eficiência produtiva e alta qualidade de frutos e ainda, ser tolerante à seca, além de boa resistência a estresses bióticos. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho horticultural de laranjeira ‘Valência’ em diferentes porta-enxertos visando selecionar materiais de menor porte, com alta produção de frutos, frutos com qualidade adequada para processamento de suco e tolerância à seca nas condições de sequeiro na região norte do Estado de São Paulo, Brasil. O delineamento foi em blocos casualizados, com três repetições e cinco plantas na parcela com espaçamento de 6,0 x 2,5 m. Os híbridos TSKFL x CTTR – 017, TSKC x TRBK – 006 e TSKC x CTSW – 031 induziram além de plantas de baixo porte, alta qualidade de frutos e alta eficiência de produção e poderia vir a ser utilizado em cultivo adensado com irrigação. Os híbridos de trifoliatas TSKC x TRFD – 003, 006 e 007 conjugaram boa produção e qualidade e alta eficiência produtiva de frutos, similares ao LCRSC. TSKC x TRFD – 006 e 007 foram sensíveis à seca, enquanto o TSKC x TRFD – 003 apresentou tolerância à seca, e potencial para uso em condições edafoclimáticas semelhantes às do experimento.

Termos de indexação: *Poncirus trifoliata*, compatibilidade de enxertia, produção de fruto, qualidade de fruto, controle de tamanho de planta.

Potential dwarfing and semi-dwarfing citrus hybrid rootstocks for Valencia sweet orange in rain-fed cultivation

ABSTRACT

Dwarfing rootstocks in citriculture allow the adoption of higher planting densities, with gains in productivity, while facilitating field operations. However, in order for these rootstocks to be effective alternatives to commercial varieties, the productive efficiency of high-quality fruits should be high as well as good resistance to biotic stresses and to drought. The objective of this work was to evaluate the horticultural performance of 'Valencia' orange tree in different rootstocks in order to select smaller materials with high fruit yield, fruit with adequate quality for juice processing and dry tolerance in the dry conditions in the region north of the State of São Paulo, Brazil. The experimental design was in randomized blocks, with three replications and five plants in the unit with spacing of 6,0 x 2,5 m. Hybrids TSKFL x CTTR-017, TSKC x TRBK-006 and TSKC x CTSW-031 induced in addition to plants of low size, high quality of fruits and high efficiency of production and could be used in crop densified with irrigation. The Flying Dragon trifoliolate orange hybrids rootstocks TSKC x TRFD-003, 006 and 007 trifoliolate hybrids were also highlighted in multivariate analysis for combining good yield, good quality and high efficiency of fruits for Valencia orange scion compared Santa Cruz rangpur lime (SCRL), being

¹ Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Ilhéus, BA, Brasil.

* Autor correspondente – eduardo.stuchi@embrapa.br

² Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, Brasil.

³ Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, Bebedouro, SP, Brasil.

⁴ Citrosuco S/A Agroindústria, SP, Brasil.

TSKC x TRFD - 006 and 007 drought susceptible and TSKC x TRFD-003 tolerant to hydric stress e has potential as rootstock for closer spacings under rain-fed condition.

Index terms: *Poncirus trifoliata*, graft compatibility, fruit yield, fruit quality, tree size control.

INTRODUÇÃO

Apesar do Brasil ser o segundo maior produtor de citros e ser um dos países que mais exporta suco concentrado de laranja para o mundo, o uso de técnicas como o adensamento de plantio é utilizado para aumentar a produtividade dos pomares (Castle, 2010). Essa tendência de maior adensamento visa aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção (Fundecitrus, 2018).

A laranjeira ‘Valência’ [*C. sinensis* (L.) Osbeck] é uma das mais importantes laranjas doce cultivada no mundo para a produção de suco de laranja. No Brasil, representa 27% das laranjeiras cultivadas no cinturão citrícola de São Paulo e Minas Gerais (Xu et al., 2013; Fundecitrus, 2018).

Os porta-enxertos mais tolerantes à seca, com alta produção e que apresentem baixo porte e tolerância a doenças, podem ser alternativas ao limoeiro Cravo (Pompeu Júnior, 2005). O limoeiro ‘Cravo’ atende perfeitamente a questão da tolerância à seca, mas é sensível ao declínio e à morte súbita dos citros, ocorrendo principalmente em regiões cujo déficit hídrico acentuado. Também não induz qualidade aos frutos em níveis que o setor de processamento necessita para a produção de suco de laranja não-concentrado (NFC) (Neves et al., 2010).

Os porta-enxertos tradicionais de citros como a tangerina Sunki, citrumelo Swingle e limão Cravo induzem porte alto às copas neles enxertadas, o que aumenta os custos de produção e dificulta a colheita (Pompeu Júnior, 2005; Girardi et al., 2017). O uso de porta-enxertos ananícantes vem sendo uma tendência dentro do melhoramento genético de citros, pois plantas de menor porte permitem o adensamento de plantio e tornam mais fáceis diversas operações como inspeções, tratamentos fitossanitários e colheita (Castle, 2010). O adensamento de plantio é uma realidade no Brasil, pois entre 1980 e 2017 a densidade média dos pomares passou de 340 para 668 plantas/ha, um incremento de 96% (Fundecitrus, 2018).

A busca de genótipos de citros de menor porte, com alta eficiência produtiva de frutos e com qualidade superior ao limoeiro Cravo vem sendo uma necessidade crescente. Uma das formas para a obtenção de plantas porte pequeno é a utilização de porta-enxertos ananícantes, como é o caso de híbridos da tangerina ‘Sunki’ [*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tan.] ou a tangerina ‘Cleópatra’ (*C. reshni* hort. ex Tan.), com trifoliata (*P. trifoliata* Raf.). Os trifoliatas são considerados redutores de tamanho de plantas, como é o caso do *P. trifoliata* var. monstrosa ‘Flying Dragon’, considerado uma mutação do *Poncirus trifoliata* (Pompeu Júnior, 2005), chegando a reduzir o porte das plantas a 50%, apresentam ainda, resistência à tristeza dos citros, à gomose de *Phytophthora* e às baixas temperaturas (Stuchi et al., 2012). Nas condições brasileiras, é desejável que a tolerância à seca esteja presente, se possível, em todos os porta-enxerto ananícante, uma vez que a maior parte dos pomares são conduzidos sem irrigação. Além disto, devem ser tolerantes ao vírus da tristeza, à gomose de *Phytophthora* spp., ao declínio e a morte súbita dos citros (Pompeu Júnior, 2005).

Neste cenário, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho horticultural de laranjeira ‘Valência’ em diferentes porta-enxertos visando selecionar materiais de menor porte, com alta produção de frutos, frutos com qualidade adequada para processamento de suco e tolerância à seca nas condições de sequeiro na região norte do Estado de São Paulo, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização e delineamento experimental da área

O experimento foi instalado no ano de 2008 município de Colômbia-SP, Brasil (latitude 20°19’22” S, longitude 48°41’10” W e altitude 492 m). De acordo com a classificação de Köppen (CEPAGRI, 2018), o clima é Aw, tropical, chuvoso, com inverno seco, com precipitação

anual média de 1.322 mm e temperatura do ar média de 26,3°C (Figura 1). O espaçamento usado foi de 6,0 m entre linhas e 2,5 m entre plantas, em latossolo vermelho-escuro, A moderado, textura média a argilosa.

As práticas de produção e de controle de pragas foram as adotadas para o cultivo de laranja no estado de São Paulo segundo o Boletim 200 do Instituto Agrônomo (IAC) (Aguiar et al., 2014). O pomar não recebeu irrigação suplementar nem poda durante o período de avaliação. As adubações de NPK foram aplicadas anualmente a 320 g de N, 130 g de P₂O₅ e 230 g de K₂O por planta ao longo de 2012 a 2018, recebendo ainda, 2,2 toneladas de calcário por hectare neste período. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições e cinco plantas por parcela, totalizando 51 tratamentos (porta-enxertos) e 765 plantas.

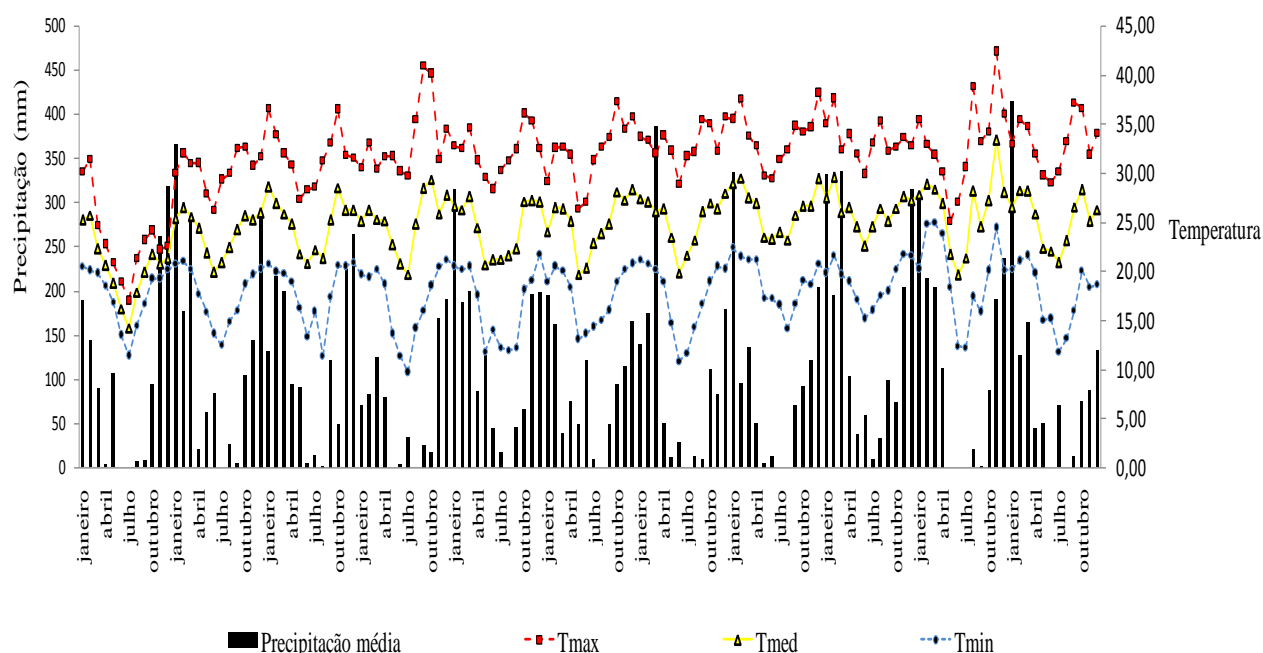


Figura 1. Média mensal de temperaturas do ar (máximo, mínimo e médio) e precipitação pluviométrica da área experimental no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2017. Colômbia, SP.

Material vegetal

A variedade copa utilizada no experimento foi à laranjeira doce ‘Valência IAC’ [*C. sinensis* (L.) Osbeck]. As mudas foram produzidas em ambiente protegido, e enxertadas em porta-enxertos nucelares de 51 híbridos obtidos ou introduzidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Tabela 1). A seleção ‘Santa Cruz’ de limoeiro Cravo (*C. limonia* Osbeck) foram usadas como controle.

Tabela 1 - Códigos de identificação e parentais de 51 porta-enxertos de citros estudados em combinação com a copa de laranjeira ‘Valência IAC’ no norte do estado de São Paulo.

Identificação dos códigos ¹	Nomes comuns e científicos dos parentais
LCRSC	<i>Citrus limonia</i> Osbeck, Limoeiro Cravo Santa Cruz.
TSKT	<i>C. sunki</i> hort. ex Tanaka – Tangererineira Sunki Tropical
TSKC x CTSW - 036	<i>C. sunki</i> x Citrumelo ‘Swingle’ (<i>C. paradisi</i> Macfad. x <i>P. trifoliata</i>)
HTR - 206, 207 e 208	Híbrido <i>P. trifoliata</i>
TSKC x CTSW - 017, 018, 022, 025, 031, 053, 057 e 058	<i>C. sunki</i> x (<i>C. paradisi</i> x <i>P. trifoliata</i>)
TSKFL x CTTR - 004, 006, 013, 017, 021 e 022	<i>C. sunki</i> cv. Flórida x Citrange ‘Troyer’ [<i>C. sinensis</i> (L.) Osbeck x <i>P. trifoliata</i>]
TSKC x (LCR x TR) - 016, 020 e 040	<i>C. sunki</i> x (<i>C. limonia</i> x <i>P. trifoliata</i>)
TSKC x CTARG - 015, 019, 020, 069 e 081	<i>C. sunki</i> x citrange ‘Argentina’ (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)
TSKFL x CTTR - 006, 013, 017, 021 e 022	<i>C. sunki</i> cv. Flórida x (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>) <i>C. sunki</i> x Citrange ‘Thomasville’ [kumquat ‘Oval’ <i>Fortunella margarita</i> (Lour.) Swingle x citrange ‘Willits’] 1439
TSKC x CTQT 1439 - 003 e 014	<i>C. sunki</i> x (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)
TSKC x CTTR - 012, 028 e 029	<i>C. sunki</i> cv. Flórida x (<i>C. paradisi</i> x <i>P. trifoliata</i>)
TSKFL x CTSW - 004 e 009	<i>C. sunki</i> cv. Flórida x (<i>C. paradisi</i> x <i>P. trifoliata</i>)
TSKC x TRFD - 003, 006 e 007	<i>C. sunki</i> x <i>P. trifoliata</i> Flying Dragon (<i>P. trifoliata</i> var. <i>monstrosa</i>)
TSKFL x CTARG - 023 e 029	<i>C. sunki</i> cv. Flórida x (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)
TSKFL x CTC13 - 005 e 012	<i>C. sunki</i> cv. Flórida x (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i> cv. Citrange 13)

Tabela 1. Continuação

Identificação dos códigos ¹	Nomes comuns e científicos dos parentais
TSKFL x CTSW - 004 e 009	<i>C. sunki</i> cv. Flórida x (<i>C. paradisi</i> x <i>P. trifoliata</i>)
LCRC x CTSW - 009	<i>C. limonia</i> x (<i>C. paradisi</i> x <i>P. trifoliata</i>)
LCRC x LRF - 034	<i>C. limonia</i> x limoeiro Rugoso da Flórida (<i>C. jambhiri</i> Lush)
LRF x (LCR x TR) - 004	<i>C. jambhiri</i> x (<i>C. limonia</i> x <i>P. trifoliata</i>)
LVKC x CTSW - 009	Limoeiro Volkameriano (<i>C. volkameriana</i> Ten. & Pasq.) x (<i>C. paradisi</i> x <i>P. trifoliata</i>)
MXWL x LHA - 001	Mexeriqueira (<i>C. deliciosa</i> Ten.) cv. 'Willow Leaf' x laranjeira Hamlin (<i>C. sinensis</i>)
Tangerina 'Sunki' x 'Allemow'	<i>C. sunki</i> x <i>C. macrophylla</i> Wester - cv. Allemow
TSKC x CTCM - 008	<i>C. sunki</i> x Citrange 'Coleman' (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)
TSKC x LHA - 007	<i>C. sunki</i> x <i>C. sinensis</i>
TSKC x TRBK - 006	<i>C. sunki</i> x <i>P. trifoliata</i> cv. Benecke

¹Códigos de identificação seguem nomenclatura do próprio Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura. A numeração seguindo dos códigos dos parentais corresponde ao número do híbrido obtido no respectivo cruzamento. Sendo, LCRC - limoeiro Cravo Santa Cruz, TSKT - tangerina Sunki Tropical, TSKC - tangerina Sunki comum, CTSW - citrumelo Swingle, HTR - híbridos de trifoliata, TSKFL - tangerina Sunki da Flórida, CTTR - citrange Troyer, LCR - limoeiro Cravo comum, TR - trifoliata, CTARG - citrange Argentina, CTQT - citrangequat Thomosville, TRFD - trifoliata Flying-Dragon, CTC13 - citrange -13, LRF - limoeiro Rugoso da Flórida, LVKC - limoeiro Volkameriano Comum, MXWL - mexeriqueira WillowLeaf, LHA - laranjeira Hamlin, Allemow - *C. macrophylla* Wester - cv. Allemow, CTCM - citrange Coleman, TRBK - trifoliata Benecke.

As avaliações hortícolas como crescimento da planta, produção de frutos da planta, eficiência produtiva de frutos, índice de alternância de safras, tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas, taxa de sobrevivência, incompatibilidade de enxertia e qualidade de fruto foram feitas com base na metodologia descrita no capítulo 1 deste trabalho.

Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos porta-enxertos foram agrupadas pelo Teste de Scott-Knott ($p < 0.05$ e $p < 0,10$ para a variável IAP). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS, 1995).

As análises multivariadas foram efetuadas usando as variáveis: produção de frutos, eficiência produtiva de frutos, sólidos solúveis totais, rendimento de suco, tolerância a seca e altura de plantas. Uma análise conjunta dos dados foi realizada para a determinação da distância genética com base no algoritmo de Gower (1971). A análise dos componentes principais (PCA) foi realizada com base nos dados padronizados, e os autovalores (variância associada a cada componente principal) foram estimados pelas raízes características de covariância e os autovetores (conjunto dos coeficientes de ponderação dos componentes principais) foram estimados pelos elementos dos vetores característicos correspondentes, conforme Cruz et al. (2004).

Os agrupamentos hierárquicos das análises individuais e simultâneas a partir das matrizes de distância genética foram obtidos pelo método de UPGMA - Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (Sneath & Sokal, 1973). A validação dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético (CCC) de acordo com Sokal & Rohlf (1962). A significância dos CCC foi calculada pelo teste t de Mantel, com 1000 permutações (Mantel, 1967). Para a obtenção das matrizes de distância genética das análises individuais e cálculo dos CCC, foi utilizado o programa Genes (Cruz, 2008). A matriz de distância genética pelo algoritmo de Gower foi obtida pelo programa R (R Core Team, 2018).

O dendrograma de dissimilaridade foi obtido pelo programa Statistica 7.1 (Statsoft, 2005). O critério utilizado para a definição do número ideal de grupos foi o pseudo-t2 (Mingoti, 2005), calculado com auxílio do pacote "NbClust" do programa computacional R (Charrad et al., 2013). As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R (R Core Team, 2018).

RESULTADOS

Crescimento de planta

Os porta-enxertos foram agrupados em cinco classes pelo seu diâmetro e quatro pela sua altura, apresentando amplitude de 2,19 a 4,14 m e de 2,05 a 3,86 m, respectivamente. Consequentemente, quatro grupos de volume de copa foram formados, com média de 26,88, 19,64, 13,52 e 7,87 m³, respectivamente (Tabela 2).

Aplicando-se o critério de classificação por altura de copa de Castle & Philips (1977), 13,73% dos porta-enxertos avaliados neste trabalho foram superiores ao padrão, LCRSC, 19,61% foram semelhantes ao padrão e 66,67% foram inferiores (sub-padrões 33,33%, semiananícantes 17,65% e ananícantes 15,69%).

Os porta-enxertos maiores que o LCRSC em tamanho foram: TSKC x CTSW – 017, HTR - 208, TSKC x CTARG – 081 e TSKFL x CTSW – 009. Os porta-enxertos enquadrados no grupo do padrão foram TSKC x CTARG – 019, Sunki Tropical, TSKC x CTSW – 018, TSKFL x CTSW – 004, TSKC x CTTR – 012, TSKC x LHA – 007, TSKC x (LCR x TR) – 020, LCRC x CTSW – 009 e LCRC x LRF – 034. Portanto, todos esses genótipos são essencialmente porta-enxertos que induzem copas maiores.

Os porta-enxertos efetivamente ananícantes foram HTR - 207, TSKFL x CTTR – 017, TSKC x CTCM – 008, TSKC x TRBK – 006, TSKC x (LCR x TR) – 016, TSKC x TRFD – 007 e 006 e TSKC x CTSW – 058. Entre os semiananícantes, incluem-se TSKC x CTTR – 029, TSKFL x CTTR – 022, TSKFL x CTTR – 021, TSKFL x CTC13 – 005, TSKFL x CTTR – 006, TSKC x CTSW – 031, TSKC x CTSW – 022, TSKC x TRFD – 003 e ‘Sunki’ x ‘Allemow’. Os demais porta-enxertos avaliados foram classificados como semi-padrão, padrão e superpadrão segundo a classificação de Castle & Phillips (1977).

Tabela 2. Tamanho das plantas (2015), produção média (2010-2015) e eficiência produtiva de frutos (2010-2015) de laranja ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos. Colômbia, SP.

Porta-enxertos	Tamanho			Produção		Eficiência produtiva de frutos				
	Diam	Alt	Vol	Prod	Efp					
	(m)	(m)	(m)	(Kg planta ⁻¹)	(kg m ⁻³)					
HTR – 206 (híbrido trifoliata)	3,90	a	3,57	a	28,81	a	45,10	b	3,44	c
HTR – 207 (híbrido trifoliata)	2,73	d	2,74	c	10,71	c	25,38	d	4,77	b
HTR – 208 (híbrido trifoliata)	4,02	a	3,35	b	28,47	a	68,05	a	4,12	b
LCRC x CTSW - 009	3,57	b	3,36	b	22,63	b	42,72	b	4,76	b
LCRC x LRF - 034	3,63	b	3,22	b	22,31	b	39,20	b	3,77	c
Limoeiro Cravo Santa Cruz	3,78	a	3,59	a	26,94	a	39,46	b	3,94	c
LRF x (LCR x TR) - 004	3,48	b	2,83	c	18,31	b	40,79	b	3,97	c
LVKC x CTSW - 009	3,46	b	3,25	b	20,37	b	35,75	b	2,92	c
MXWL x LHA - 001	4,01	a	3,47	a	29,46	a	44,34	b	2,89	c
Sunki x Allemow	2,86	c	2,60	c	11,16	c	29,92	c	4,37	b
Tangerina Sunki Tropical	3,64	b	3,73	a	25,97	a	41,60	b	3,22	c
TSKC x (LCR x TR) - 016	2,61	d	2,26	d	8,19	d	20,86	d	4,75	b
TSKC x (LCR x TR) - 020	3,77	a	3,17	b	23,52	a	38,55	b	3,26	c
TSKC x (LCR x TR) - 040	3,57	b	3,18	b	21,24	b	42,20	b	3,62	c
TSKC x CTARG - 015	3,27	b	3,48	a	19,49	b	31,05	c	3,49	c
TSKC x CTARG - 019	3,80	a	3,45	a	26,25	a	35,10	b	3,33	c
TSKC x CTARG - 020	4,14	a	3,86	a	34,63	a	41,82	b	2,31	c
TSKC x CTARG - 069	3,24	b	3,12	b	17,31	b	39,38	b	3,52	c
TSKC x CTARG - 081	3,89	a	3,48	a	27,54	a	34,74	b	3,11	c
TSKC x CTCM - 008	2,63	d	2,30	d	9,18	d	20,81	d	4,85	b
TSKC x CTQT 1439 - 003	3,41	b	3,15	b	19,29	b	38,32	b	3,88	c
TSKC x CTQT 1439 - 014	3,35	b	3,03	b	18,11	b	48,18	b	4,51	b
TSKC x CTSW - 017	3,87	a	3,62	a	28,55	a	28,55	c	2,15	c
TSKC x CTSW - 018	3,61	b	3,47	a	24,67	a	30,66	c	3,06	c
TSKC x CTSW - 022	2,94	c	2,82	c	12,72	c	24,87	d	3,49	c
TSKC x CTSW - 025	3,36	b	2,93	c	17,30	c	40,31	b	4,53	b
TSKC x CTSW - 031	2,86	c	2,93	c	12,85	c	24,29	d	4,43	b
TSKC x CTSW - 036	3,35	b	3,18	b	18,79	b	33,91	c	3,08	c
TSKC x CTSW - 053	3,51	b	3,10	b	20,04	b	38,45	b	3,44	c
TSKC x CTSW - 057	3,55	b	3,25	b	21,43	b	37,51	b	2,50	c
TSKC x CTSW - 058	2,19	e	2,08	d	5,31	d	23,91	d	6,10	a
TSKC x CTTR - 012	3,63	b	3,43	a	23,80	a	33,30	c	3,57	c
TSKC x CTTR - 028	3,35	b	3,12	b	18,36	b	19,65	d	2,36	c
TSKC x CTTR - 029	3,17	c	2,96	c	15,49	c	30,79	c	4,13	b
TSKC x LHA - 007	3,58	b	3,52	a	23,68	a	36,11	b	3,11	c
TSKC x TRBK - 006	2,64	d	2,32	d	8,51	d	32,52	c	4,42	b
TSKC x TRFD - 003	2,87	c	2,67	c	11,57	c	38,58	b	5,74	a
TSKC x TRFD - 006	2,43	e	2,05	d	6,34	d	32,32	c	6,69	a
TSKC x TRFD - 007	2,58	d	2,27	d	8,01	d	28,46	c	5,28	b
TSKFL x CTARG - 023	3,36	b	3,13	b	18,63	b	38,49	b	3,74	c
TSKFL x CTARG - 029	3,44	b	3,00	b	18,63	b	40,15	b	3,49	c
TSKFL x CTC13 - 005	3,09	c	2,82	c	14,25	c	29,80	c	4,02	c
TSKFL x CTC13 - 012	3,37	b	3,29	b	19,55	b	36,19	b	3,25	c
TSKFL x CTSW - 004	3,80	a	3,16	b	23,81	a	48,05	b	4,24	b
TSKFL x CTSW - 009	3,77	a	3,63	a	27,05	a	33,54	c	3,42	c
TSKFL x CTTR - 004	3,28	b	3,34	b	18,93	b	29,90	c	3,00	c

Tabela 2. Continuação

Porta-enxertos	Tamanho			Produção	Eficiência produtiva de frutos	
	Diam (m)	Alt (m)	Vol (m)	Prod (Kg planta ⁻¹)	Efp (kg m ⁻³)	
TSKFL x CTTR - 006	2,95 c	2,88 c	13,26 c	19,72 d	3,20 c	
TSKFL x CTTR - 013	3,45 b	3,14 b	19,99 b	37,36 b	3,04 c	
TSKFL x CTTR - 017	2,77 d	2,39 d	9,56 d	21,15 d	5,14 b	
TSKFL x CTTR - 021	3,06 c	2,94 c	14,49 c	27,68 c	3,24 c	
TSKFL x CTTR - 022	3,18 c	2,82 c	14,94 c	26,25 d	3,95 c	
F	**	**	**	**	**	
CV%	6,57	7,56	18,12	16,53	20,3	
Média	3,33	3,07	18,83	34,55	3,82	

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Sendo, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativo a 1% de probabilidade. Sendo, Diâmetro (Diam), altura (Alt), volume da planta (Vol), produção média (Prod), eficiência produtiva de frutos (Efp). Sendo, LCRSC – limoeiro Cravo Santa Cruz, TSKT – tangerina Sunki Tropical, TSKC – tangerina Sunki comum, CTSW - citrumele Swingle, HTR – híbridos de trifoliata, TSKFL – tangerina Sunki da Flórida, CTTR - citrange Troyer, LCR – limoeiro Cravo comum, TR – trifoliata, CTARG - citrange Argentina, CTQT - citrangequat Thomosville, TRFD – trifoliata Flying-Dragon, CTC13 – citrange -13, LRF – limoeiro Rugoso da Flórida, LVKC - limoeiro Volkameriano Comum, MXWL - mexeriqueira WillowLeaf, LHA – laranja Hamlin, Allemow - *C. macrophylla* Wester - cv. Allemow, CTCM - citrange Coleman, TRBK – trifoliata Benecke.

Produção e eficiência produtiva de frutos

As plantas de laranja Valência enxertadas em HTR - 208 foram as mais produtivas, com produção acumulada 27,54% maior do que a de LCRSC (Tabela 2).

Os porta-enxertos TSKC x CTQT 1439 – 014, TSKFL x CTSW – 004, HTR - 206, MXWL x LHA – 001, LCRC x CTSW – 009, TSKC x (LCR x TR) – 040, TSKC x CTARG – 020, SUNKI TROPICAL, LRF x (LCR x TR) – 004, TSKC x CTSW – 025, TSKFL x CTARG – 029, TSKC x CTARG – 069, LCRC x LRF – 034, TSKC x TRFD – 003, TSKC x (LCR x TR) – 020, TSKFL x CTARG – 023, TSKC x CTSW – 053, TSKC x CTQT 1439 – 003, TSKC x CTSW – 057, TSKFL x CTTR – 013, TSKFL x CTC13 – 012, TSKC x LHA – 007, LVKC x CTSW – 009, TSKC x CTARG – 019 e TSKC x CTARG – 081 apresentaram produção sem diferença significativa ao LCRSC.

Os valores médios de eficiência produtiva de frutos permitiram a formação de três grupos de plantas com média de 6,18, 4,59 e 3,29 kg m⁻³ (Tabela 2), correspondentes a 5,88, 27,45 e 66,67% dos porta-enxertos avaliados, respectivamente.

Os porta-enxertos TSKC x TRFD – 006 e TSKC x CTSW – 058 (ananicantes) e TSKC x TRFD – 006 (semiananicante) apresentaram eficiência produtiva de frutos maior que os demais porta-enxertos. Os porta-enxertos TSKC x TRFD – 007, TSKFL x CTTR – 017, TSKC x CTCM – 008, HTR - 207, LCRC x CTSW – 009, TSKC x (LCR x TR) – 016, TSKC x CTSW – 025, TSKC x CTQT 1439 – 014, TSKC x CTSW – 031, TSKC x TRBK – 006, Tangerina ‘Sunki’ x ‘Allemow’, TSKFL x CTSW – 004, TSKC x CTTR – 029 e HTR - 208 apresentaram eficiência produtiva de frutos superior ao LCRSC, mas inferior ao do primeiro agrupamento (5,74 a 6,69 kg m⁻³).

Tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas

LCRC x CTSW – 009, HTR - 208, TSKC x (LCR x TR) – 040, TSKC x CTSW – 031, TSKC x CTQT 1439 – 014, LCRC x LRF – 034, MXWL x LHA – 001, TSKC x TRFD – 003, TSKFL x CTARG – 029, TSKC x CTQT 1439 – 003 e tangerina Sunki Tropical foram agrupados junto do limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’ em relação à nota média de tolerância à seca (Tabela 3). 19,6% dos porta-enxertos avaliados apresentaram tolerância a seca estatisticamente igual ao LCRSC, destacaram-se os porta-enxertos semiananicantes TSKC x CTSW – 031 e TSKC x TRFD – 003 por apresentarem menor tamanho de plantas e serem mais eficientes que o LCRSC. O TSKC x CTTR – 029 apesar de apresentar eficiência produtiva de frutos e demais características avaliadas iguais ou superiores ao LCRSC, apresentou alta sensibilidade à seca. Para os ananicantes, vale destacar os porta-enxertos TSKC x CTSW – 058, TSKC x TRFD – 006 e 007 por apresentarem alta eficiência produtiva de frutos, apesar da produção menor que o LCRSC. Contudo, o TSKC x TRFD – 006 apresentou alta sensibilidade à seca.

Taxa de sobrevivência, incompatibilidade de enxertia e índice de alternância

Os porta-enxertos TSKC x CTSW – 017, TSKC x CTSW – 058, LVKC x CTSW – 009, Limoeiro Cravo Santa Cruz, TSKFL x CTTR – 004, TSKFL x CTC13 – 012 e TSKFL x CTTR – 006 (correspondentes a 13,73% dos porta-enxertos estudados) apresentaram as menores taxas de sobrevivência (Tabela 3). Os demais porta-enxertos apresentaram taxa de sobrevivência acima de 73%, sendo superiores ao LCRSC.

Aparentemente, a incompatibilidade de enxertia não esteve associada à mortalidade das plantas, uma vez que 90% dos porta-enxertos apresentavam boa afinidade, ou seja, linha pouco acentuada na região da enxertia (Material Suplementar S1). Contudo, TSKC x TRFD – 007 e LRF x (LCR x TR) – 004 apresentaram plantas com linha muito acentuada separando copa e porta-enxerto (incompatibilidade média), enquanto TSKC x TRBK – 006 apresentou plantas com linha deprimida separando copa e porta-enxerto, com amarelecimento de tecido entre copa e porta-enxerto (incompatibilidade forte). Apesar de não apresentar a linha de enxertia, TSKC x CTSW – 058 apresentou grande crescimento do tronco da copa em relação ao do porta-enxerto, o que, junto ao menor porte da planta e maior mortalidade, sugere a ocorrência de má afinidade entre copa e porta-enxerto.

O grupo do LCRSC, correspondente a 51% dos porta-enxertos avaliados, apresentou índice de alternância de produção variando de 0,37 a 0,54. Entre os porta-enxertos ananizantes e semiananizantes destacam-se TSKC x CTSW – 031, TSKC x TRFD – 007 e 003 por apresentar índice de alternância semelhante ao LCRSC. Enquanto que, os porta-enxertos TSKC x CTSW – 058, TSKC x CTTR – 029 e TSKC x TRFD – 006 por apresentar baixa variação de produção de uma safra para outra.

Tabela 3. Tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (2011-2017) exceto 2013 e 2015, taxa de sobrevivência (2017) e índice de alternância de produção de laranja ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos. Colômbia, SP.

Porta-enxertos	Tolerância a seca		Sobrevivência		Índice de alternância****	
	(média)		(%)		(IA)	
HTR - 206 (híbrido trifoliata)	1,77	b	93,33	a	0,38	a
HTR - 207 (híbrido trifoliata)	1,42	c	80,00	a	0,34	b
HTR - 208 (híbrido trifoliata)	2,21	a	93,33	a	0,38	a
LCRC x CTSW - 009	2,44	a	100,00	a	0,39	a
LCRC x LRF - 034	2,09	a	100,00	a	0,34	b
Limoeiro Cravo Santa Cruz	2,04	a	46,67	b	0,37	a
LRF x (LCR x TR) - 004	1,56	c	86,67	a	0,37	b
LVKC x CTSW - 009	1,55	c	46,67	b	0,40	a
MXWL x LHA - 001	2,06	a	100,00	a	0,36	b
Sunki x Allemow	1,32	c	80,00	a	0,30	b
Tangerina Sunki Tropical	1,97	a	86,67	a	0,54	a
TSKC x (LCR x TR) - 016	1,82	b	100,00	a	0,40	a
TSKC x (LCR x TR) - 020	1,57	c	86,67	a	0,32	b
TSKC x (LCR x TR) - 040	2,15	a	100,00	a	0,31	b
TSKC x CTARG - 015	1,69	c	93,33	a	0,39	a
TSKC x CTARG - 019	1,83	b	86,67	a	0,37	b
TSKC x CTARG - 020	1,58	c	100,00	a	0,33	b
TSKC x CTARG - 069	1,19	c	86,67	a	0,44	a
TSKC x CTARG - 081	1,64	c	86,67	a	0,29	b
TSKC x CTCM - 008	1,54	c	93,33	a	0,41	a
TSKC x CTQT 1439 - 003	2,00	a	93,33	a	0,39	a
TSKC x CTQT 1439 - 014	2,09	a	100,00	a	0,43	a
TSKC x CTSW - 017	1,36	c	20,00	b	0,45	a
TSKC x CTSW - 018	1,31	c	86,67	a	0,46	a
TSKC x CTSW - 022	1,43	c	100,00	a	0,35	b
TSKC x CTSW - 025	1,91	b	73,33	a	0,41	a
TSKC x CTSW - 031	2,13	a	73,33	a	0,42	a
TSKC x CTSW - 036	1,87	b	80,00	a	0,38	a
TSKC x CTSW - 053	1,49	c	93,33	a	0,45	a
TSKC x CTSW - 057	1,40	c	80,00	a	0,36	b
TSKC x CTSW - 058	1,81	b	40,00	b	0,37	b
TSKC x CTTR - 012	1,53	c	80,00	a	0,26	b
TSKC x CTTR - 028	1,30	c	100,00	a	0,34	b
TSKC x CTTR - 029	1,48	c	100,00	a	0,35	b
TSKC x LHA - 007	1,81	b	80,00	a	0,42	a
TSKC x TRBK - 006	1,61	c	100,00	a	0,48	a
TSKC x TRFD - 003	2,03	a	100,00	a	0,38	a
TSKC x TRFD - 006	1,51	c	73,33	a	0,29	b
TSKC x TRFD - 007	1,80	b	93,33	a	0,39	a
TSKFL x CTARG - 023	1,53	c	86,67	a	0,28	b
TSKFL x CTARG - 029	2,01	a	100,00	a	0,40	a
TSKFL x CTC13 - 005	1,60	c	93,33	a	0,42	a
TSKFL x CTC13 - 012	1,28	c	53,33	b	0,46	a
TSKFL x CTSW - 004	1,78	b	100,00	a	0,31	b
TSKFL x CTSW - 009	1,55	c	100,00	a	0,46	a
TSKFL x CTTR - 004	1,21	c	53,33	b	0,35	b
TSKFL x CTTR - 006	1,29	c	60,00	b	0,36	b
TSKFL x CTTR - 013	1,66	c	73,33	a	0,28	b
TSKFL x CTTR - 017	1,77	b	100,00	a	0,33	b

Tabela 3. Continuação

Porta-enxertos	Tolerância a seca		Sobrevivência		Índice de alternância****	
	(média)		(%)		(IA)	
TSKFL x CTTR - 021	1,41	c	80,00	a	0,31	b
TSKFL x CTTR - 022	1,49	c	100,00	a	0,28	b
F	**		**		**	
CV%	11,90		21,96		18,52	
Média	1,68		84,57		0,37	

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Sendo, * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e **** significativo a 10% de probabilidade. Para avaliação de seca, notas próximas de 1 indicam menor tolerância à seca, notas próximas de 3 indicam maior tolerância à seca. Taxa de sobrevivência (TS) e índice de alternância de safras (IA). **** Valores referentes às sete safras avaliadas (2010-2015), calculadas a partir da fórmula desenvolvida por Pearce e Dobersek (1967). Sendo, LCRSC – limoeiro Cravo Santa Cruz, TSKT – tangerina Sunki Tropical, TSKC – tangerina Sunki comum, CTSW - citrumelo Swingle, HTR – híbridos de trifoliata, TSKFL – tangerina Sunki da Flórida, CTTR - citrange Troyer, LCR – limoeiro Cravo comum, TR – trifoliata, CTARG - citrange Argentina, CTQT - citrangequat Thomosville, TRFD – trifoliata Flying-Dragon, CTC13 – citrange -13, LRF – limoeiro Rugoso da Flórida, LVKC - limoeiro Volkameriano Comum, MXWL - mexeriqueira WillowLeaf, LHA – laranjeira Hamlin, Allemow - *C. macrophylla* Wester - cv. Allemow, CTCM - citrange Coleman, TRBK – trifoliata Benecke.

Qualidade de frutos

Os porta-enxertos induziram diferenças em relação à massa do fruto de laranja Valência (Tabela 4). O grupo do LCRSC apresentou maior massa do fruto, em média 193,29 g. Os porta-enxertos avaliados não induziram diferenças na variável altura dos frutos. Diâmetro do fruto e rendimento de suco de laranja Valência variaram conforme o porta-enxerto, sendo 58,82% de todos os porta-enxertos superiores ao LCRSC, nas duas características, e se situam no mesmo agrupamento do padrão. Entre eles destacam-se o TSKC x TRFD – 006 (ananicante) e o TSKC x TRFD – 003 (semiananicante), porta-enxertos de tamanho inferior ao LCRSC.

Dentro dos grupos dos porta-enxertos ananicantes e semianicantes, 50 e 55,55% dos porta-enxertos, respectivamente, apresentaram rendimento de suco igual ao do LCRSC. Os demais porta-enxertos foram agrupados com menores médias em relação ao LCRSC, variando de 39,15 a 44,54% de rendimento de suco (Tabela 4).

Tabela 4. Massa do fruto (Pf), diâmetro do fruto (Df), altura do fruto (Altf) e rendimento de suco (RS) de frutos da laranja ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos no período de 2010 a 2015, exceto 2014. Colômbia, SP.

Porta-enxertos	Qualidade - dados médios							
	Pf (g)		Df (cm)		Altf (cm)		RS (%)	
HTR - 206 (híbrido trifoliata)	165,36	b	6,76	b	6,89	a	46,10	a
HTR - 207 (híbrido trifoliata)	185,13	a	7,04	a	7,21	a	42,92	b
HTR - 208 (híbrido trifoliata)	205,94	a	7,20	a	7,60	a	46,59	a
LCRC x CTSW - 009	193,91	a	7,03	a	7,26	a	47,04	a
LCRC x LRF - 034	177,53	b	6,82	b	7,01	a	48,58	a
Limoeiro Cravo Santa Cruz	202,85	a	6,63	b	7,45	a	49,07	a
LRF x (LCR x TR) - 004	162,85	b	6,65	b	6,84	a	45,85	a
LVKC x CTSW - 009	179,46	b	6,90	a	7,00	a	46,05	a
MXWL x LHA - 001	191,83	a	6,98	a	7,22	a	45,78	a
Sunki x Allemow	176,01	b	6,74	b	6,90	a	43,71	b
Tangerina Sunki Tropical	211,47	a	7,26	a	7,64	a	48,09	a
TSKC x (LCR x TR) - 016	205,97	a	7,18	a	7,44	a	44,42	b
TSKC x (LCR x TR) - 020	175,07	b	6,81	b	7,07	a	44,03	b
TSKC x (LCR x TR) - 040	197,89	a	7,09	a	7,27	a	45,47	a
TSKC x CTARG - 015	177,73	b	6,77	b	7,02	a	47,88	a
TSKC x CTARG - 019	192,23	a	7,05	a	7,24	a	43,94	b
TSKC x CTARG - 020	174,74	b	6,85	b	7,20	a	46,47	a
TSKC x CTARG - 069	180,72	b	6,85	b	7,00	a	44,27	b
TSKC x CTARG - 081	187,63	a	6,99	a	7,14	a	45,45	a
TSKC x CTCM - 008	173,79	b	6,82	b	10,80	a	44,39	b
TSKC x CTQT 1439 - 003	190,14	a	6,95	a	7,14	a	46,70	a
TSKC x CTQT 1439 - 014	192,23	a	7,10	a	7,38	a	44,33	b
TSKC x CTSW - 017	173,80	b	6,89	b	7,04	a	42,90	b
TSKC x CTSW - 018	188,18	a	7,06	a	7,19	a	42,60	b
TSKC x CTSW - 022	178,44	b	6,87	b	7,08	a	46,76	a
TSKC x CTSW - 025	187,60	a	6,93	a	7,13	a	46,95	a
TSKC x CTSW - 031	184,88	a	6,99	a	7,14	a	44,52	b
TSKC x CTSW - 036	181,77	b	6,81	b	7,04	a	45,37	a
TSKC x CTSW - 053	187,13	a	7,06	a	7,23	a	43,34	b
TSKC x CTSW - 057	163,33	b	6,57	b	6,64	a	46,81	a
TSKC x CTSW - 058	172,72	b	6,79	b	6,99	a	44,87	a
TSKC x CTTR - 012	181,63	b	6,94	a	7,11	a	44,91	a

Tabela 4. Continuação

Porta-enxertos	Qualidade - dados médios							
	Pf (g)		Df (cm)		Alt (cm)	RS (%)		
TSKC x CTTR - 028	192,04	a	7,03	a	7,31	a	42,36	b
TSKC x CTTR - 029	198,93	a	7,10	a	7,25	a	42,61	b
TSKC x LHA - 007	186,45	a	6,99	a	7,11	a	46,01	a
TSKC x TRBK - 006	192,90	a	7,02	a	7,26	a	45,92	a
TSKC x TRFD - 003	196,02	a	7,03	a	7,27	a	45,79	a
TSKC x TRFD - 006	174,60	b	6,76	b	6,97	a	47,77	a
TSKC x TRFD - 007	191,48	a	6,98	a	7,16	a	42,49	b
TSKFL x CTARG - 023	196,27	a	7,06	a	7,30	a	44,45	b
TSKFL x CTARG - 029	176,90	b	6,78	b	6,99	a	47,77	a
TSKFL x CTC13 - 005	176,53	b	6,82	b	7,09	a	44,79	a
TSKFL x CTC13 - 012	186,13	a	7,00	a	7,27	a	39,15	c
TSKFL x CTSW - 004	197,96	a	7,11	a	7,30	a	44,30	b
TSKFL x CTSW - 009	180,87	b	7,05	a	7,11	a	44,54	b
TSKFL x CTTR - 004	171,18	b	6,75	b	6,98	a	43,51	b
TSKFL x CTTR - 006	153,81	b	6,58	b	6,77	a	43,69	b
TSKFL x CTTR - 013	186,36	a	6,91	a	7,16	a	46,73	a
TSKFL x CTTR - 017	185,62	a	6,94	a	7,13	a	46,60	a
TSKFL x CTTR - 021	172,51	b	6,69	b	6,99	a	46,20	a
TSKFL x CTTR - 022	197,04	a	6,99	a	7,23	a	46,68	a
F	**		**		ns		**	
CV	5,27		2,51		13,30		3,87	
Média	184,58		6,92		7,22		45,25	

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Sendo, * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e ns – não significativo. Sendo, LCRSC – limoeiro Cravo Santa Cruz, TSKT – tangerina Sunki Tropical, TSKC – tangerina Sunki comum, CTSW - citrumelo Swingle, HTR – híbridos de trifoliata, TSKFL – tangerina Sunki da Flórida, CTTR - citrange Troyer, LCR – limoeiro Cravo comum, TR – trifoliata, CTARG - citrange Argentina, CTQT - citrangequat Thomosville, TRFD – trifoliata Flying-Dragon, CTC13 – citrange -13, LRF – limoeiro Rugoso da Flórida, LVKC - limoeiro Volkameriano Comum, MXWL - mexeriqueira WillowLeaf, LHA – laranja Hamlin, Allemow - *C. macrophylla* Wester - cv. Allemow, CTCM - citrange Coleman, TRBK – trifoliata Benecke.

Para a variável concentração de sólidos solúveis totais, houve a formação de dois agrupamentos, sendo 45% dos porta-enxertos superiores ao LCRSC, com valores de 11,36 a 12,33 °Brix. Os porta-enxertos ananizantes TSKC x TRFD – 006, 007 e TSKC x CTSW – 058 apresentaram valores de sólidos solúveis totais semelhantes ao padrão (Tabela 5).

Os porta-enxertos HTR - 207, TSKC x LHA – 007, TSKC x CTSW – 025, TSKC x CTSW – 057, TSKC x CTARG – 069, TSKC x CTSW – 018, TSKC x CTARG – 020, TSKC x CTQT 1439 – 003, HTR - 208, TSKFL x CTTR – 021, TSKC x CTCM – 008, TSKC x TRFD – 006, TSKFL x CTSW – 009, TSKC x CTARG – 015, TSKC x CTSW – 031, TSKFL x CTC13 – 005, LVKC x CTSW – 009, TSKFL x CTTR – 004, TSKFL x CTARG – 023, TSKC x TRFD – 007 e TSKC x CTSW – 058 compuseram o grupo de maior acidez, em média de 0,73%. Os porta-enxertos TSKC x CTSW – 058, TSKC x TRFD – 007 e TSKC x TRFD – 006 (ananizantes) e TSKC x CTSW – 031 (semiananizante) mostraram acidez maior que o LCRSC.

Os valores de *ratio* (SS/AT) médio de 2010 a 2015 indicam que para 52,94% dos porta-enxertos pode haver maior precocidade de maturação, já aqueles foram superiores ao limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’. Os híbridos de *P. trifoliata* Flying Dragon apresentaram valores de *ratio* superiores ao LCRSC, apontando maturação mais precoce de frutos.

Para o índice tecnológico dos frutos, o LCRSC ficou no grupo de menor média (1,83 a 2,10 kg SST caixa⁻¹), enquanto os porta-enxertos TSKC x TRFD – 006, TSKC x CTSW – 025, LRF x (LCR x TR) – 004, TSKC x CTQT 1439 – 003, TSKC x CTARG – 015, TSKFL x CTTR – 017, TSKC x CTSW – 057, TSKFL x CTARG – 029, TSKC x CTCM – 008, LCRSC x LRF – 034, Sunki Tropical, TSKC x CTSW – 022, TSKC x TRBK – 006, HTR - 207, TSKC x LHA – 007, TSKFL x CTTR – 022, TSKFL x CTTR – 021, TSKC x CTARG – 081, TSKFL x CTTR – 013 e HTR - 206 foram superiores ao padrão (2,12 a 2,32 kg SST caixa⁻¹). Entre os híbrido de Flying Dragon, o TSKC x TRFD – 006 (ananizante) se destaca entre TSKC x TRFD – 003 e 007 por induzir a variedade copa um índice tecnológico similar ao LCRSC, alta concentração de sólidos solúveis, alta acidez titulável e alto valor de *ratio* (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (Act), *ratio* e índice tecnológico (It) de frutos da laranja ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos no período de 2010 a 2015, exceto 2014. Colômbia, SP.

Porta-enxertos	SS		Act		<i>ratio</i>		It	
	(°Brix)		(g de ácido cítrico.100ml ⁻¹)				(kg SS cx ⁻¹)	
HTR - 206 (híbrido trifoliata)	11,34	a	0,66	b	17,36	a	2,12	a
HTR - 207 (híbrido trifoliata)	12,33	a	0,82	a	16,36	b	2,16	a
HTR - 208 (híbrido trifoliata)	10,81	b	0,73	a	14,94	b	2,06	b
LCRC x CTSW - 009	10,51	b	0,65	b	16,65	b	2,02	b
LCRC x LRF - 034	10,85	b	0,66	b	16,95	a	2,18	a
Limoeiro Cravo Santa Cruz	10,85	b	0,63	b	16,70	a	2,09	a
LRF x (LCR x TR) - 004	12,08	a	0,65	b	19,20	a	2,24	a
LVKC x CTSW - 009	11,14	b	0,71	a	16,11	b	2,09	b
MXWL x LHA - 001	11,03	b	0,69	b	15,85	b	2,03	b
Sunki x Allemow	11,12	b	0,65	b	17,50	a	1,99	b
Tangerina Sunki Tropical	11,52	a	0,69	b	16,44	b	2,18	a
TSKC x (LCR x TR) - 016	11,01	b	0,65	b	17,25	a	2,02	b
TSKC x (LCR x TR) - 020	10,99	b	0,67	b	17,18	a	1,99	b
TSKC x (LCR x TR) - 040	10,91	b	0,68	b	16,60	b	2,05	b
TSKC x CTARG - 015	11,31	a	0,72	a	16,26	b	2,22	a
TSKC x CTARG - 019	11,22	b	0,68	b	17,27	a	2,02	b
TSKC x CTARG - 020	11,12	b	0,74	a	15,47	b	2,09	b
TSKC x CTARG - 069	11,33	a	0,75	a	15,65	b	2,07	b
TSKC x CTARG - 081	11,53	a	0,69	b	17,25	a	2,13	a
TSKC x CTCM - 008	12,04	a	0,72	a	17,21	a	2,18	a
TSKC x CTQT 1439 - 003	11,73	a	0,73	a	16,23	b	2,24	a
TSKC x CTQT 1439 - 014	10,56	b	0,58	b	18,49	a	1,93	b
TSKC x CTSW - 017	11,38	a	0,68	b	17,16	a	2,00	b
TSKC x CTSW - 018	11,08	b	0,74	a	15,09	b	1,92	b
TSKC x CTSW - 022	11,38	a	0,59	b	20,01	a	2,16	a
TSKC x CTSW - 025	11,90	a	0,76	a	16,43	b	2,29	a
TSKC x CTSW - 031	11,81	a	0,71	a	17,07	a	2,09	b
TSKC x CTSW - 036	11,05	b	0,67	b	16,74	a	2,06	b
TSKC x CTSW - 053	10,95	b	0,62	b	17,95	a	1,94	b
TSKC x CTSW - 057	11,63	a	0,75	a	15,95	b	2,21	a
TSKC x CTSW - 058	11,39	a	0,70	a	16,63	b	2,08	b
TSKC x CTTR - 012	11,24	b	0,66	b	17,81	a	2,08	b
TSKC x CTTR - 028	11,26	b	0,68	b	17,19	a	1,96	b
TSKC x CTTR - 029	11,16	b	0,67	b	17,55	a	1,96	b
TSKC x LHA - 007	11,36	a	0,79	a	14,73	b	2,15	a
TSKC x TRBK - 006	11,57	a	0,67	b	17,64	a	2,16	a
TSKC x TRFD - 003	11,21	b	0,65	b	17,37	a	2,10	b
TSKC x TRFD - 006	11,67	a	0,72	a	17,18	a	2,32	a
TSKC x TRFD - 007	11,71	a	0,70	a	17,27	a	2,04	b
TSKFL x CTARG - 023	11,05	b	0,70	a	16,10	b	2,01	b
TSKFL x CTARG - 029	11,22	b	0,64	b	17,88	a	2,19	a
TSKFL x CTC13 - 005	11,21	b	0,71	a	16,15	b	2,06	b
TSKFL x CTC13 - 012	11,38	a	0,65	b	18,00	a	1,83	b
TSKFL x CTSW - 004	11,55	a	0,68	b	17,38	a	2,08	b
TSKFL x CTSW - 009	11,47	a	0,72	a	16,63	b	2,08	b
TSKFL x CTTR - 004	11,42	a	0,70	a	16,58	b	2,04	b
TSKFL x CTTR - 006	11,39	a	0,69	b	17,54	a	2,10	b
TSKFL x CTTR - 013	11,20	b	0,69	b	16,65	b	2,13	a
TSKFL x CTTR - 017	11,55	a	0,67	b	18,18	a	2,21	a
TSKFL x CTTR - 021	11,42	a	0,72	a	16,16	b	2,14	a
TSKFL x CTTR - 022	11,23	b	0,66	b	17,51	a	2,15	a
F	**		**		**		**	
CV	3,38		6,46		5,54		4,99	
Média	11,35		0,69		16,93		2,09	

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Sendo, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativo a 1% de probabilidade. Sendo, LCRSC – limoeiro Cravo Santa Cruz, TSKT – tangerina Sunki Tropical, TSKC – tangerina Sunki comum, CTSW - citrumelo Swingle, HTR – híbridos de trifoliata, TSKFL – tangerina Sunki da Flórida, CTTR - citrange Troyer, LCR – limoeiro Cravo comum, TR – trifoliata, CTARG - citrange Argentina, CTQT - citrangequat Thomosville, TRFD – trifoliata Flying-Dragon, CTC13 – citrange -13, LRF – limoeiro Rugoso da Flórida, LVKC - limoeiro Volkameriano Comum, MXWL - mexeriqueira WillowLeaf, LHA – laranjeira Hamlin, Allemow - *C. macrophylla* Wester - cv. Allemow, CTCM - citrange Coleman, TRBK – trifoliata Benecke.

Análises multivariadas

Foram realizadas análises de componentes principais (PCA) e de agrupamento (Scott-Knott) com base em variáveis selecionadas pelos autores como de maior relevância para o plantio e processamento de suco de laranja: produção média de frutos, eficiência produtiva de frutos, concentração de sólidos solúveis totais, rendimento de suco, tolerância a seca e altura de planta (Figura 2). A PCA indicou que há variação genética entre os porta-enxertos. Os dois componentes principais foram responsáveis por 70,22% da variação total, sendo que o PC1 apresentou maiores expressões para as variáveis produção média de frutos (27,84%) e altura da planta (25,64%). Enquanto, PC2 apresentou as maiores expressões para as variáveis eficiência produtiva de frutos (36,59%) e tolerância à seca (28,87%) (Figura 2). Observa-se pela PCA que a produção média é inversamente proporcional ao SS, e o mesmo ocorre entre altura de planta e

eficiência produtiva de frutos. Tolerância à seca, altura de planta e rendimento de suco foram diretamente relacionados à produção acumulada.

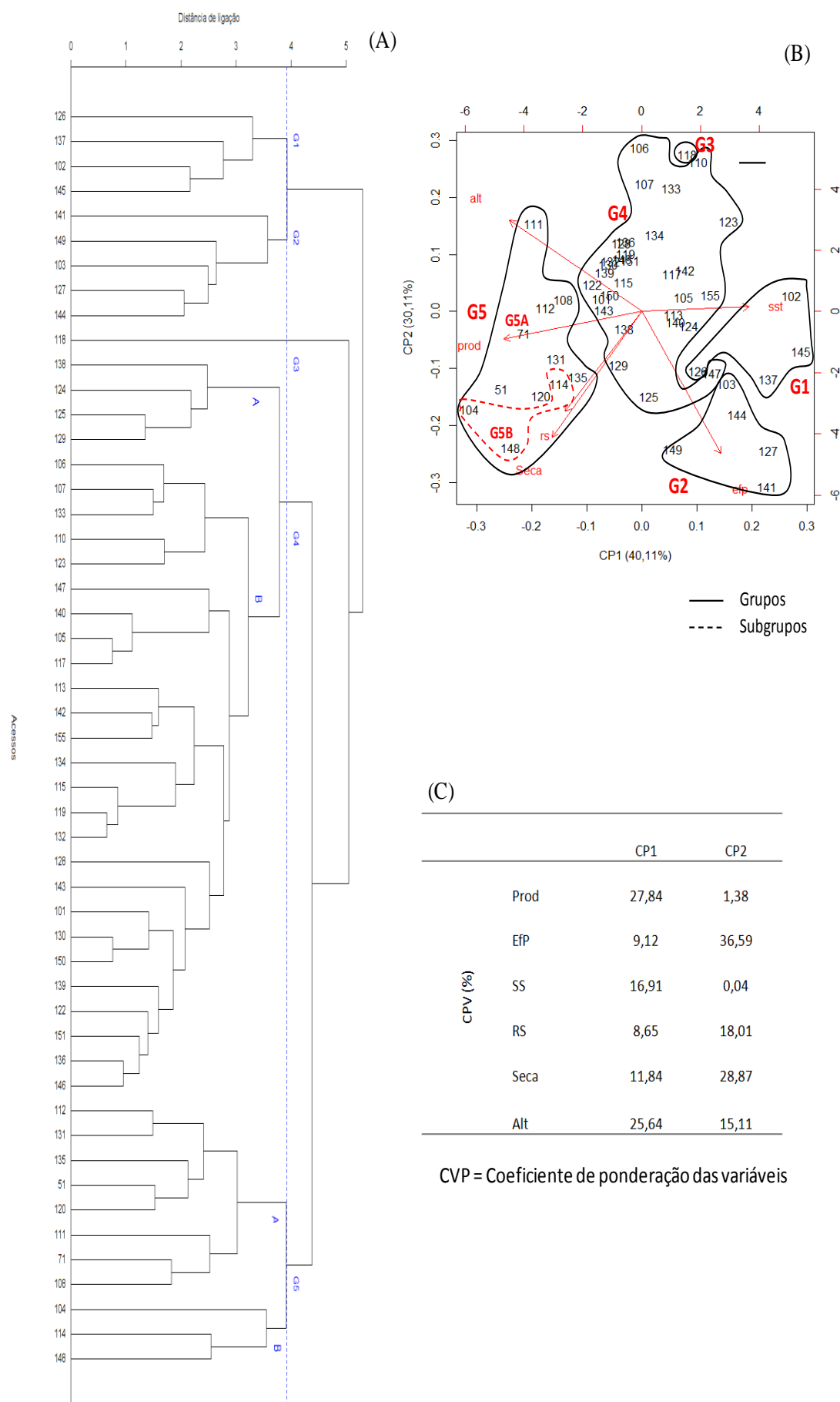


Figura 2. Dendrograma (A), gráfico dos escores da análise dos componentes principais - PCA (B), coeficientes de ponderação das variáveis (C) obtido pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages) a partir das medidas de dissimilaridade das variáveis: produção média (Prod), eficiência produtiva de frutos (Efp), rendimento de suco (RS), tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (S), altura de planta (Alt) e sólidos solúveis totais (SS) em relação a 51 porta-enxertos de citros em copa Valência observados de 2010 a 2015 no norte do estado de São Paulo. CCC = 0,6974**. Onde: **G1** – 126 - TSKC x CTSW – 031, 137 - TSKC x TRFD – 007, 102 - HTR - 207 (mãe TSKC x ?), 145 - TSKC x CTCM – 008; **G2** – 141 - TSKC x TRFD – 006, 149 - TSKC x TRFD – 003, 103 - TSKC x (LCR x TR) – 016, 127 - TSKC x CTSW – 058, 144 - TSKFL x CTTR – 017; **G3** – 118 - TSKFL x CTC13 – 012; **G4** – **G4A** - 138 - TSKFL x CTSW – 004, 124 - LRF x (LCR x

TR) – 004, 125 - TSKC x CTSW – 025; 129 - TSKC x CTQT 1439 – 003. **G4B** - 106 - TSKC x CTSW – 017, 107 - TSKC x CTSW – 018, 133 - TSKFL x CTTR – 004, 110 - TSKC x CTTR – 028, 123 - TSKFL x CTTR – 006, 147 - TSKC x TRBK – 006, 140 - TSKFL x CTTR – 022, 105 - TSKC x CTSW – 022, 117 - TSKFL x CTTR – 021, 113 - TSKFL x CTC13 – 005, 142 - TSKC x CTTR – 029, 155 - Tangerina ‘Sunki’ x ‘Allemow’, 134 - TSKC x CTARG – 069, 115 - TSKFL x CTARG – 023, 119 - TSKC x CTSW – 053, 132 - TSKC x (LCR x TR) – 020, 128 - TSKC x CTSW – 057, 143 - TSKC x CTARG – 015, 101 - TSKC x CTSW – 036, 130 - LVKC x CTSW – 009, 150 - TSKFL x CTTR – 013, 139 - TSKC x CTARG – 019, 122 - TSKC x LHA – 007, 151 - TSKC x CTTR – 012, 136 - TSKFL x CTSW – 009, 146 - TSKC x CTARG – 081; **G5 - G5A** - 112 - MXWL x LHA – 001, 131 - TSKC x (LCR x TR) – 040, 135 - TSKFL x CTARG – 029, 51 - Limoeiro Cravo Santa Cruz, 120 - LCRC x LRF – 034, 111 - TSKC x CTARG – 020, 71 - Sunki Tropical, 108 - HTR - 206 (mãe TSKC x ?). **G5B** - 104 - HTR - 208 (mãe TSKC x ?), 114 - TSKC x CTQT 1439 – 014 e 148 - LCRC x CTSW – 009.

A correlação cofenética foi significativa ($r = 0,6974^{**}$), agregando os porta-enxertos em cinco grupos, de acordo com os padrões de similaridade (Figura 2). As menores distâncias de ligação (maiores similaridades) foram observadas entre TSKC x CTSW – 053 e TSKC x (LCR x TR) – 020 (G4).

O primeiro grupo (G1) é composto pelos porta-enxertos TSKC x CTSW – 031, TSKC x TRFD – 007, HTR – 207 e TSKC x CTCM – 008 tendo como principal característica baixa produção, tolerância à seca inferior ao LCRSC, com exceção do TSKC x CTSW - 031, SS alto, RS médio, eficiência produtiva de frutos média e baixo vigor.

O segundo grupo (G2) é formado pelos porta-enxertos TSKC x TRFD – 006 e 003, TSKC x (LCR x TR) – 016, TSKC x CTSW – 058 e TSKFL x CTTR - 017, sendo caracterizado pela baixa produção, tolerância à seca abaixo do LCRSC, com exceção do TSKC x TRFD - 003, SST médio a alto, RS médio a alto, eficiência produtiva de frutos alta e baixo vigor.

O terceiro grupo (G3) é representado por um único porta-enxerto, o TSKFL x CTC13 – 012, que apresenta produção média, sensibilidade à seca, SS alto, RS e eficiência produtiva de frutos abaixo de LCRSC e médio vigor.

O quarto grupo (G4) se divide em dois subgrupos, A e B. No G4A está os TSKFL x CTSW – 004, LRF x (LCR x TR) – 004, TSKC x CTSW – 025 e TSKC x CTQT 1439 – 003, apresentando boa produtividade, boa eficiência produtiva de frutos, boa tolerância à seca, exceto LRF x (LCR x TR) – 004, alto teor de sólidos solúveis, bom rendimento de suco e tamanho pequeno de plantas. Já em G4B encontram-se ‘Sunki’ x ‘Allemow’, TSKC x (LCR x TR) – 020, TSKC x CTARG – 015, 019, 069 e 081, TSKC x CTSW – 017, 018, 022, 036, 053 e 057, TSKC x CTTR – 012, 028 e 029, TSKC x LHA – 007, TSKC x TRBK – 006, TSKFL x CTARG – 023, TSKFL x CTC13 – 005, TSKFL x CTSW – 009 e TSKFL x CTTR – 004, 006, 013, 021 e 022, porta-enxertos com produção variada, tolerância à seca média a baixa, SS médio a alto, RS médio a alto, EfP médio a baixo e tamanhos variados. Essencialmente, esse subgrupo pode ser caracterizado pela menor tolerância à seca.

Finalmente, o quinto grupo (G5) também se divide em dois subgrupos, A e B. G5A reúne o LCRSC e porta-enxertos com produção alta, alta tolerância à seca, com exceção de TSKC x CTARG - 020, SS médio, com exceção do Sunki Tropical com maior SS, alto RS, EfP média a baixa, e vigor médio a alto. Já o G5B é composto por LCRC x CTSW – 009, TSKC x CTQT 1439 – 014 e HTR - 208 com alta produção de frutos, tolerantes à seca, SS médio a baixo, alto RS, tamanho de planta médio a alto, mas diferindo dos demais porta-enxertos pela EfP que supera a induzida por LCRSC. Portanto, G5 representa os porta-enxertos mais vigorosos, produtivos e tolerantes à seca, embora a qualidade de suco seja menor, sendo G5B os mais eficientes em produção por volume de copa.

Os grupos G1 e G2 representa os porta-enxertos de melhor desempenho agrônômico com menor porte da planta. Contudo, apesar de não incluso da relação dos porta-enxertos que foram avaliados incompatibilidade de enxertia, o TSKC x CTSW – 058 apresentou alto grau de incompatibilidade e desta maneira, deixando de ser uma possível indicação de substituto do LCRSC em cultivo de sequeiro no norte do estado de São Paulo.

DISCUSSÃO

Os trifoliatas induzem, na maioria das vezes, porte menor às copa neles enxertados (Diez & Muller, 1990). Koller et al. (1999), ao avaliarem o desenvolvimento de três porta-enxertos em diferentes espaçamentos em laranja ‘Valência’ no Rio Grande do Sul, observaram que *Poncirus trifoliata* apresentou plantas de menor tamanho de copa quando comparado ao limoeiro ‘Cravo’. Respostas similares foram obtidas nesta pesquisa quando se comparam alguns dos híbridos de trifoliatas ao LCRSC.

A utilização de alguns híbridos de tangerinas Sunki ou Cleópatra com *P. trifoliata*, conhecidos como citrandarins, visa reunir atributos positivos das tangerinas como qualidade de

fruto, tolerância ao declínio e ao exocorte, com fatores positivos dos trifoliatas, como resistência à gomose, imunidade à tristeza e porte de plantas reduzido (Pompeu Júnior, 2005).

Os híbridos de *P. trifoliata* Flying Dragon apontaram tamanho de plantas pequeno atendendo aos critérios de nanismo sugeridos por Castle & Phillips (1977). A característica que confere o nanismo ao Flying Dragon é originada a partir de uma mutação nos genes de crescimento das plantas de trifoliata, passando para gerações seguintes, com características marcantes do genótipo, o nanismo, considerado por muitos autores como o único porta-enxerto verdadeiramente ananicante, capaz de formar plantas com alturas inferiores a 2,5m (Cheng & Roose, 1995; Pompeu Júnior, 2005). Segundo Pompeu Júnior (2005), o mecanismo indutor do nanismo em geral é ainda desconhecido, mas pode também estar ligado ao grau de afinidade entre copa e porta-enxerto e característica essa, passada para seu ascendente. Além dessas características, esse porta-enxerto possui lento desenvolvimento não apenas no campo, mas também no viveiro, retardando muito o tempo de produção da muda (Parolin et al., 2017).

Os híbridos de *C. sunki* x *P. trifoliata* Flying Dragon estudados tiveram boa produção de frutos, alta qualidade de frutos e alta eficiência produtiva de frutos, mas apresentaram alta sensibilidade à seca, ponto negativo quando se relata algo destes porta-enxertos (Stuchi et al., 2003). À exceção do TSKC x TRFD – 003, classificado como semiananicante, que apresentou reação à seca similar a de LCRSC, e podendo ser considerado para cultivo de sequeiro enquanto os demais híbridos ananicantes parecem depender da irrigação para alcançar uma melhor performance, tal qual ocorre com o trifoliata Flying Dragon (Stuchi et al., 2003).

O bom desempenho da laranja doce ‘Valência’ enxertada no cruzamento de tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* foram encontrados por Chaparro-Zambrano et al. (2015) que apesar do tamanho, apresentou alta produção e alta eficiência produtiva de frutos. Pompeu Júnior; Blumer (2009) ao avaliar híbridos de trifoliata como porta-enxertos para a laranjeira ‘Valência’, destacaram que estes porta-enxertos apresentaram baixa produção quando comparado com limoeiro Cravo devido ao menor porte das plantas. Porém, cruzamentos com *P. trifoliata* neste trabalho, apresentaram boa produção de frutos, como é o caso do TSKC x TRFD – 003 (semelhante ao LCRSC), TSKC x TRFD – 006 e 007 (produção inferior ao LCRSC, mais apresentando alta e similar eficiência produtiva de frutos, respectivamente, além de conferir menor tamanho de plantas), apresentando ainda, teores de sólidos solúveis iguais ou superiores ao limoeiro Cravo.

Pompeu Júnior & Blumer (2009), ao estudarem o desempenho da laranja doce ‘Valência’ enxertada em diferentes porta-enxertos híbridos de trifoliata, apontaram que estes cruzamentos induzem alta concentração de sólidos solúveis nos frutos da copa. Nesta pesquisa, os híbridos HTR - 207, TSKC x TRFD – 007, 006 e 003 e mais o TSKC x TRBK – 006 apresentaram concentração de sólidos solúveis superior ao limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’ com exceção do TSKC x TRFD – 003 (semelhante ao padrão), resultado importante no contexto qualidade de fruto. Os híbridos TSKC x TRFD – 006 e 007 são sensíveis a seca e necessitam de irrigação complementar. Porém, o porta-enxerto TSKC x TRFD – 007 e o TSKC x CTSW – 058 apresentou grau médio de incompatibilidade com linha muito acentuada separando copa e porta-enxerto e desta forma, necessitando de mais estudos em relação ao mesmo.

Os porta-enxertos LCRC x CTSW – 009, TSKC x CTQT 1439 – 014 e HTR – 208, mesmo classificados como estandarde ou superestandarde [similar e superiores ao LCRSC, respectivamente, pela classificação de Castle & Phillips (1977)], apresentaram produção de fruto similar ou superior ao LCRSC, respectivamente e, também, alta tolerância à seca, índice tecnológico e eficiência produtiva de frutos próximos ao LCRSC. Já, para volume de copa o HTR - 208 foi similar e LCRC x CTSW – 009 foi inferior ao LCRSC e valores semelhantes de sólidos solúveis. Apesar de não se enquadrar dentro dos objetivos (seleção de materiais de menor porte), estes porta-enxertos podem vir a ser uma alternativa para cultivos convencionais como substitutos do limoeiro Cravo.

Os porta-enxertos LCRC x LRF – 034 e TSKC x (LCR x TR) – 040 apresentaram alta produção de frutos, alta tolerância a seca, sólidos solúveis similar ao LCRSC e menor tamanho de plantas. Enquanto, o TSKFL x CTARG – 029 apresentou alta produção de frutos, alta tolerância

a seca, alta eficiência produtiva de frutos, menor tamanho de plantas, apesar de rendimento de suco inferior ao LCRSC.

O citrandarin TSKC x TRBK – 006 apresentou baixa produção de frutos, teores de sólidos solúveis totais, *ratio*, índice tecnológico de frutos e eficiência produtiva de frutos superior ao LCRSC, porém, apresentou baixa tolerância a seca, necessitando talvez, de irrigação complementar. Respostas distintas foram obtidas por Pompeu Júnior et al., (2002) ao avaliar Sunki x Benecke (HRS 812) em seu trabalho, “Laranjeiras Valência enxertadas em híbridos de trifoliata”. E por Wutscher & Bowman (1999), apontando o bom desempenho do citrandarin Sunki x Benecke tanto na produção e quanto na qualidade de frutos.

Os híbridos MXWL x LHA – 001 e TSKC x LHA – 007 induziram similar e menor tolerância à seca, volume de copa similar ao LCRSC, sólidos solúveis e índice tecnológico maior no TSKC x LHA – 007, enquanto que, para o porta-enxerto MXWL x LHA – 001 estas características foram similares ao LCRSC. Este cruzamento foi estudado em copa de laranja Pêra nas condições dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe por Carvalho et al. (2016), onde o MXWL x LHA - 001 e seu irmão gemano, MXWL x LHA – 004, que ao ser comparados com o limoeiro Cravo, apresentaram baixa produção e eficiência de frutos. No mesmo trabalho descritos por estes autores, o cruzamento entre tangerina Sunki comum e laranja Valência (TSKC x LHA – 006), apresentou baixa altura de plantas, baixo volume de copa, alta eficiência produtiva de frutos e produção inferior ao limoeiro Cravo.

Com base nos cálculo de projeção do espaçamento adequado para citros segundo De Negri & Blasco (1991), adota-se diâmetro + 2,5m entre linha e diâmetro x 0,75 aceitando a sobreposição de copa da ordem de 25% para que permita a densidade de plantio, o que favorece a um retorno mais rápido do investimento, além de trazer menos prejuízos aos produtores em relação à menor longevidade dos pomares por conta, na maioria das vezes, do estresse hídrico e incidência de pragas e doenças. Neste critério, apenas os porta-enxertos TSKC x TRFD – 006 e 007 e TSKC x CTSW – 058 (ananicantes) e o TSKC x TRFD – 003 permitiram um adensamento viável economicamente, com aumento de produção de 21,17, 9,77, 18,17 e 26,58%. Desta forma, para um bom desempenho do pomar é necessário adotar densidades de plantio diferentes para cada porta-enxerto, por apresentar diâmetros e altura de copa por muitas vezes diferentes um do outro, favorecendo ao produtor, custos com mão de obra, tratos culturais e inspeções fitossanitárias (Pompeu Júnior, 2005). Neste sentido, Pompeu Júnior (2005) afirma ainda, que porta-enxertos ananicantes e semiananicantes vem sendo uma opção dentro do melhoramento genético de citros, por favorecer o adensamento de plantio e diversas operações, como colheita e tratos fitossanitários.

Nas condições desse experimento, 10% porta-enxertos híbridos foram selecionados entre os ananicantes e semiananicantes com potencial de uso com laranja Valência, sobretudo em plantios adensados com irrigação, à exceção de TSKC x TRFD-003 que tolerou mais a condição de sequeiro. Contudo, os porta-enxertos LCRC x CTSW – 009, TSKC x CTQT 1439 - 014 e HTR - 208 tiveram destaque em relação ao conjunto de características avaliadas (produção, tolerância à seca e qualidade), mesmo classificados como vigorosas frente ao LCRSC. Desta forma, se faz necessário novos estudos com este conjunto de porta-enxertos em outras regiões ou até mesmo, outras copas, para que possa, talvez, expressar uma melhor desempenho em relação ao limoeiro Cravo.

CONCLUSÕES

Os híbridos TSKC x TRFD – 006, TSKFL x CTTR – 017, TSKC x TRBK – 006 e TSKC x CTSW – 031 induziram além do baixo tamanho de planta, boa qualidade de fruto e alta eficiência produtiva de frutos e poderia vir a ser utilizado com irrigação.

O híbrido TSKC x TRFD – 003 pode ser empregado em condições de sequeiro como porta-enxerto semianicante em cultivo de sequeiro no norte do estado de São Paulo, Brasil.

AGRADECIMENTOS

A Citrosuco S/A Agroindústria e funcionários da Fazenda Muriti, pelo suporte técnico e disponibilidade da área, para a Embrapa Mandioca e Fruticultura, pelo apoio financeiro e para a

Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro pelo apoio técnico e a CAPES-Embrapa, para a bolsa de doutorado do primeiro autor.

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, A.T., Gonçalves, C., Paterniani, M.E.A.G.Z., Tucci, M.L.S.A, Castro, C.E.F. (Eds.), 2014. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Campinas: Instituto Agrônomo (Boletim IAC, 200), 7, 438-447.

Carvalho, L.M., Carvalho, H.W.L., Soares Filho, W.S., Martins, C.R., Passos, O.S. 2016. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 51, 2, 132-141.

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

Castle, W.S., Phillips, R.L. 1977. Potentially dwarfing rootstocks for Florida citrus. Proceeding International Society Citriculture, 2, 558-561.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (2018). Clima dos municípios paulistas: Colômbia. Disponível: < https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_137.html >. Acessado em: 10 de Setembro de 2018.

Chaparro-Zambrano, H.N, Velázquez, H.A, Orduz-Rodríguez, J.O. 2015. Desempenho da laranja 'Valência' enxertada em diferentes porta-enxertos, Colômbia Planície Tropical. 2001-2013. Agronomía Colombiana, 33, 43-48.

Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V., Niknafs, A. (2013) NbClust: An examination of indices for determining the number of clusters. R pack ageversion 1.4. Disponível em: <http://cran.r-project.org/web/packages/NbClust/index.html>.

Cheng, F.S., Roose, M.L. 1995. Origin and inheritance of dwarfing by the Citrus Rootstock *Poncirus trifoliata* 'Flying Dragon'. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 120, 2, 286-291.

Cruz, C.D. 2008. Programa genes (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV.

Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. 2004. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 3, 1, 480.

De Negri, J.D., Stuchi, E.S., Blasco, E.E.A. 2005. Planejamento e implantação do pomar cítrico. In: Mattos Júnior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Júnior, J. Citros. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 410-427.

Diez, J.C., Müller, I.A. 1990. Performance preliminar de laranja Valência enxertada sobre 44 porta-enxertos. In: Seminário Internacional de Citros, I., 1990, Bebedouro. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 123-133.

Fadel, A.L., Mourao Filho, F.A.A., Stuchi, E.S., Ramos, Y.C. 2018. Produção de laranja 'Valência' sobre 41 porta-enxertos no norte do estado de São Paulo. Pesq. agropec. bras. Brasília, 53, 6, 774-778.

Fundecitrus (Fundo de Defesa da Citricultura). Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro 2017/2018. Retrato dos pomares de abril de 2018 / Fundo de Defesa da Citricultura, 2018, p. 29. Disponível em: < http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2017_12_05_Invent%C3%A1rio_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2017-2018.pdf >. Acesso em: 10 de Setembro de 2018.

Girardi, E.A., Cerqueira, T.S., Cantuarias-Avilés, T.E., Silva, S.R., Stuchi, E.S. 2017. Sunki

mandarin and Swingle citrumelo as rootstocks for rain-fed cultivation of late-season sweet orange selections in northern São Paulo state, Brazil, 76, 501-511.

Gower, J.C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics*, 27, 857 - 874.

Koller, O.C., Schwarz, S.F., Panzenhagen, N.V. 1999. Espaçamento de plantio para a laranjeira 'Valência' enxertada em três porta-enxertos. *Revista Agronomia*. Porto Alegre, 12, 1, 9-31.

Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and generalized regression approach. *Cancer Research*, Birmingham, 27, 2, 209-220.

Mingoti, D.C. 2005. *Análise de Dados através de Métodos de Estatística Multivariada*. Ed. UFMG.

Neves, M.F, Trombin, V.G, Lopes, F.F, Kalaki, R, Milan, P. 2010. O retrato da citricultura brasileira. São Paulo.

Oliveira, E.M., Souza, E.S., Girardi, E.A., Soares Filho, W.S., Santos, M.G., Passos, O.S. 2012. Incompatibilidade de combinações copa e porta-enxerto de citros. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1, 1-4.

Parolin, L.G., Girardi, E.A., Stuchi, E.S., Costa, D.P., Jesus, C.A.S., Reiff, E.T., Sempionato, O.R., Dobre, R.P., Mingotte, F.L.C., Passos, O.S., Soares Filho, W.S. 2017. Produção de mudas de citros em viveiro protegido, utilizando diferentes combinações de copa e de porta-enxerto. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e Fruticultura*, 84, 33. Cruz das Almas, BA.

Pearce, S.C., Dobersek-Urbanc, S. 1967. The measurements of irregularity in growth and cropping. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, 42, 295-305.

Pompeu Júnior, J. 2005. Porta-enxertos. In: Mattos Júnior, D., De Negri, J. D., Pio, R.M., Pompeu Júnior, J. (Ed.). *Citros*. Campinas: Instituto Agrônomo: Fundag, 61-104.

Pompeu Júnior, J., Blumer, S. 2009. Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para a laranjeira Valência. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, 44, 7, 701- 705.

Pompeu Júnior, J., Laranjeira, F.F., Blumer, S. 2002. Laranjeira 'Valência' enxertadas em híbridos de trifoliata. *Scientia Agricola*, 59, 93-97.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

Ramos, Y.C., Stuchi, E.S., Girardi, E.A., Leão, H., Gesteira, A.D.S., Passos, O.S., Soares Filho, W.D.S. 2015. Dwarfing rootstocks for Valencia sweet orange. *Acta Horticulturae* 1065: 351-354.

SAS Institute INC.SAS/STATTM 1995. SAS - User's guide for windows environment. 6.11 ed. Cary: SAS Institute.

Schinor, E.H., Cristofani-Yaly, M., Bastianel, M., Machado, M.A. 2013. Sunki Mandarin vs *Poncirus trifoliata* hybrids as rootstocks for Pera sweet orange. *Journal of Agricultural Science*, 5, 190-200.

Sneath, P.H., Sokal, R.R. 1973. *Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification*. San Francisco: W.H. Freeman.

Soares Filho, W.S., Stuchi, E.S., Ramos, Y.C., Girardi, E.A., Gesteira, A.S., Passos, O.S. (2011). Porta-enxertos semiananizantes para laranjeira 'Valência'. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 6., 2011, Búzios. Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil: [Anais]. Búzios: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas. 1-CD ROM.

Sokal, R.R., Rohlf, F.J. 1962. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon*, 11, 33-40.

STATSOFT INC. (2005) Statistica for Windows (data analysis software system), version 7.1. Statsoft, Tulsa, Oklahoma (USA).

Stuchi, E.S., Donadio, L.C., Sempionato, O.R. 2003. Performance of Tahiti lime on *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* Flying Dragon in four densities. *Fruits*, 58, 13-17.

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

Wutscher, H.K., Bowman, K.D. 1999. Performance of 'Valência' orange on 21 rootstocks in Central Flórida. *HortScience*, 34, 622-624.

Xu, Q, Chen, L., Chen, Ruana, X. et al. (2013). The draft genome of sweet orange (Citrus sinensis). *Nature Genetics*, 45, 1, 59-66.

Zekri, M. (2000) Citrus rootstocks affect scion nutrition, fruit quality, growth, yield and economical return. *Fruits*, Les Ulis Cedex, 55, 4, 231–239.

SUPORTE DE LEGENDAS E INFORMAÇÕES DAS FIGURAS – Artigo 2

Figura 1. Média mensal de temperaturas do ar (máximo, mínimo e médio) e precipitação pluviométrica da área experimental no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2017. Colômbia, SP.

Figura 2. Dendrograma (A), gráfico dos escores da análise por PCA (B), coeficientes de ponderação das variáveis (C) obtido pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages) a partir das medidas de dissimilaridade das variáveis: produção média (Prod), eficiência produtiva de frutos (Efp), rendimento de suco (RS), nota de tolerância à seca, altura e sólidos solúveis totais (SS) em relação a 51 porta-enxertos de citros em copa Valência observados de 2010 a 2015 no norte do estado de São Paulo. CCC = 0,6974**. Onde: G1 – 126 - TSKC x CTSW – 031, 137 - TSKC x TRFD – 007, 102 - HTR - 207 (mãe TSKC x ?), 145 - TSKC x CTCM – 008; G2 – 141 - TSKC x TRFD – 006, 149 - TSKC x TRFD – 003, 103 - TSKC x (LCR x TR) – 016, 127 - TSKC x CTSW – 058, 144 - TSKFL x CTTR – 017; G3 – 118 - TSKFL x CTC13 – 012; G4 – G4A - 138 - TSKFL x CTSW – 004, 124 - LRF x (LCR x TR) – 004, 125 - TSKC x CTSW – 025; 129 - TSKC x CTQT 1439 – 003. G4B - 106 - TSKC x CTSW – 017, 107 - TSKC x CTSW – 018, 133 - TSKFL x CTTR – 004, 110 - TSKC x CTTR – 028, 123 - TSKFL x CTTR – 006, 147 - TSKC x TRBK – 006, 140 - TSKFL x CTTR – 022, 105 - TSKC x CTSW – 022, 117 - TSKFL x CTTR – 021, 113 - TSKFL x CTC13 – 005, 142 - TSKC x CTTR – 029, 155 - Tangerina ‘Sunki’ x ‘Allemow’, 134 - TSKC x CTARG – 069, 115 - TSKFL x CTARG – 023, 119 - TSKC x CTSW – 053, 132 - TSKC x (LCR x TR) – 020, 128 - TSKC x CTSW – 057, 143 - TSKC x CTARG – 015, 101 - TSKC x CTSW – 036, 130 - LVKC x CTSW – 009, 150 - TSKFL x CTTR – 013, 139 - TSKC x CTARG – 019, 122 - TSKC x LHA – 007, 151 - TSKC x CTTR – 012, 136 - TSKFL x CTSW – 009, 146 - TSKC x CTARG – 081; G5 - G5A - 112 - MXWL x LHA – 001, 131 - TSKC x (LCR x TR) – 040, 135 - TSKFL x CTARG – 029, 51 – Limoeiro Cravo Santa Cruz, 120 - LCRC x LRF – 034, 111 - TSKC x CTARG – 020, 71 - Sunki Tropical, 108 - HTR - 206 (mãe TSKC x ?). G5B - 104 - HTR - 208 (mãe TSKC x ?), 114 - TSKC x CTQT 1439 – 014 e 148 - LCRC x CTSW – 009.

SUPORTE DE LEGENDAS E INFORMAÇÕES DAS TABELAS – Artigo 2

Tabela 1 - Códigos de identificação e parentais de 51 porta-enxertos de citros estudados em combinação com a copa de laranjeira Valência no norte do estado de São Paulo.

Tabela 2. Tamanho das plantas (2015), produção média (2010-2015) e eficiência produtiva de frutos (2010-2015) de laranjeira ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos. Colômbia, SP.

Tabela 3. Tolerância à seca (2011-2017) exceto 2013 e 2015, taxa de sobrevivência (2017) e índice de alternância de produção de laranjeira ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos. Colômbia, SP.

Tabela 4. Massa do fruto (Mf), diâmetro do fruto (Df), altura do fruto (Altf), rendimento de suco (RS), sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (Act), *ratio* e índice tecnológico (It) de frutos da laranja ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos no período de 2010 a 2015, exceto 2014. Colômbia, SP.

Tabela 5. Valores médios de sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (Act), *ratio* e índice tecnológico (It) de frutos da laranja ‘Valência IAC’ sobre 51 porta-enxertos no período de 2010 a 2015, exceto 2014. Colômbia, SP.

CAPÍTULO 3:
**ÍNDICES NÃO PARAMÉTRICOS PARA SELEÇÃO DE PORTA-ENXERTOS HÍBRIDOS
DE CITROS**

Índices não paramétricos para seleção de porta-enxertos híbridos de citros ⁽¹⁾

DANILO PEREIRA COSTA ⁽³⁾; LUCAS DE OLIVEIRA RIBEIRO ⁽²⁾; CARLOS ALBERTO DA SILVA LEDO ^(4*); EDUARDO SANCHES STUCHI ^(4,5); EDUARDO AUGUSTO GIRARDI ^(4*); ABELMON DA SILVA GESTEIRA ⁽⁴⁾; MAURÍCIO ANTÔNIO COELHO FILHO ⁽⁴⁾; WALTER DOS SANTOS SOARES FILHO ⁽⁴⁾.

1 - Parte da Tese de doutorado do primeiro autor;

2 - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Cruz das Almas, BA, Brasil;

3 - Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Ilhéus, BA, Brasil;

4 - Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Caixa Postal 007, 44.380-000, Cruz das Almas (BA). (*) Autor correspondente: E-mail: ledocnmpmf.embrapa.br; eduardo.girardi@embrapa.br;

5 - Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, Bebedouro, SP, Brasil.

RESUMO

A seleção de porta-enxertos de citros baseia-se na análise uni ou multivariada de uma série de atributos hortícolas de interesse. O objetivo do trabalho foi avaliar cinco índices de seleção não paramétricos para selecionar porta-enxertos híbridos de citros em copa Valência avaliados com base em características hortícolas de maior relevância. Foram avaliados 46 porta-enxertos híbridos de citros enxertados com laranja Valência em condição de sequeiro em Colômbia-SP. As médias dessas variáveis em 2009-2015 foram empregadas no cálculo dos índices multiplicativo (ISE), soma de classificação (ISM), distância genótipo-ideótipo (ISG) e ranqueamento, neste caso calculado de duas maneiras (IRC₁ baseado em médias simples e IRC₂ baseado em normalização linear). Os índices ISE, ISM, IRCs e ISG foram eficientes para classificar porta-enxertos híbridos de citros. A correlação de Spearman apontou similaridade entre a maioria dos índices não paramétricos. A maior similaridade ocorreu entre IRC₁ e IRC₂ (0,90**). O índice de ranqueamento IRC₁ e IRC₂ propiciam uma classificação mais coerentes dos híbridos de citros. O IRC₂ permitiu uma classificação mais próxima do real, selecionando porta-enxertos mais produtivos, tolerantes a seca, com boa eficiência produtiva e padrões de qualidade aceitáveis pela indústria. Os porta-enxertos Sunki x English Palmira – CO, citrandarin Índio e San Diego, TSKC x CTSW – 028 e – 041, TSKC x (LCR x TR) – 017 e – 059, limoeiro Cravo CNPMF – 004, tangerina Sunki Tropical, foram superiores ao limoeiro Cravo Santa Cruz, mostrando-se como promissores para cultivo de sequeiro no norte do estado de São Paulo.

Palavras-chave: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, variabilidade genética, índice de seleção, melhoramento genético.

ABSTRACT

Non-parametric indices for the selection of citrus hybrid rootstocks

The selection of citrus rootstocks is based on the uni or multivariate analysis of a series of horticultural attributes of interest. The objective of this study was to evaluate five non-parametric selection indices to select citrus hybrids in Valencia crown evaluated on the basis of horticultural characteristics of greater relevance. We evaluated 46 hybrid rootstocks of citrus grafted with Valencia orange in dryland condition in Colombia-SP. The means of these variables in 2009-2015 were used to calculate multiplicative indexes (ISE), classification sum (ISM), genotype-ideotype distance (ISG) and ranking, in this case calculated in two ways (IRC₁ based on simple means and IRC₂ based on linear normalization). The ISE, ISM, IRCs and ISG indices were efficient to classify hybrid citrus rootstocks. Spearman's correlation showed similarity among most non-parametric indices. The highest similarity occurred between IRC₁ and IRC₂ (0.90 **). The ranking index IRC₁ and IRC₂ provide a more coherent classification of citrus hybrids. IRC₂ allowed a closer classification of the real, selecting more productive, drought-tolerant rootstocks with good productive efficiency and industry-accepted quality standards. The rootstocks Sunki x English Palmira - CO, citrandarin Índio and San Diego, TSKC x CTSW - 028 and - 041, TSKC x (LCR x TR) - 017 and - 059, Rangpur lime CNPMF - 004, Sunki Tropical mandarin, were superior to the Santa Cruz Rangpur lime, showing themselves as promising for rainfed cultivation in the north of the state of São Paulo.

Keywords: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, genetic variability, selection index, breeding.

58 INTRODUÇÃO

59 Apesar de sua importância econômica, a citricultura brasileira se depara com a
60 vulnerabilidade face à sua restrita variabilidade genética, em variedades de porta-enxerto
61 (Pompeu Júnior & Blumer, 2009). Os programas de melhoramento genético no país vêm
62 introduzindo e obtendo porta-enxertos híbridos que devem conjugar, entre outros atributos de
63 interesse: tolerância a diversas doenças (tristeza dos citros, morte súbita dos citros (MSC),
64 declínio, ao nematoide dos citros *Tylenchulus semipenetrans* (Cobb), aos viroides da exocorte e
65 xiloporose, à gomose de *Phytophthora* spp.), tolerância à seca, facilidade de obtenção de
66 sementes com alta taxa de poliembrião, compatibilidade com todas as variedades copa, redução
67 de tamanho da copa, produção precoce e alta produtividade de frutos com elevada qualidade para
68 processamento industrial (Soares Filho et al., 2003c; Pompeu Júnior, 2005; Castle, 2010).

69 Como a obtenção de híbridos que apresentem bom desempenho em vários caracteres
70 concomitantes não é tarefa fácil, é necessário utilizar métodos que facilitem a seleção de
71 genótipos superiores. Em função da dificuldade de gerar populações híbridas e de selecionar
72 indivíduos promissores, especialmente em razão da ocorrência de esterilidade e depressão
73 genética, tem-se dado preferência ao uso de parentais femininos monoembriônicos nos
74 cruzamentos (Spiegel-Roy; Goldschmidt, 2008), preferencialmente com menor nível de
75 heterozigosidade. Isso permite maior previsibilidade nos resultados de seus cruzamentos, dando
76 origem a expressivas quantidades de híbridos com bom vigor e relativa uniformidade (Chen et
77 al., 2008; Hussain et al., 2012; Soares Filho et al., 2013).

78 Os índices de seleção são estabelecidos por meio da combinação simultânea de vários
79 caracteres de interesse, o que permite efetuar de maneira eficiente a seleção de materiais
80 promissores (Cruz; Regazzi, 2001; Vilarinho et al., 2003).

81 Em 1936, foi criado o primeiro índice de seleção (Smith, 1936) e, a partir daí, outros
82 foram desenvolvidos para uso em situações específicas (Lin, 1978; Garcia; Souza Júnior, 1999), e,
83 são denominados índices paramétricos (Vilarinho et al., 2003). O emprego desses índices é
84 apropriado quando os genótipos e/ou híbridos formam uma amostra aleatória. Os índices não-
85 paramétricos, por outro lado, não requerem essas estimativas e podem ser aplicados tanto a
86 amostras aleatórias quanto a genótipos e/ou híbridos selecionados (amostra fixa).

87 O índice multiplicativo (Elston, 1963) considera todos os caracteres avaliados com o
88 mesmo peso e estimativas de parâmetros genéticos, classificando os genótipos para todos os
89 caracteres ao mesmo tempo, permitindo efetuar a seleção exclusivamente com base em um único
90 valor.

91 O índice de Mulamba & Mock (1978) consiste em classificar os valores encontrados para
92 cada variável seguindo o grau de sua importância, através de escalas de notas (1, 2, 3,...n), sendo
93 “n” igual ao número de tratamentos. Posteriormente, somam-se os valores individuais de
94 classificação para cada caráter avaliado para cada tratamento. Ao classificar, ranqueia-se do
95 maior para o menor valor, no intuito de obter os números relativos totais a categorização de cada
96 genótipo.

97 O índice com base na distância genótipo-ideótipo (Schwarzbach, 1972) consiste em fixar
98 um valor ideal para cada caráter, criando, desse modo, um genótipo ideal, ou ideótipo. Pode-se
99 utilizar para este índice as medidas da distância euclidiana ou de Mahalanobis para o cálculo das
100 dissimilaridades. Os genótipos que apresentarem os menores valores na matriz com relação ao
101 ideótipo são selecionados.

102 No melhoramento genético de citros, a seleção de novos porta-enxertos muitas vezes se
103 baseia na experiência do melhorista, de modo empírico, e em análises univariadas clássicas para
104 um extenso conjunto de caracteres e, em poucos casos, em análises multivariadas. Contudo, a
105 aplicação de índices de seleção vem sendo investigada, a exemplo de Caputo et al. (2012), que
106 utilizaram um índice de desempenho para selecionar cultivares de laranja doce de maturação
107 precoce, e Costa et al. (2016) que selecionaram porta-enxertos de híbridos de citros. O método
108 consiste no ranqueamento de genótipos com base em um conjunto de variáveis de maior
109 relevância, a que se atribui um peso matemático. Para o processamento industrial, as variáveis
110 mais importantes a serem consideradas são o rendimento em suco, a produção de frutos, o *ratio*, a
111 eficiência produtiva de frutos, a concentração de sólidos solúveis totais no suco, a tolerância à

112 seca, o tamanho de planta e o índice tecnológico, ou seja, a quantidade de sólidos solúveis por
 113 caixa-padrão de 40,8 kg de laranja (Auler et al., 2008; Tazima et al., 2009; Castle, 2010; Khalid
 114 et al., 2012).

115 A aplicação de índices de seleção é citada em trabalhos com outras culturas, como o
 116 milho (Dovale et al., 2011), café (Ferreira et al., 2005) e fruteira-pão (Oliveira, 2015). No
 117 entanto, há poucos relatos da aplicação dessa metodologia para seleção de cultivares copa e
 118 porta-enxertos de citros. O emprego de índices de seleção no melhoramento genético dos citros
 119 pode vir a ser uma ferramenta para auxiliar o melhorista na tomada de decisões mais adequadas
 120 quanto à seleção de porta-enxertos que agreguem no mesmo indivíduo alta produção e outras
 121 características de interesse. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar cinco índices de
 122 seleção não paramétricos para selecionar porta-enxertos híbridos de citros em copa Valência
 123 avaliados com base em características hortícolas de maior relevância.

124

125 MATERIAIS E MÉTODOS

126 O experimento foi instalado em área comercial no município de Colômbia-SP, Brasil
 127 (latitude 20°19'22" S, longitude 48°41'10" W e altitude 492 m). De acordo com a classificação
 128 Köppen (CEPAGRI, 2018), o clima é Aw, tropical, chuvoso, com um inverno seco, com
 129 precipitação anual média de 1.322 mm e temperatura média de 26,3 °C. A implantação do
 130 experimento ocorreu em 2007, com espaçamento de 6,0 m x 2,5 m em latossolo vermelho-escuro,
 131 A moderado, textura média a argilosa, sem irrigação. As práticas de produção foram típicas para
 132 o cultivo de laranja para estado de São Paulo. O delineamento experimental utilizado foi em
 133 blocos casualizados, com 46 tratamentos (porta-enxertos), três repetições e cinco plantas por
 134 parcela.

135 A variedade copa foi a laranja doce 'Valência IAC' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] e foram
 136 avaliados 46 híbridos e espécies de citros selecionados com potencial de uso como porta-enxertos
 137 pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura
 138 (Tabelas 1 a 5). O limoeiro Cravo Santa Cruz (*Citrus limonia* Osbeck) foi considerado como
 139 variedade comercial de referência.

140 As avaliações foram feitas anualmente no período de 2009 a 2015. Seis variáveis de
 141 interesse comercial para processamento de suco foram escolhidas: produção acumulada (Prod),
 142 eficiência produtiva de frutos (EfP), concentração de sólidos solúveis totais (SS), rendimento de
 143 suco (RS), tolerância à seca (S) e altura da planta (Alt). A produção acumulada foi obtida por
 144 pesagem em balança digital e os resultados expressos em kg de frutos por planta nas safras de
 145 2009 a 2015. EfP foi calculada pela divisão da produção de frutos por planta pelo volume da copa
 146 (V), expressos em kg m⁻³ (2009-2015). A qualidade dos frutos foi avaliada pela média das safras
 147 de 2009 a 2015 e SS foi obtido por leitura direta em refratômetro digital Palette PR-101 (Atargo),
 148 expresso em °Brix. RS foi obtido pela relação entre massa do suco/massa do fruto. As avaliações
 149 visuais de 'S' foram realizadas de 2010 a 2017 exceto 2015, sendo obtidas por meio de notas
 150 visuais, que variaram de 1 a 3, para plantas sensíveis, mediantemente tolerantes e tolerantes,
 151 respectivamente, segundo metodologia utilizada por STUCHI (1999). Altura (Alt) e diâmetro
 152 médio (D) da copa das plantas foram medidos com uma régua graduada e posteriormente
 153 calculou-se $V=(2/3)*\pi*(D^2/4)*Alt$.

154 Os dados médios foram submetidos à análise de variância por meio do programa SAS
 155 (SAS INSTITUTE INC. 2002 – 2008) para obtenção das médias e significância das variáveis
 156 pelo teste de Scott-Knott a 1 e 5% de probabilidade para serem empregados nos cálculos dos
 157 índices descritos abaixo.

158 O índice multiplicativo [(Elston, 1963) – ISE], dado pela expressão:

159

$$160 I_{Ei} = \log \prod_{j=1}^m (x_{ij} - k_j) = \log [(x_{i1} - k_1)(x_{i2} - k_2) \cdots (x_{in} - k_n)]$$

161 Em que I_{Ei} denota o índice multiplicativo, X_{ij} é a média do caráter j, mensurado no genótipo i, e
 162 k_j é o menor valor selecionável:

163

$$k_j = \frac{n(\text{mín. } x_{ij}) - \text{máx. } x_{ij}}{n-1}$$

164

165 Onde n é o número de genótipos, e mín. x_{ij} e máx. x_{ij} são, respectivamente, a menor e a maior
166 média do caráter j .

167

168 O índice de soma de classificação [(Mulamba & Mock, 1978) – ISM] é dado pela
169 expressão:

170

$$I_{MMi} = \sum_{j=1}^m n_{ij}$$

171

172 em que I_{MMi} é o índice de soma de classificação, e n_{ij} é o número de classificação do genótipo i
173 com relação ao caráter j .

174

175 No índice com base na distância genótipo-ideótipo [(Schwarzbach, 1972) – ISG], adotou-
176 se a distância euclidiana:

177

$$D_{ii} = \sqrt{\sum_{j=1}^m d_{ij}^2}$$

178

179 em que D_{ii} é a distância euclidiana entre o genótipo i e o ideótipo I , e d_{ij} é o desvio padronizado
180 entre a média do caráter j , mensurada no genótipo i (x_{ij}), e o valor atribuído ao ideótipo nesse
181 caráter (x_{ij}), ou seja, $d_{ij} = (x_{ij} - x_{ij}) / \sigma_j$. A padronização evita que caracteres medidos em
182 unidades maiores exerçam uma influência maior que os demais sobre o valor do índice e,
183 consequentemente, sobre a classificação dos genótipos (Lessa et al., 2017).

184

185 Os valores utilizados como ideótipo para o cálculo foram baseados em informações
186 disponibilizadas pela Citrosuco (dados não publicados) em parceria com a Embrapa Mandioca e
187 Fruticultura. Os valores atribuídos ao ideótipo foram: > 11 °Brix para sólidos solúveis totais,
188 rendimento de suco > 50 %, produção acumulada > 250 kg/pl, eficiência produtiva de frutos > 4
189 kg/m³, tolerância à seca com base em avaliação visual ≥ 2 e altura de copa de 3 m. O peso
190 atribuído a fórmula foi dada em função da importância dos caracteres, sendo eles: Prod = EfP >
191 SS = RS > S > Alt.

191

192 O índice de ranqueamento de Costa et al., 2016 (IRC) foi modificado seguindo dois
193 cálculos diferentes, dados pela expressão:

193

$$IRC_1 = ((\text{Prod} * 0,2) + (\text{EfP} * 0,2)) + ((\text{SS} * 0,15) + (\text{RS} * 0,15)) + (\text{S} * 0,2) + ((1/\text{Alt}) * 0,1).$$

194

195 Os pesos atribuídos para cada variável foram definidos de acordo com sua importância
196 horticultural segundo os autores, sendo que o somatório dos pesos é igual a 1 (médias simples).
197 Para IRC_2 os dados passaram por normalização linear para o intervalo [0, 1] por $F(X_i) = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$.

198

199 Após o cálculo de cada índice, efetuou-se a classificação dos genótipos com base nas
200 recomendações de Garcia; Souza Júnior (1999). Com isso, calcularam-se os coeficientes de
201 correlação de Spearman entre índices para verificar o grau de concordância entre eles, e testou-se
202 a significância das estimativas a 1% e 5% de probabilidade (Costa Neto, 2002).

203 RESULTADOS

204

205 Para todas as variáveis analisadas ocorreram diferenças significativas, apontando
206 variabilidade entre os híbridos. A produção acumulada apresentou significância ao nível de 5%
207 de probabilidade enquanto as demais variáveis apresentaram significância ao nível de 1% de
208 probabilidade. Os coeficientes de variação dos resultados para os dados utilizados na aplicação
209 dos índices foram: Prod (16,13%), EfP (18,73%), SS (3,37%), RS (4,13%), S (10,37%) e Alt
(6,33%) (Tabelas 1 a 5).

210 A aplicação do índice multiplicativo ao conjunto de variáveis indicou que 50% dos porta-
 211 enxertos estudados foram superiores ao limoeiro Cravo Santa Cruz. Sendo os porta-enxertos
 212 TSKC x (LCR x TR) - 059 (1°), TSKC x CTQT 1434 - 010 (2°), TSK x TRBENECKE – CO (3°),
 213 TSKC x (LCR x TR) - 017 (4°), citrandarin San Diego (5°), TSKC x CTSW – 041 (6°), TSKC x
 214 (LCR x TR) – 001 (7°), LRF (LCR x TR) – 005 (8°), TSKC x CTSW – 033 (9°) e Sunki x
 215 English Palmira – CO como os 10 melhores híbridos (Tabela 1). Sendo, 1°, 2°, 3°, ..., 46° a ordem
 216 de classificação do índice em destaque. Sendo que, o TSKC x (LCR x TR) – 059 e o TSKC x
 217 (LCR x TR) - 017 se destacaram por apresentar baixa estatura e alta produção de frutos,
 218 consequentemente, foram mais eficientes e com boa tolerância a seca (Tabela 1).

219 O Sunki x ALLEMOW – CO (46°), TSKC x CTARG - 001 (45°) e tangerina Sunki
 220 Maravilha (44°) foram os últimos classificados para este índice apresentando baixa produção
 221 (124,79, 198,78 e 174,12 kg planta⁻¹, respectivamente), baixa eficiência produtiva de frutos (2,59,
 222 1,98 e 1,83 kg.m⁻³) e por serem sensíveis à seca (1,04, 1,23 e 1,08).

223 O limoeiro cravo Santa Cruz (24°) ficou classificado no ISE como superior aos limoeiro
 224 Cravo ‘CNPMF – 003’ e ‘CNPMF’ 004.

225 As maiores concentrações de sólidos solúveis, entre os dez primeiros, foram obtidas pelos
 226 porta-enxertos Sunki x English Palmira – CO, TSK x TRBENECKE – CO e TSKC x (LCR x
 227 TR) – 059 (12,88, 12,50 e 12,02 °Brix). Os limoeiros Cravos ‘CNPMF’ 003, ‘CNPMF 004’ e
 228 ‘Santa Cruz’ (porta-enxerto de referência) apresentaram baixas concentrações de sólidos solúveis
 229 totais (11,23, 10,81 e 10,85 °Brix).

230

231 **Tabela 1.** Médias originais e centradas (xj-kj) dos caracteres de produção acumulada (Prod),
 232 eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS),
 233 tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (S) e altura da planta (Alt) para o
 234 cálculo do Índice multiplicativo (ISE) em porta-enxertos híbridos de citros enxertados com
 235 laranja ‘Valência IAC’ no norte de São Paulo.

Porta-enxertos	Prod	xij - kj	EfP	xij - kj	SS	xij - kj	RS	xij - kj	Seca	xij - kj	Alt	xij - kj	ISE	Classificação
TSKC x (LCR x TR) - 059	262,34	1,60	4,53	1,67	12,02	1,50	47,68	1,56	2,22	1,70	3,16	1,49	15,785	1°
TSKC x CTQT 1434 - 010	215,03	1,47	4,03	1,61	11,94	1,48	48,72	1,66	1,79	1,56	2,93	1,61	14,447	2°
TSK x TRBENECKE - CO	210,47	1,45	3,86	1,58	12,50	1,61	48,10	1,61	1,92	1,61	3,12	1,51	14,442	3°
TSKC x (LCR x TR) - 017	275,88	1,63	4,88	1,70	11,58	1,35	47,43	1,54	1,96	1,62	3,13	1,50	14,038	4°
Citrandarin San Diego	305,22	1,68	3,81	1,58	11,38	1,27	49,23	1,70	1,99	1,63	3,35	1,37	12,695	5°
TSKC x CTSW - 041	272,91	1,62	4,32	1,64	11,29	1,22	47,96	1,59	2,08	1,66	3,24	1,44	12,342	6°
TSKC x (LCR x TR) - 001	241,65	1,55	4,00	1,60	11,75	1,42	46,48	1,41	1,51	1,40	2,97	1,59	11,053	7°
LRF (LCR x TR) - 005	269,99	1,61	2,81	1,35	11,94	1,48	47,22	1,51	1,87	1,59	3,31	1,40	10,832	8°
TSKC x CTSW - 033	208,00	1,44	3,97	1,60	11,59	1,36	48,27	1,62	1,46	1,36	3,07	1,54	10,665	9°
Sunki x English Palmira - CO	317,99	1,70	3,42	1,51	12,88	1,68	47,85	1,58	1,93	1,61	3,76	0,93	10,182	10°
LCR x TR - 001	252,05	1,57	4,45	1,66	10,94	0,96	47,15	1,50	2,23	1,70	3,00	1,57	10,140	11°
HTR - 053	287,26	1,65	4,38	1,65	11,27	1,21	45,94	1,32	2,05	1,65	3,34	1,37	9,892	12°
TSKC x CTSW - 028	296,79	1,66	3,45	1,52	11,68	1,39	47,30	1,52	2,02	1,64	3,70	1,02	8,952	13°
CLEO x TRRUBIDOUX - CO	151,20	1,04	2,74	1,33	12,99	1,70	47,93	1,59	1,49	1,39	2,72	1,70	8,810	14°
HTR - 051	244,33	1,56	3,99	1,60	11,58	1,36	45,21	1,16	1,78	1,55	3,28	1,42	8,634	15°
TSK x CTQT 1439 - 026	188,45	1,35	3,42	1,51	12,23	1,55	48,14	1,61	1,19	1,00	2,87	1,64	8,309	16°
Tangerina Sunki Tropical	291,21	1,65	3,22	1,47	11,52	1,33	48,09	1,61	1,97	1,62	3,73	0,97	8,163	17°
Citrandarin Índio	320,96	1,70	3,50	1,53	11,58	1,36	48,01	1,60	1,91	1,61	3,78	0,89	8,015	18°
TSKC x (LCR x TR) - 073	253,95	1,58	3,82	1,58	11,67	1,39	45,45	1,22	1,67	1,50	3,49	1,25	7,920	19°
CLEO x CTCZ - 226	230,46	1,52	3,28	1,48	11,77	1,43	45,40	1,21	1,52	1,41	3,22	1,45	7,914	20°
TSKC x CTSW - 064	205,34	1,43	3,77	1,57	11,45	1,30	45,92	1,32	1,35	1,25	3,08	1,53	7,440	21°
TSK x CTQT 1439 - 004	208,50	1,44	2,28	1,08	11,55	1,34	48,51	1,64	1,70	1,52	3,34	1,37	7,199	22°
TSKFL x CTC 25 - 010	197,38	1,40	3,94	1,60	11,42	1,29	45,11	1,13	1,46	1,36	2,87	1,64	7,194	23°
Limoeiro Cravo Santa Cruz	276,19	1,63	3,94	1,60	10,85	0,86	49,07	1,69	2,03	1,65	3,59	1,15	7,140	24°
TSKC x LHA - 006	211,22	1,45	2,37	1,15	11,69	1,40	48,15	1,61	1,50	1,40	3,41	1,32	6,939	25°
Limoeiro Cravo CNPMF - 003	239,38	1,54	3,67	1,56	10,81	0,80	47,10	1,50	2,08	1,66	3,26	1,43	6,846	26°
Limoeiro Cravo CNPMF - 004	302,69	1,67	3,62	1,55	11,23	1,19	47,36	1,53	2,15	1,68	3,81	0,83	6,570	27°
TSKFL x CTTR - 012	193,10	1,38	3,33	1,49	10,98	1,00	46,40	1,40	1,65	1,49	3,11	1,52	6,492	28°
TSK x CTTR - 002	218,36	1,48	3,25	1,48	11,15	1,13	44,99	1,09	2,16	1,68	3,31	1,40	6,337	29°
LVK x LCR - 010	242,26	1,55	3,43	1,51	10,99	1,01	44,98	1,09	1,77	1,55	3,20	1,47	5,857	30°
TSKFL x CTTR - 022	161,02	1,16	3,14	1,45	11,56	1,35	47,55	1,55	1,19	1,00	2,87	1,64	5,753	31°
Citrandarin Riverside	251,01	1,57	3,00	1,41	11,65	1,38	46,50	1,42	1,96	1,62	3,82	0,81	5,705	32°
TSKC x (LCR x TR) - 018	213,01	1,46	3,45	1,52	11,04	1,05	45,25	1,17	1,48	1,38	3,13	1,50	5,637	33°
LVK x LCR - 038	237,46	1,54	4,40	1,65	11,37	1,26	44,12	0,62	2,03	1,64	2,93	1,61	5,259	34°
LVK x LVA - 009	215,68	1,47	2,84	1,36	12,39	1,59	44,21	0,70	1,77	1,55	3,27	1,42	4,923	35°
TSKC x LHA - 011	172,43	1,25	2,40	1,17	11,98	1,49	45,00	1,09	1,58	1,45	3,43	1,30	4,489	36°
TSKC x CTARG - 036	171,80	1,25	2,39	1,16	11,47	1,31	45,58	1,25	1,29	1,18	3,21	1,46	4,104	37°
LCREEL x CTSW - 001	149,48	1,02	2,82	1,36	12,07	1,51	44,82	1,03	1,36	1,26	3,22	1,46	3,965	38°
TSKC x CTTR - 001	145,00	0,95	2,25	1,06	12,06	1,51	47,03	1,49	1,07	0,52	3,32	1,39	1,636	39°
HTR - 116	246,13	1,56	4,10	1,62	11,32	1,24	43,80	0,06	1,46	1,36	3,06	1,54	0,404	40°
HTR - 069	215,20	1,47	4,77	1,69	10,58	0,04	46,05	1,34	1,85	1,58	3,07	1,54	0,300	41°
TSKC x CTSW - 019	235,69	1,53	2,28	1,08	11,51	1,33	43,82	0,12	1,27	1,15	3,73	0,98	0,293	42°
TSKFL x CTTR - 008	157,45	1,12	2,50	1,23	12,09	1,52	43,80	0,04	1,22	1,05	3,04	1,55	0,126	43°
Tangerina Sunki Maravilha	174,12	1,26	1,83	0,04	11,79	1,43	45,80	1,30	1,08	0,55	3,34	1,37	0,065	44°
TSKC x CTARG - 001	198,78	1,40	1,98	0,71	11,67	1,39	44,42	0,85	1,23	1,08	3,98	0,04	0,047	45°
Sunki x ALLEMOW - CO	124,79	0,04	2,59	1,27	11,34	1,25	45,65	1,27	1,04	0,04	3,01	1,57	0,004	46°
Mínimo	124,79		1,83		10,58		43,80		1,04		2,72			
Máximo	320,96		4,88		12,99		49,23		2,23		3,98			
ki	116,81		0,72		9,29		41,73		-0,01		1,64			
F	*		**		**		**		**		**			
CV (%)	16,13		18,73		3,37		4,13		10,37		6,33			
Média	227,38		3,40		11,61		46,49		1,68		3,27			

236
237
238

Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Onde, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativo a 1% de probabilidade. Sendo, produção acumulada (Prod), eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), seca e altura (Alt). Onde, TSK - tangerina Sunki (*Citrus sunki* hort. ex Tanaka), TSKC - tangerina Sunki comum (*Citrus*

239 *sunki* hort. ex Tanaka), TR – trifoliata [*Poncirus trifoliata* (L.)], LCR – limão Cravo (*C. limonia* Osbeck), CTSW - citrumelo Swingle (*P.*
240 *Trifoliata*), HTR – híbrido de trifoliata (híbrido de *P. trifoliata*), LRF – limão rugoso Flórida (*C. jambhiri* Lush), CTQT - citrangequat
241 Thomosville (*Fortunella margarita* (Lour.) 'Swingle' x citrange 'Willits'), LHA - laranja Hamlin (*C. Sinensis*), CTCZ - citrange Carrizo (*C.*
242 *sinensis* x *P. Trifoliata*), CTTR - Citrange Troyer (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), LVK - limão Volkameriano (*C. Volkameriana*), LVA - laranja
243 Valência (*C. Sinensis*), TSKFL – tangerina Sunki Flórida (*sunki* 'Florida'), CTC – citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), CLEO - tangerina
244 Cleópatra (*C. reshni* hort. ex Tanaka), CTARG - citrange Argentina (*C. sinensis* x *P. Trifoliata*), LCREEL - limão Cravo Estação Experimental de
245 Limeira (*C. Limonia*), CTRK - citrange Rusk (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), Allemow (*Citrus Macrophilla* cv. Allemow).
246

247 Para o índice de Mulamba & Mock (1978), os porta-enxertos TSKC x (LCR x TR) – 059
248 (1°), TSKC x CTQT 1434 – 010 (2°), TSKC x (LCR x TR) – 017 (3°), TSK x TRBENECKE –
249 CO (4°), LCR x TR – 001 (5°), TSKC x CTSW – 041 (6°), Citrandarin San Diego (7°), Sunki x
250 English Palmira – CO (8°), TSKC x (LCR x TR) – 001 (9°) e TSKC x CTSW – 028 (10°) foram
251 superiores ao limoeiro Cravo Santa Cruz, sendo o Sunki x English Palmira – CO o mais
252 produtivo, com 317,99 kg planta⁻¹ acumulados nas sete safras avaliadas (Tabela 2).

253 O TSKC x (LCR x TR) – 059 foi o porta-enxerto de melhor performace ao analisar o
254 conjunto de variáveis simultaneamente, apresentando assim, alta eficiência produtiva, alta
255 concentração de sólidos solúveis totais, alta tolerância a seca e baixo vigor de plantas ao ser
256 comparado com limoeiro Cravo Santa Cruz (Tabela 2). Na comparação entre as seleções de
257 limoeiros Cravo CNPMF – 003 e 004, o segundo ficou mais bem ranqueado em relação à
258 classificação do ISM, porém ambos ficaram abaixo de 'Cravo Santa Cruz'.
259

260 **Tabela 2.** Médias dos dados originais e centradas dos caracteres de produção acumulada (Prod),
261 eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS),
262 tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (S) e altura da planta (Alt) para o
263 cálculo do índice de soma de classificação (ISM) em porta-enxertos híbridos de citros enxertados
264 com laranja 'Valência IAC' no norte de São Paulo.

Porta-enxertos	Prod	Rank	EfP	Rank	SS	Rank	RS	Rank	Seca	Rank	Alt	Rank	ISM	Classificação
TSKC x (LCR x TR) - 059	262,34	12	4,53	3	12,02	9	47,68	14	2,22	2	3,16	19	59,000	1°
TSKC x CTQT 1434 - 010	215,03	27	4,03	9	11,94	12	48,72	3	1,79	20	2,93	6	77,000	2°
TSKC x (LCR x TR) - 017	275,88	9	4,88	1	11,58	24	47,43	16	1,96	13	3,13	17	80,000	3°
TSK x TRBENECKE - CO	210,47	30	3,86	15	12,50	3	48,10	8	1,92	16	3,12	16	88,000	4°
LCR x TR - 001	252,05	14	4,45	4	10,94	43	47,15	20	2,23	1	3,00	8	90,000	5°
TSKC x CTSW - 041	272,91	10	4,32	7	11,29	36	47,96	11	2,08	5	3,24	24	93,000	6°
Citrandarin San Diego	305,22	3	3,81	17	11,38	32	49,23	1	1,99	11	3,35	34	98,000	7°
Sunki x English Palmira - CO	317,99	2	3,42	25	12,88	2	47,85	13	1,93	15	3,76	42	99,000	8°
TSKC x (LCR x TR) - 001	241,65	19	4,00	10	11,75	15	46,48	24	1,51	29	2,97	7	104,000	9°
TSKC x CTSW - 028	296,79	5	3,45	23	11,68	17	47,30	18	2,02	10	3,70	39	112,000	10°
Limoeiro Cravo Santa Cruz	276,19	8	3,94	13	10,85	44	49,07	2	2,03	8	3,59	38	113,000	11°
HTR - 053	287,26	7	4,38	6	11,27	37	45,94	27	2,05	7	3,34	31	115,000	12°
Citrandarin Indio	320,96	1	3,50	21	11,58	23	48,01	10	1,91	17	3,78	43	115,000	12°
LVK x LCR - 038	237,46	21	4,40	5	11,37	33	44,12	43	2,03	9	2,93	5	116,000	14°
TSKC x CTSW - 033	208,00	32	3,97	12	11,59	21	48,27	5	1,46	33	3,07	13	116,000	14°
TSKC x CTQT 1439 - 026	188,45	37	3,42	26	12,23	5	48,14	7	1,19	43	2,87	4	122,000	16°
LRF (LCR x TR) - 005	269,99	11	2,81	35	11,94	11	47,22	19	1,87	18	3,31	29	123,000	17°
CLEO x TRRUBIDOUX - CO	151,20	43	2,74	36	12,99	1	47,93	12	1,49	31	2,72	1	124,000	18°
Tangerina Sunki Tropical	291,21	6	3,22	30	11,52	27	48,09	9	1,97	12	3,73	41	125,000	19°
Limoeiro Cravo CNPMF - 004	302,69	4	3,62	20	11,23	38	47,36	17	2,15	4	3,81	44	127,000	20°
HTR - 069	215,20	26	4,77	2	10,58	46	46,05	26	1,85	19	3,07	12	131,000	21°
HTR - 051	244,33	17	3,99	11	11,58	22	45,21	35	1,78	21	3,28	27	133,000	22°
Limoeiro Cravo CNPMF - 003	239,38	20	3,67	19	10,81	45	47,10	21	2,08	6	3,26	25	136,000	23°
TSKC x (LCR x TR) - 073	253,95	13	3,82	16	11,67	18	45,45	32	1,67	25	3,49	37	141,000	24°
CLEO x CTCZ - 226	230,46	23	3,28	28	11,77	14	45,40	33	1,52	28	3,22	23	149,000	25°
Citrandarin Riverside	251,01	15	3,00	32	11,65	20	46,50	23	1,96	14	3,82	45	149,000	25°
HTR - 116	246,13	16	4,10	8	11,32	35	43,80	45	1,46	35	3,06	11	150,000	27°
LVK x LVA - 009	215,68	25	2,84	33	12,39	4	44,21	42	1,77	22	3,27	26	152,000	28°
TSKFL x CTC 25 - 010	197,38	35	3,94	14	11,42	31	45,11	36	1,46	34	2,87	3	153,000	29°
TSKFL x CTTR - 022	161,02	41	3,14	31	11,56	25	47,55	15	1,19	42	2,87	2	156,000	30°
TSKC x LHA - 006	211,22	29	2,37	41	11,69	16	48,15	6	1,50	30	3,41	35	157,000	31°
TSKC x CTSW - 064	205,34	33	3,77	18	11,45	30	45,92	28	1,35	37	3,08	14	160,000	32°
TSKC x CTQT 1439 - 004	208,50	31	2,28	42	11,55	26	48,51	4	1,70	24	3,34	33	160,000	32°
TSK x CTTR - 002	218,36	24	3,25	29	11,15	39	44,99	38	2,16	3	3,31	28	161,000	34°
LVK x LCR - 010	242,26	18	3,43	24	10,99	41	44,98	39	1,77	23	3,20	20	165,000	35°
TSKFL x CTTR - 012	193,10	36	3,33	27	10,98	42	46,40	25	1,65	26	3,11	15	171,000	36°
TSKC x (LCR x TR) - 018	213,01	28	3,45	22	11,04	40	45,25	34	1,48	32	3,13	18	174,000	37°
TSKFL x CTTR - 008	157,45	42	2,50	38	12,09	6	43,80	46	1,22	41	3,04	10	183,000	38°
LCREEL x CTSW - 001	149,48	44	2,82	34	12,07	7	44,82	40	1,36	36	3,22	22	183,000	38°
TSKC x LHA - 011	172,43	39	2,40	39	11,98	10	45,00	37	1,58	27	3,43	36	188,000	40°
TSKC x CTRK - 001	145,00	45	2,25	44	12,06	8	47,03	22	1,07	45	3,32	30	194,000	41°
TSKC x CTARG - 036	171,80	40	2,39	40	11,47	29	45,58	31	1,29	38	3,21	21	199,000	42°
Sunki x ALLEMOW - CO	124,79	46	2,59	37	11,34	34	45,65	30	1,04	46	3,01	9	202,000	43°
Tangerina Sunki Maravilha	174,12	38	1,83	46	11,79	13	45,80	29	1,08	44	3,34	32	202,000	43°
TSKC x CTSW - 019	235,69	22	2,28	43	11,51	28	43,82	44	1,27	39	3,73	40	216,000	45°
TSKC x CTARG - 001	198,78	34	1,98	45	11,67	19	44,42	41	1,23	40	3,98	46	225,000	46°
F	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV(%)	16,13		18,73		3,37		4,13		10,37		6,33			
Média	227,38		3,40		11,61		46,49		1,68		3,27			

265 Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Onde, * significativo a 5% de probabilidade e **
266 significativo a 1% de probabilidade. Sendo, produção acumulada (Prod), eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS),
267 rendimento de suco (RS), seca e altura (Alt). Onde, TSK – tangerina Sunki (*Citrus sunki* hort. ex Tanaka), TSKC – tangerina Sunki comum (*Citrus*
268 *sunki* hort. ex Tanaka), TR – trifoliata [*Poncirus trifoliata* (L.)], LCR – limão Cravo (*C. limonia* Osbeck), CTSW - citrumelo Swingle (*P.*
269 *Trifoliata*), HTR – híbrido de trifoliata (híbrido de *P. trifoliata*), LRF – limão rugoso Flórida (*C. jambhiri* Lush), CTQT - citrangequat
270 Thomosville (*Fortunella margarita* (Lour.) 'Swingle' x citrange 'Willits'), LHA - laranja Hamlin (*C. Sinensis*), CTCZ - citrange Carrizo (*C.*
271 *sinensis* x *P. Trifoliata*), CTTR - Citrange Troyer (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), LVK - limão Volkameriano (*C. Volkameriana*), LVA - laranja
272 Valência (*C. Sinensis*), TSKFL – tangerina Sunki Flórida (*sunki* 'Florida'), CTC – citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), CLEO - tangerina
273 Cleópatra (*C. reshni* hort. ex Tanaka), CTARG - citrange Argentina (*C. sinensis* x *P. Trifoliata*), LCREEL - limão Cravo Estação Experimental de
274 Limeira (*C. Limonia*), CTRK - citrange Rusk (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), Allemow (*Citrus Macrophilla* cv. Allemow).
275

276 Para o IRC₁, que empregou as médias simples das variáveis, os porta-enxertos citrandarin
 277 Indio (1°), Sunki x English Palmira – CO (2°), citrandarin San Diego (3°), limoeiro Cravo
 278 CNPMF – 004 (4°), TSKC x CTSW – 028 (5°), tangerina Sunki Tropical (6°) e HTR – 053 (7°)
 279 foram superiores ao limoeiro Cravo Santa Cruz (Tabela 3). O porta-enxerto citrandarin Indio
 280 apresentou a maior produção, boa tolerância a seca e tamanho de planta, ligeiramente, maior que
 281 o limoeiro Cravo Santa Cruz. Entre as seleções de limoeiro Cravo, o CNPMF – 004 foi superior
 282 ao limoeiro Cravo Santa Cruz e o CNPMF – 003 inferior ao mesmo. O Sunki x ALLEMOW –
 283 CO apresentou a pior colocação segundo esse índice.

284
 285 **Tabela 3.** Médias dos dados originais dos caracteres de produção acumulada (Prod), eficiência
 286 produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), tolerância à seca
 287 com base em avaliação visual de sintomas (S) e altura da planta (Alt) para o cálculo do índice de
 288 ranqueamento usando médias simples (IRC₁) de porta-enxertos híbridos de citros enxertados com
 289 laranja ‘Valência IAC’ no norte de São Paulo.

Porta-enxertos	Prod	EfP	SS	RS	Seca	Alt	ISC1	Classificação
Citrandarin Indio	320,96	3,50	11,58	48,01	1,91	3,78	74,238	1°
Sunki x English Palmira - CO	317,99	3,42	12,88	47,85	1,93	3,76	73,806	2°
Citrandarin San Diego	305,22	3,81	11,38	49,23	1,99	3,35	71,324	3°
Limoeiro Cravo CNPMF - 004	302,69	3,62	11,23	47,36	2,15	3,81	70,508	4°
TSKC x CTSW - 028	296,79	3,45	11,68	47,30	2,02	3,70	69,327	5°
Tangerina Sunki Tropical	291,21	3,22	11,52	48,09	1,97	3,73	68,249	6°
HTR - 053	287,26	4,38	11,27	45,94	2,05	3,34	67,349	7°
Limoeiro Cravo Santa Cruz	276,19	3,94	10,85	49,07	2,03	3,59	65,451	8°
TSKC x (LCR x TR) - 017	275,88	4,88	11,58	47,43	1,96	3,13	65,428	9°
TSKC x CTSW - 041	272,91	4,32	11,29	47,96	2,08	3,24	64,779	10°
LRF (LCR x TR) - 005	269,99	2,81	11,94	47,22	1,87	3,31	63,837	11°
TSKC x (LCR x TR) - 059	262,34	4,53	12,02	47,68	2,22	3,16	62,805	12°
LCR x TR - 001	252,05	4,45	10,94	47,15	2,23	3,00	60,494	13°
TSKC x (LCR x TR) - 073	253,95	3,82	11,67	45,45	1,67	3,49	60,484	14°
Citrandarin Riverside	251,01	3,00	11,65	46,50	1,96	3,82	59,943	15°
HTR - 116	246,13	4,10	11,32	43,80	1,46	3,06	58,639	16°
HTR - 051	244,33	3,99	11,58	45,21	1,78	3,28	58,572	17°
TSKC x (LCR x TR) - 001	241,65	4,00	11,75	46,48	1,51	2,97	58,198	18°
LVK x LCR - 010	242,26	3,43	10,99	44,98	1,77	3,20	57,919	19°
Limoeiro Cravo CNPMF - 003	239,38	3,67	10,81	47,10	2,08	3,26	57,744	20°
LVK x LCR - 038	237,46	4,40	11,37	44,12	2,03	2,93	57,135	21°
TSKC x CTSW - 019	235,69	2,28	11,51	43,82	1,27	3,73	56,175	22°
CLEO x CTCZ - 226	230,46	3,28	11,77	45,40	1,52	3,22	55,660	23°
TSKC x CTQT 1434 - 010	215,03	4,03	11,94	48,72	1,79	2,93	53,301	24°
TSK x CTTR - 002	218,36	3,25	11,15	44,99	2,16	3,31	53,204	25°
HTR - 069	215,20	4,77	10,58	46,05	1,85	3,07	52,891	26°
LVK x LVA - 009	215,68	2,84	12,39	44,21	1,77	3,27	52,578	27°
TSK x TRBENECKE - CO	210,47	3,86	12,50	48,10	1,92	3,12	52,373	28°
TSKC x (LCR x TR) - 018	213,01	3,45	11,04	45,25	1,48	3,13	52,063	29°
TSKC x LHA - 006	211,22	2,37	11,69	48,15	1,50	3,41	52,025	30°
TSKC x CTSW - 033	208,00	3,97	11,59	48,27	1,46	3,07	51,697	31°
TSKC x CTQT 1439 - 004	208,50	2,28	11,55	48,51	1,70	3,34	51,536	32°
TSKC x CTSW - 064	205,34	3,77	11,45	45,92	1,35	3,08	50,730	33°
TSKFL x CTC 25 - 010	197,38	3,94	11,42	45,11	1,46	2,87	49,069	34°
TSKC x CTARG - 001	198,78	1,98	11,67	44,42	1,23	3,98	48,837	35°
TSKFL x CTTR - 012	193,10	3,33	10,98	46,40	1,65	3,11	48,254	36°
TSKC x CTQT 1439 - 026	188,45	3,42	12,23	48,14	1,19	2,87	47,702	37°
Tangerina Sunki Maravilha	174,12	1,83	11,79	45,80	1,08	3,34	44,073	38°
TSKC x LHA - 011	172,43	2,40	11,98	45,00	1,58	3,43	43,857	39°
TSKC x CTARG - 036	171,80	2,39	11,47	45,58	1,29	3,21	43,684	40°
TSKFL x CTTR - 022	161,02	3,14	11,56	47,55	1,19	2,87	41,973	41°
TSKFL x CTTR - 008	157,45	2,50	12,09	43,80	1,22	3,04	40,650	42°
CLEO x TRRUBIDOUX - CO	151,20	2,74	12,99	47,93	1,49	2,72	40,260	43°
LCREEL x CTSW - 001	149,48	2,82	12,07	44,82	1,36	3,22	39,296	44°
TSKC x CTRK - 001	145,00	2,25	12,06	47,03	1,07	3,32	38,559	45°
Sunki x ALLEMOW - CO	124,79	2,59	11,34	45,65	1,04	3,01	34,266	46°
F	*	**	**	**	**	**		
CV	16,13	18,73	3,37	4,13	10,37	6,33		
Média	227,38	3,40	11,61	46,49	1,68	3,27		

290 Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Onde, * significativo a 5% de probabilidade e **
 291 significativo a 1% de probabilidade. Sendo, produção acumulada (Prod), eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS),
 292 rendimento de suco (RS), seca e altura (Alt). Onde, TSK - tangerina Sunki (*Citrus sunki* hort. ex Tanaka), TSKC - tangerina Sunki comum (*Citrus*
 293 *sunki* hort. ex Tanaka), TR - trifoliata [*Poncirus trifoliata* (L.)], LCR - limão Cravo (*C. limonia* Osbeck), CTSW - citrumelo Swingle (*P.*
 294 *trifoliata*), HTR - híbrido de trifoliata (híbrido de *P. trifoliata*), LRF - limão rugoso Flórida (*C. jambhiri* Lush), CTQT - citrangequat
 295 Thomosville (*Fortunella margarita* (Lour.) 'Swingle' x citrange 'Willits'), LHA - laranja Hamlin (*C. sinensis*), CTCZ - citrange Carrizo (*C.*
 296 *sinensis* x *P. trifoliata*), CTTR - Citrange Troyer (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), LVK - limão Volkameriano (*C. Volkameriana*), LVA - laranja
 297 Valência (*C. sinensis*), TSKFL - tangerina Sunki Flórida (*C. sunki* 'Florida'), CTC - citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), CLEO - tangerina
 298 Cleópatra (*C. reshmi* hort. ex Tanaka), CTARG - citrange Argentina (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), LCREEL - limão Cravo Estação Experimental de
 299 Limeira (*C. Limonia*), CTRK - citrange Rusk (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), Allemow (*Citrus Macrophilla* cv. Allemow).

300
 301 Os porta-enxertos Sunki x English Palmira – CO (1°), TSKC x (LCR x TR) – 059 (2°),
 302 citrandarin Indio (3°), limoeiro Cravo CNPMF – 004 (4°), citrandarin San Diego (5°) e TSKC x
 303 CTSW – 028 (6°) foram superiores ao limoeiro Cravo Santa Cruz em relação ao índice ajustado
 304 por normalização linear para o intervalo [0, 1] por $F(X_i) = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$ (Tabela 4).
 305 O porta-enxerto Sunki x ALLEMOW – CO ficou em último colocado em relação a este índice.

306
307
308
309
310
311
312

Tabela 4. Estatística descritiva para médias dos dados originais dos caracteres de produção acumulada (Prod), eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (S) e altura da planta (Alt) para o cálculo do índice de ranqueamento usando médias normalizadas linearmente (IRC_2) de porta-enxertos híbridos de citros enxertados com laranja ‘Valência IAC’ no norte de São Paulo.

Porta-enxertos	Prod	Npro	EfP	NEfP	SS	NSS	RS	NRS	Seca	NSeca	Alt15	N1/alt	IRC2	Classificação
Sunki x English Palmira - CO	317,99	0,98	3,42	0,52	12,88	0,96	47,85	0,75	1,93	0,75	3,76	0,77	0,836	1°
TSKC x (LCR x TR) - 059	262,34	0,70	4,53	0,88	12,02	0,60	47,68	0,72	2,22	0,99	3,16	1,80	0,768	2°
Citrandarin Indio	320,96	1,00	3,50	0,55	11,58	0,41	48,01	0,77	1,91	0,73	3,78	0,75	0,768	3°
Limoeiro Cravo CNPMF - 004	302,69	0,91	3,62	0,59	11,23	0,27	47,36	0,66	2,15	0,93	3,81	0,73	0,761	4°
Citrandarin San Diego	305,22	0,92	3,81	0,65	11,38	0,33	49,23	1,00	1,99	0,80	3,35	1,26	0,753	5°
TSKC x CTSW - 028	296,79	0,88	3,45	0,53	11,68	0,46	47,30	0,64	2,02	0,83	3,70	0,81	0,735	6°
Limoeiro Cravo Santa Cruz	276,19	0,77	3,94	0,69	10,85	0,11	49,07	0,97	2,03	0,83	3,59	0,91	0,733	7°
TSKC x (LCR x TR) - 017	275,88	0,77	4,88	1,00	11,58	0,41	47,43	0,67	1,96	0,77	3,13	1,92	0,723	8°
Tangerina Sunki Tropical	291,21	0,85	3,22	0,46	11,52	0,39	48,09	0,79	1,97	0,78	3,73	0,78	0,722	9°
TSKC x CTSW - 041	272,91	0,76	4,32	0,82	11,29	0,29	47,96	0,77	2,08	0,88	3,24	1,51	0,715	10°
HTR - 053	287,26	0,83	4,38	0,84	11,27	0,29	45,94	0,39	2,05	0,85	3,34	1,28	0,682	11°
TSK x TRBENECKE - CO	210,47	0,44	3,86	0,67	12,50	0,80	48,10	0,79	1,92	0,74	3,12	1,97	0,657	12°
LCR x TR - 001	252,05	0,65	4,45	0,86	10,94	0,15	47,15	0,62	2,23	1,00	3,00	2,83	0,652	13°
Citrandarin Riverside	251,01	0,64	3,00	0,38	11,65	0,44	46,50	0,50	1,96	0,77	3,82	0,72	0,640	14°
TSKC x CTQT 1434 - 010	215,03	0,46	4,03	0,72	11,94	0,56	48,72	0,91	1,79	0,63	2,93	3,72	0,609	15°
LRF (LCR x TR) - 005	269,99	0,74	2,81	0,32	11,94	0,57	47,22	0,63	1,87	0,69	3,31	1,35	0,605	16°
Limoeiro Cravo CNPMF - 003	239,38	0,58	3,67	0,60	10,81	0,10	47,10	0,61	2,08	0,87	3,26	1,47	0,586	17°
TSKC x (LCR x TR) - 073	253,95	0,66	3,82	0,65	11,67	0,45	45,45	0,30	1,67	0,53	3,49	1,02	0,578	18°
HTR - 051	244,33	0,61	3,99	0,71	11,58	0,42	45,21	0,26	1,78	0,62	3,28	1,42	0,560	19°
LVK x LCR - 038	237,46	0,57	4,40	0,84	11,37	0,33	44,12	0,06	2,03	0,83	2,93	3,82	0,534	20°
HTR - 069	215,20	0,46	4,77	0,97	10,58	0,00	46,05	0,41	1,85	0,68	3,07	2,25	0,528	21°
TSKC x CTSW - 033	208,00	0,42	3,97	0,70	11,59	0,42	48,27	0,82	1,46	0,36	3,07	2,25	0,527	22°
TSKC x (LCR x TR) - 001	241,65	0,60	4,00	0,71	11,75	0,48	46,48	0,49	1,51	0,39	2,97	3,15	0,518	23°
TSK x CTTR - 002	218,36	0,48	3,25	0,47	11,15	0,24	44,99	0,22	2,16	0,94	3,31	1,36	0,518	24°
TSKC x CTQT 1439 - 004	208,50	0,43	2,28	0,15	11,55	0,40	48,51	0,87	1,70	0,56	3,34	1,28	0,495	25°
TSKC x LHA - 006	211,22	0,44	2,37	0,18	11,69	0,46	48,15	0,80	1,50	0,39	3,41	1,15	0,478	26°
LVK x LVA - 009	215,68	0,46	2,84	0,33	12,39	0,75	44,21	0,08	1,77	0,61	3,27	1,46	0,474	27°
LVK x LCR - 010	242,26	0,60	3,43	0,53	10,99	0,17	44,98	0,22	1,77	0,61	3,20	1,65	0,466	28°
CLEO x CTCZ - 226	230,46	0,54	3,28	0,48	11,77	0,50	45,40	0,29	1,52	0,40	3,22	1,58	0,465	29°
TSKC x CTQT 1439 - 026	188,45	0,32	3,42	0,52	12,23	0,69	48,14	0,80	1,19	0,13	2,87	5,21	0,436	30°
HTR - 116	246,13	0,62	4,10	0,75	11,32	0,31	43,80	0,00	1,46	0,35	3,06	2,33	0,432	31°
CLEO x TRRUBIDOUX - CO	151,20	0,13	2,74	0,30	12,99	1,00	47,93	0,76	1,49	0,38	2,72	357,02	0,426	32°
TSKC x CTSW - 064	205,34	0,41	3,77	0,64	11,45	0,36	45,92	0,39	1,35	0,26	3,08	2,22	0,419	33°
TSKFL x CTTR - 012	193,10	0,35	3,33	0,49	10,98	0,17	46,40	0,48	1,65	0,51	3,11	2,03	0,416	34°
TSKC x (LCR x TR) - 018	213,01	0,45	3,45	0,53	11,04	0,19	45,25	0,27	1,48	0,37	3,13	1,92	0,391	35°
TSKFL x CTC 25 - 010	197,38	0,37	3,94	0,69	11,42	0,35	45,11	0,24	1,46	0,35	2,87	5,21	0,391	36°
TSKC x LHA - 011	172,43	0,24	2,40	0,19	11,98	0,58	45,00	0,22	1,58	0,45	3,43	1,11	0,387	37°
TSKC x CTSW - 019	235,69	0,57	2,28	0,15	11,51	0,39	43,82	0,00	1,27	0,20	3,73	0,79	0,367	38°
TSKC x CTARG - 001	198,78	0,38	1,98	0,05	11,67	0,45	44,42	0,11	1,23	0,16	3,98	0,63	0,361	39°
TSKFL x CTTR - 022	161,02	0,18	3,14	0,43	11,56	0,41	47,55	0,69	1,19	0,13	2,87	5,41	0,332	40°
LCREEL x CTSW - 001	149,48	0,13	2,82	0,32	12,07	0,62	44,82	0,19	1,36	0,27	3,22	1,60	0,327	41°
TSKC x CTRK - 001	145,00	0,10	2,25	0,14	12,06	0,61	47,03	0,60	1,07	0,03	3,32	1,33	0,310	42°
TSKC x CTARG - 036	171,80	0,24	2,39	0,18	11,47	0,37	45,58	0,33	1,29	0,21	3,21	1,63	0,293	43°
Tangerina Sunki Maravilha	174,12	0,25	1,83	0,00	11,79	0,50	45,80	0,37	1,08	0,03	3,34	1,28	0,265	44°
TSKFL x CTTR - 008	157,45	0,17	2,50	0,22	12,09	0,63	43,80	0,00	1,22	0,15	3,04	2,49	0,241	45°
Sunki x ALLEMOW - CO	124,79	0,00	2,59	0,25	11,34	0,31	45,65	0,34	1,04	0,00	3,01	2,73	0,184	46°
Média	227,38		3,40		11,61		46,49		1,68		3,27			
Maximo	320,96		4,88		12,99		49,23		2,23		3,98			
minimo	124,79		1,83		10,58		43,80		1,04		2,72			
F	*		**		**		**		**		**			
CV(%)	16,13		18,73		3,37		4,13		10,37		6,33			
Média	227,38		3,40		11,61		46,49		1,68		3,27			

313 Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Onde, * significativo a 5% de probabilidade e **
314 significativo a 1% de probabilidade. Sendo, produção acumulada (Prod), eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS),
315 rendimento de suco (RS), seca e altura (Alt). Onde, TSK - tangerina Sunki (*Citrus sunki* hort. ex Tanaka), TSKC - tangerina Sunki comum (*Citrus*
316 *sunki* hort. ex Tanaka), TR - trifoliata [*Poncirus trifoliata* (L.)], LCR - limão Cravo (*C. limonia* Osbeck), CTSW - citrumelo Swingle (*P.*
317 *Trifoliata*), HTR - híbrido de trifoliata (híbrido de *P. trifoliata*), LRF - limão rugoso Flórida (*C. jambhiri* Lush), CTQT - citrangequat
318 Thomosville (*Fortunella margarita* (Lour.) 'Swingle' x citrange 'Willits'), LHA - laranja Hamlin (*C. sinensis*), CTCZ - citrange Carrizo (*C.*
319 *sinensis* x *P. Trifoliata*), CTTR - Citrange Troyer (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), LVK - limão Volkameriano (*C. Volkameriana*), LVA - laranja
320 Valência (*C. sinensis*), TSKFL - tangerina Sunki Flórida (*C. sunki* 'Flórida'), CTC - citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), CLEO - tangerina
321 Cleópatra (*C. reshmi* hort. ex Tanaka), CTARG - citrange Argentina (*C. sinensis* x *P. Trifoliata*), LCREEL - limão Cravo Estação Experimental de
322 Limeira (*C. Limonia*), CTRK - citrange Rusk (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), Allemow (*Citrus Macrophylla* cv. Allemow).

323

324 Os porta-enxertos TSKC x CTARG - 001 (1°), Citrandarin Riverside (2°), limoeiro Cravo
325 CNPMF - 004 (3°), Sunki x English Palmira - CO (4°), Citrandarin Indio (5°), TSKC x CTSW -
326 019 (6°), tangerina Sunki Tropical (7°) e TSKC x CTSW - 028 (8°) foram superiores ao limoeiro
327 Cravo Santa Cruz ao serem comparados com índice de seleção genótipo-ideótipo (Tabela 5).

328 Os porta-enxertos citrandarins Riverside e Indio, limoeiro Cravo CNPMF - 004, Sunki x
329 English Palmira - CO, tangerina Sunki Tropical, TSKC x CTSW - 028, limoeiro Cravo Santa
330 Cruz e TSKC x (LCR x TR) - 073 apresentaram produção acumulada superior ao ideótipo. Para a
331 variável rendimento de suco, 100% dos porta-enxertos apresentaram valores abaixo do ideótipo,
332 sendo que, apenas o citrandarin San Diego foi superior ao limoeiro Cravo Santa Cruz.

333 Aproximadamente 33, 22, 87, 22% dos porta-enxertos foram superiores ao ideótipo ao
334 comparar com os valores de produção de frutos, eficiência produtiva de frutos, sólidos solúveis
335 totais e tolerância a seca, respectivamente (Tabela 5). O CLEO x TRRUBIDOUX - CO
336 apresentou a pior colocação segundo esse índice. O índice de genótipo-ideótipo (ISG) selecionou
337 porta-enxertos produtivos, porém de maior tamanho de plantas.

338

339 **Tabela 5.** Médias dos dados originais e centradas dos caracteres de produção acumulada (Prod),
 340 eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS),
 341 tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas (S) e altura da planta (Alt) para a
 342 distância euclidiana do genótipo ao ideótipo (ISG) em porta-enxertos híbridos de citros
 343 enxertados com laranja ‘Valência IAC’ no norte de São Paulo.

Porta-enxertos	Prod	dij	EFP	dij	SS	dij	RS	dij	Seca	dij	Alt	dij	ISG	Classificação
TSKC x CTARG - 001	198,78	-1,04	1,98	-2,60	11,67	1,33	44,42	-3,60	1,23	-2,23	3,98	-101,59	101,728	1º
Citrandarin Riverside	251,01	0,02	3,00	-1,28	11,65	1,29	46,50	-2,26	1,96	-0,12	3,82	-101,20	101,242	2º
Limoeiro Cravo CNPMF - 004	302,69	1,07	3,62	-0,48	11,23	0,46	47,36	-1,70	2,15	0,43	3,81	-101,17	101,195	3º
Sunki x English Palmira - CO	317,99	1,38	3,42	-0,74	12,88	3,75	47,85	-1,38	1,93	-0,21	3,76	-101,05	101,138	4º
Citrandarin Índio	320,96	1,44	3,50	-0,64	11,58	1,15	48,01	-1,29	1,91	-0,25	3,78	-101,10	101,128	5º
TSKC x CTSW - 019	235,69	-0,29	2,28	-2,22	11,51	1,02	43,82	-3,98	1,27	-2,10	3,73	-100,97	101,100	6º
Tangerina Sunki Tropical	291,21	0,84	3,22	-1,00	11,52	1,04	48,09	-1,23	1,97	-0,10	3,73	-100,98	101,006	7º
TSKC x CTSW - 028	296,79	0,95	3,45	-0,71	11,68	1,36	47,30	-1,74	2,02	0,07	3,70	-100,90	100,926	8º
Limoeiro Cravo Santa Cruz	276,19	0,53	3,94	-0,07	10,85	-0,29	49,07	-0,60	2,03	0,10	3,59	-100,60	100,605	9º
TSKC x (LCR x TR) - 073	253,95	0,08	3,82	-0,23	11,67	1,33	45,45	-2,93	1,67	-0,97	3,49	-100,31	100,364	10º
TSKC x LHA - 011	172,43	-1,58	2,40	-2,06	11,98	1,96	45,00	-3,22	1,58	-1,22	3,43	-100,12	100,231	11º
TSKC x LHA - 006	211,22	-0,79	2,37	-2,09	11,69	1,38	48,15	-1,19	1,50	-1,44	3,41	-100,05	100,101	12º
Tangerina Sunki Maravilha	174,12	-1,54	1,83	-2,80	11,79	1,58	45,80	-2,71	1,08	-2,67	3,34	-99,81	99,951	13º
TSKC x CTRK - 001	145,00	-2,14	2,25	-2,25	12,06	2,11	47,03	-1,91	1,07	-2,68	3,32	-99,74	99,865	14º
Citrandarin San Diego	305,22	1,12	3,81	-0,25	11,38	0,75	49,23	-0,50	1,99	-0,02	3,35	-99,85	99,862	15º
TSKC x CTQT 1439 - 004	208,50	-0,84	2,28	-2,21	11,55	1,09	48,51	-0,96	1,70	-0,86	3,34	-99,81	99,857	16º
HTR - 053	287,26	0,76	4,38	0,49	11,27	0,54	45,94	-2,62	2,05	0,14	3,34	-99,81	99,855	17º
TSK x CTTR - 002	218,36	-0,64	3,25	-0,96	11,15	0,29	44,99	-3,23	2,16	0,45	3,31	-99,70	99,764	18º
LRF (LCR x TR) - 005	269,99	0,41	2,81	-1,53	11,94	1,88	47,22	-1,79	1,87	-0,39	3,31	-99,71	99,760	19º
LVK x LVA - 009	215,68	-0,70	2,84	-1,49	12,39	2,76	44,21	-3,73	1,77	-0,67	3,27	-99,57	99,689	20º
HTR - 051	244,33	-0,12	3,99	-0,01	11,58	1,16	45,21	-3,09	1,78	-0,63	3,28	-99,61	99,665	21º
Limoeiro Cravo CNPMF - 003	239,38	-0,22	3,67	-0,42	10,81	-0,37	47,10	-1,87	2,08	0,23	3,26	-99,55	99,570	22º
LCREEL x CTSW - 001	149,48	-2,05	2,82	-1,52	12,07	2,14	44,82	-3,34	1,36	-1,86	3,22	-99,39	99,523	23º
TSKC x CTSW - 041	272,91	0,47	4,32	0,41	11,29	0,57	47,96	-1,32	2,08	0,24	3,24	-99,49	99,505	24º
CLEO x CTCZ - 226	230,46	-0,40	3,28	-0,92	11,77	1,54	45,40	-2,97	1,52	-1,39	3,22	-99,41	99,485	25º
TSKC x CTARG - 036	171,80	-1,59	2,39	-2,07	11,47	0,93	45,58	-2,85	1,29	-2,05	3,21	-99,35	99,455	26º
LVK x LCR - 010	242,26	-0,16	3,43	-0,73	10,99	-0,01	44,98	-3,24	1,77	-0,68	3,20	-99,33	99,392	27º
TSKC x (LCR x TR) - 059	262,34	0,25	4,53	0,68	12,02	2,03	47,68	-1,49	2,22	0,65	3,16	-99,19	99,229	28º
TSKC x (LCR x TR) - 018	213,01	-0,75	3,45	-0,71	11,04	0,07	45,25	-3,06	1,48	-1,51	3,13	-99,09	99,153	29º
TSKC x (LCR x TR) - 017	275,88	0,53	4,88	1,13	11,58	1,15	47,43	-1,65	1,96	-0,12	3,13	-99,09	99,117	30º
TSK x TRBENECKE - CO	210,47	-0,80	3,86	-0,18	12,50	2,98	48,10	-1,22	1,92	-0,23	3,12	-99,05	99,103	31º
TSKFL x CTTR - 012	193,10	-1,16	3,33	-0,86	10,98	-0,04	46,40	-2,32	1,65	-1,02	3,11	-99,00	99,047	32º
TSKC x CTSW - 064	205,34	-0,91	3,77	-0,30	11,45	0,90	45,92	-2,63	1,35	-1,88	3,08	-98,88	98,937	33º
HTR - 116	246,13	-0,08	4,10	0,13	11,32	0,64	43,80	-3,99	1,46	-1,56	3,06	-98,81	98,905	34º
HTR - 069	215,20	-0,71	4,77	0,99	10,58	-0,84	46,05	-2,55	1,85	-0,42	3,07	-98,85	98,899	35º
TSKFL x CTTR - 008	157,45	-1,88	2,50	-1,93	12,09	2,16	43,80	-4,00	1,22	-2,27	3,04	-98,72	98,889	36º
TSKC x CTSW - 033	208,00	-0,86	3,97	-0,04	11,59	1,18	48,27	-1,12	1,46	-1,55	3,07	-98,85	98,883	37º
Sunki x ALLEMOW - CO	124,79	-2,55	2,59	-1,81	11,34	0,67	45,65	-2,80	1,04	-2,79	3,01	-98,61	98,741	38º
LCR x TR - 001	252,05	0,04	4,45	0,58	10,94	-0,11	47,15	-1,84	2,23	0,67	3,00	-98,56	98,585	39º
TSKC x (LCR x TR) - 001	241,65	-0,17	4,00	0,00	11,75	1,49	46,48	-2,27	1,51	-1,43	2,97	-98,45	98,497	40º
LVK x LCR - 038	237,46	-0,26	4,40	0,51	11,37	0,73	44,12	-3,79	2,03	0,09	2,93	-98,26	98,338	41º
TSKC x CTQT 1434 - 010	215,03	-0,71	4,03	0,03	11,94	1,87	48,72	-0,83	1,79	-0,62	2,93	-98,28	98,310	42º
TSKC x CTQT 1439 - 026	188,45	-1,25	3,42	-0,75	12,23	2,45	48,14	-1,20	1,19	-2,35	2,87	-98,02	98,093	43º
TSKFL x CTC 25 - 010	197,38	-1,07	3,94	-0,07	11,42	0,83	45,11	-3,15	1,46	-1,56	2,87	-98,02	98,089	44º
TSKFL x CTTR - 022	161,02	-1,81	3,14	-1,11	11,56	1,11	47,55	-1,58	1,19	-2,34	2,87	-97,99	98,061	45º
CLEO x TRRUBIDOUX - CO	151,20	-2,01	2,74	-1,62	12,99	3,96	47,93	-1,33	1,49	-1,48	2,72	-97,31	97,442	46º
Xij = Média	227,38		3,40		11,61		46,49		1,68		3,27			
Variancia	2413,41		0,60		0,25		2,41		0,12		0,09			
Desvio-padrão	49,13		0,78		0,50		1,55		0,35		0,30			
Ideótipo	250,00		4,00		11,00		50,00		2,00		3,00			
F	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	16,13		18,73		3,37		4,13		10,37		6,33			

344 Letras distintas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Onde, * significativo a 5% de probabilidade e **
 345 significativo a 1% de probabilidade. Sendo, produção acumulada (Prod), eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS),
 346 rendimento de suco (RS), seca e altura (Alt). Onde, TSK - tangerina Sunki (*Citrus sunki* hort. ex Tanaka), TSKC - tangerina Sunki comum (*Citrus*
 347 *sunki* hort. ex Tanaka), TR - trifoliata [*Poncirus trifoliata* (L.)], LCR - limão Cravo (*C. limonia* Osbeck), CTSW - citrumelo Swingle (*P.*
 348 *Trifoliata*), HTR - híbrido de trifoliata (híbrido de *P. trifoliata*), LRF - limão rugoso Flórida (*C. jambhiri* Lush), CTQT - citrangequat
 349 Thomosville (*Fortunella margarita* (Lour.) 'Swingle' x citrange 'Willits'), LHA - laranja Hamlin (*C. sinensis*), CTCZ - citrange Carrizo (*C.*
 350 *sinensis* x *P. Trifoliata*), CTTR - Citrange Troyer (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), LVK - limão Volkameriano (*C. Volkameriana*), LVA - laranja
 351 Valência (*C. sinensis*), TSKFL - tangerina Sunki Flórida (*C. sunki* 'Florida'), CTC - citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), CLEO - tangerina
 352 Cleópatra (*C. reshni* hort. ex Tanaka), CTARG - citrange Argentina (*C. sinensis* x *P. Trifoliata*), LCREEL - limão Cravo Estação Experimental de
 353 Limeira (*C. Limonia*), CTRK - citrange Rusk (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), Allemow (*Citrus Macrophilla* cv. Allemow).

355 A correlação de Spearman apontou a alta similaridade entre os índices não paramétricos,
 356 com exceção do genótipo-ideótipo (Tabela 6). Os índices foram significativos para ISM x IRC₁
 357 (0,68**), ISM x IRC₂ (0,86**), ISM x ISE (0,87), IRC₁ x IRC₂ (0,90**), IRC₁ x ISE (0,55**),
 358 IRC₁ x ISG (0,43**), IRC₂ x ISE (0,73**) e IRC₂ x ISG (0,31*) mostrando a concordância entre
 359 os índices para selecionar os porta-enxertos com melhor desempenho no conjunto das variáveis
 360 estudadas.

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370 **Tabela 6.** Correlação de Spearman entre cinco índices não paramétricos aplicados às variáveis
 371 produção acumulada, eficiência produtiva de frutos, concentração de sólidos solúveis totais,
 372 rendimento de suco, tolerância à seca com base em avaliação visual de sintomas e altura da planta
 373 de laranja ‘Valência IAC’ enxertada em 46 porta-enxertos híbridos de citros.

	ISM		IRC ₁		IRC ₂		ISE		ISG	
ISM	1,00	ns	0,68	**	0,86	**	0,87	**	0,15	ns
IRC ₁			1,00	ns	0,90	**	0,55	**	0,43	**
IRC ₂					1,00	ns	0,73	**	0,31	*
ISE							1,00	ns	0,13	ns
ISG									1,00	ns

374 ISG – Índice de seleção distância genótipo-ideótipo (Schwarzbach, 1972), ISE – Índice multiplicativo (Elston, 1963),
 375 ISM – Índice de soma de classificação (Mulamba e Mock, 1978), IRC₁ – índice de ranqueamento usando médias
 376 simples (Costa et al., 2016) e IRC₂ - índice de ranqueamento usando médias normalizadas linearmente. ns – Não
 377 significativo, ** - Valores significativos (p<0,01).
 378

379 O porta-enxerto Sunki x English Palmira – CO estava presentes entre os dez primeiros
 380 colocados em todos índices avaliados nesta pesquisa. Com a normalização dos dados das
 381 variáveis relacionadas para este trabalho, o IRC₂ permitiu uma classificação mais próxima do real
 382 ao comparar com observações dos porta-enxertos feitas no campo, como materiais mais
 383 produtivos, tolerantes a seca, com boa eficiência produtiva e padrões de qualidade aceitáveis pela
 384 indústria.

385 Ao comparar os porta-enxertos selecionados até a 10ª posição em cada índice, verificou-
 386 se que o citrandarin San Diego, TSKC x CTSW – 028, TSKC x (LCR x TR) – 017 e TSKC x
 387 CTSW – 041 estavam presentes em quatro dos cinco índices avaliados. Não menos importantes,
 388 os porta-enxertos: citrandarin Indio, limoeiro Cravo CNPMF – 004, tangerina Sunki Tropical,
 389 limoeiro Cravo Santa Cruz e TSKC x (LCR x TR) – 059 estavam presentes em três dos cinco
 390 índices avaliados.
 391

392 DISCUSSÃO

393 Segundo Reis et al. (2004) a seleção de citros que apresentam características de interesse
 394 para as diversas regiões produtoras deve ser mais intensificada. Desta maneira, concordando com
 395 a colocação de Reis et al. (2004), Rocha et al. (2012) afirmam que a seleção de materiais
 396 promissores pode ser mais completa pelo desenvolvimento de índices de seleção, os quais
 397 constituem um critério adicional, estabelecido por meio da combinação ótima de várias
 398 características, permitindo, de maneira eficaz, a seleção simultânea objetivando melhorar o valor
 399 fenotípico da população sob seleção.

400 Entretanto, mesmo que o melhorista tenha bom conhecimento da cultura, poderão existir
 401 dificuldades em selecionar materiais devido à grande variabilidade genética dos citros e ao
 402 grande número de características que estuda. Dificilmente um genótipo híbrido de porta-enxerto
 403 de citros terá desempenho superior em todos os caracteres. Como o índice não cria, mas apenas
 404 discrimina – ou pelo menos deve discriminar – os melhores genótipos, dificilmente haverá uma
 405 correspondência perfeita entre os melhores valores do índice e os melhores genótipos,
 406 considerando todos os caracteres, pelo fato de que na população em estudo pode acontecer de
 407 nenhum genótipo reunir em si as melhores médias para todos os caracteres considerados mais
 408 importantes para a cultura em questão (Lessa et al., 2010).

409 A aplicação de índices de seleção em citros pouco se sabe, contudo, outras culturas já
 410 utilizam a técnica para selecionar materiais de melhor performance ao combinar vários caracteres
 411 ao mesmo tempo. Como exemplo, Ferreira et al. (2005) afirmaram que a utilização de
 412 técnicas multivariadas de análise de fatores possibilita a utilização de índices de seleção em
 413 complexos fatoriais, de modo a auxiliar na seleção simultânea de caracteres da cultura de café,
 414 podendo ser uma alternativa para ganhos simultâneos por seleção e sendo, assim, uma alternativa
 415 eficiente usada no melhoramento genético do cafeeiro. Já o índice multiplicativo foi eficiente em
 416 estimar ganhos de seleção de maneira semelhante ao índice proposto por Mulamba e Mock
 417 (1978) na cultura de cana-de-açúcar (Almeida et al., 2014), enquanto Pedrozo et al. (2009)
 418 reportam resultado oposto.

419 O índice multiplicativo e o de soma de classificação verificaram alta correlação entre os
 420 índices, com elevado grau de correspondência, ao se trabalhar com híbridos diplóides de

421 bananeira, e estes índices propiciaram uma seleção mais adequada. Estudos com genótipos de
 422 mandioca mostraram que o emprego de índices não-paramétricos de seleção apresentaram boa
 423 correspondência entre os índices multiplicativo, soma de classificação e distância genótipo-
 424 ideótipo (Lessa et al., 2010), entretanto, constatou-se que o índice genótipo-ideótipo não foi tão
 425 eficiente para cítrons no presente trabalho.

426 Por sua vez, Caputo et al. (2012) observaram que os índices de desempenho baseados em
 427 variáveis fenotípicas normalizadas mostraram-se úteis para a seleção de cultivares de cítrons em
 428 função da destinação da produção. Essa mesma condição foi observada no presente estudo, uma
 429 vez que os índices de seleção estudados claramente atenderam a critérios de seleção conforme a
 430 finalidade do melhorista.

431 A seleção através de índices é, dessa maneira, muito promissora para o melhoramento
 432 genético de cítrons. No entanto, o melhorista deve observar qual metodologia se adapta melhor ao
 433 seu estudo, permitindo levar em consideração caracteres importantes, minimizando erros que
 434 podem gerar resultados insatisfatórios e escolhendo o índice ou conjunto de índices mais
 435 adequados. Portanto, a aplicação dos índices de seleção deverá ser associada a outras técnicas de
 436 análise estatística dos dados e, fundamentalmente, dependerá ainda da experiência do melhorista
 437 responsável.

438

439 CONCLUSÕES

440 O porta-enxerto Sunki x English Palmira – CO apresentou potencial para substituir o
 441 limoeiro Cravo nas condições adversas do norte do estado de São Paulo.

442 O índice de ranqueamento IRC1 (índice de ranqueamento usando médias simples) e IRC2
 443 (índice de ranqueamento usando médias normalizadas) propiciam uma classificação mais
 444 coerentes dos híbridos de cítrons em função do conjunto de variáveis hortícolas utilizadas.

445 Os porta-enxertos citrandarin Índio e San Diego, TSKC x CTSW – 028, TSKC x (LCR x
 446 TR) – 017 e – 059, TSKC x CTSW – 041, limoeiro Cravo CNPMF – 004, tangerina Sunki
 447 Tropical, foram superiores ao limoeiro Cravo Santa Cruz, mostrando-se como promissores para
 448 cultivo de sequeiro no norte do estado de São Paulo.

449

450 AGRADECIMENTOS

451 Para Citrosuco S/A Agroindústria e funcionários da Fazenda Muriti, pelo suporte técnico
 452 e disponibilidade da área, para a Embrapa Mandioca e Fruticultura, pelo apoio financeiro e para a
 453 Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro pelo apoio técnico.

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

456

457 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

458 ALMEIDA, L. M.; VIANA, A. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do; CARNEIRO JÚNIOR, J. de B.
 459 Breeding full-sib families of sugar cane using selection index. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44,
 460 n. 4, p. 605-611, 2014.

461

462 AULER, P.A.M.; FIORI-TUTIDA, A.C.G.; TAZIMA, Z.H. Comportamento da laranja
 463 'Valência' sobre seis porta-enxertos no noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**,
 464 Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 229-234, 2008.

465

466 CAPUTO, M. M., MOURÃO FILHO, F. A. A., SILVA, S. R., BREMER NETO, H., COUTO,
 467 H. T. Z., STUCHI, E. S. Notas Científicas Seleção de cultivares de laranja doce de maturação
 468 precoce por índices de desempenho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 47, n. 11, p.
 469 1669-1672, 2012.

470

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

473

- 474 CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (2018).
 475 **Clima dos municípios paulistas**: Colômbia. Disponível: < [https://www.cpa.unicamp.br/outras-](https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_137.html)
 476 [informacoes/clima_muni_137.html](https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_137.html) >. Acessado em: 10 de Setembro de 2018.
 477
- 478 CHEN C.; LYON, M. T., O'MALLEY, D., FEDERICI, C. T., GMITTER, J., GROSSER, J. W.;
 479 GMITTER, F. G. Origin and frequency of 2n gametes in *Citrus sinensis* × *Poncirus trifoliata* and
 480 their reciprocal crosses. **Plant Science** **174**: p. 1-8, 2008.
 481
- 482 COSTA NETO, P. L. O. Estatística. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, p. 266, 2002.
 483
- 484 COSTA, D. P.; STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; RAMOS, Y. C.; FADEL, A. L.; PASSOS, O.
 485 S.; GESTEIRA, A. da S.; SOARES FILHO, W. dos S. Potential rootstocks for valencia sweet
 486 orange under rain-fed cultivation in northern São Paulo State, Brazil. In: INTERNATIONAL
 487 CITRUS CONGRESS, 2016, Foz do Iguaçu. Abstract book. Campinas: IAC; Londrina: IAPAR,
 488 p. 175, 2016.
 489
- 490 CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2.ed.
 491 **rev. Viçosa**, UFV, p. 390, 2001.
 492
- 493 DOVALE, J.C.; FRITSCHÉ-NETO, R.; SILVA, P.S.L. Índice de seleção para cultivares de
 494 milho com dupla aptidão: minimilho e milho verde. **Bragantia**, v.70, p.781-787, 2011.
 495
- 496 ELSTON, R. C.. A weighth free index for the purpose of ranking or selection with respect to
 497 several traits at a time. **Biometrics**, v.19, p. 85-97, 1963.
 498
- 499 FERREIRA, A.; CECON, P.R.; CRUZ, C.D.; FERRÃO, R.G.; SILVA, M.F.; FONSECA, A.F.A.
 500 da; FERRÃO, M.A.G. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de
 501 análise de fatores e índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.1189-1195,
 502 2005.
 503
- 504 GARCIA, A. A. F.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Comparação de índices de seleção não paramétricos
 505 para a seleção de cultivares. **Bragantia**, v. 58, n. 2, p. 253-267, 1999.
 506
- 507 GARCIA, A. A. F.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Comparação de índices de seleção não paramétricos
 508 para a seleção de cultivares. **Bragantia**, v.58, p. 253-267, 1999.
 509
- 510 HUSSAIN, S.; CURK, F.; DHUIQUE-MAYER, C.; URBAN, L.; OLLITRAULT, P.; LURO, F.;
 511 MORILLON, R. Autotetraploid trifoliolate orange (*Poncirus trifoliata*) rootstocks do not impact
 512 clementine quality but reduce fruit yields and highly modify rootstock/scion physiology. **Scientia**
 513 **Horticulturae** **134**, p.100-107, 2012.
 514
- 515 KHALID, S.; MALIK, A.U.; SALEEM, B.A.; KHAN, A.S.; KHALID, M.S.; AMIN, M. Tree
 516 age and canopy position affect rind quality, fruit quality and rind nutrient content of 'Kinnow'
 517 mandarin (*Citrus nobilis* Lour x *Citrus deliciosa* Tenore). **Scientia Horticulturae**, v.135, p.137-
 518 144, 2012.
 519
- 520 LESSA, L. S.; LEDO, C. A. S.; SANTOS, V. S.. Seleção de genótipos de mandioca com índices
 521 não paramétricos. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 1-17, 2017.
 522
- 523 LESSA, L. S.; LEDO, C. A. S.; SANTOS, V. S.; SILVA, S. O.; PEIXOTO, C. P. Seleção de
 524 híbridos diploides (AA) de bananeira com base em três índices não paramétricos. **Bragantia**,
 525 Campinas. v. 69, n. 3, p. 525-534, 2010.
 526

- 527 LIN, C. Y. Index selection for genetic improvement of quantitative characters. **Theoretical and**
528 **Applied Genetics**, v.52, p. 49-56, 1978.
- 529
- 530 MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the eto blanco maize (*Zea*
531 *mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**,
532 v.7, p. 40-51, 1978.
- 533
- 534 NONINO, E. Variedades de laranjas para fabricação de sucos. **Laranja**, Cordeirópolis, v.16, n.1,
535 p. 119-132, 1995.
- 536
- 537 PEDROZO, C. A.; BENITES, F. R. G.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, F.
538 L. Eficiência de índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP no melhoramento da
539 cana de açúcar. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 31-36, 2009.
- 540
- 541 POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JÚNIOR, D. de; DE NEGRI, J. D.; PIO, R.
542 M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico: Fundag, p. 61-104,
543 2005.
- 544
- 545 REIS, E. F.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, T. Comparação de procedimentos de
546 seleção para produção de grãos em populações de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3,
547 p.685-692, 2004.
- 548
- 549 RIBEIRO, L. O., Caracterização fenotípica de frutos e seleção de genótipos de fruteira-pão de
550 municípios do Recôncavo Baiano. 2015. 43 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências
551 Agrárias, Ambientais e Biológicas. UFRB - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2015.
- 552
- 553 ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; TEIXEIRA, A. L.; LAVIOLA, B. G.; SILVA, F. C. G.;
554 MILITÃO, J. S. L. T. Eficiência da seleção para incremento do teor de óleo do pinhão-mansão.
555 **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 44-50, 2012.
- 556
- 557 SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System**. Release 9.2. (Software), 2002–2008.
- 558
- 559 SCHWARZBACH, E.. Einige Anwendungsmöglichkeiten Elektronischer Datenverarbeitung
560 (EDV) für die Beurteilung von Zuchtmaterial. Arb. Tag. Oesterr. Pflanzenz. Gumpenstein, p.
561 277-287, 1972.
- 562
- 563 SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. **Annals Eugenics**, v.7, p. 240-250,
564 1936.
- 565
- 566 SOARES FILHO, W. S., CUNHA SOBRINHO, A. P., PASSOS, O. S., SOUZA, A. S.
567 Melhoramento genético. In: CUNHA SOBRINHO, A. P., MAGALHÃES, A. F. J., SOUZA, A.
568 S., PASSOS, O. S., SOARES FILHO, W. S. Cultura dos citros. Brasília, DF: Embrapa, p. 61-
569 102, 2013.
- 570
- 571 SOARES FILHO, W. dos S.; VILARINHOS, A. D.; ALVES, A. A. C.; CUNHA SOBRINHO,
572 A. P. da; OLIVEIRA, A. A. R.; SOUZA, A. da S.; LEDO, C. A. da S.; CRUZ, J. L.; SOUZA, L.
573 D.; CASTRO NETO, M. T. de; GUERRA FILHO, M. dos S.; PASSOS, O. S.; MEISSNER
574 FILHO, P. E. Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e
575 Fruticultura: obtenção de híbridos (Documentos, 106), p. 35, 2003c.
- 576
- 577 SOARES FILHO, W. S. (Ed.). Reunião técnica: obtenção, seleção e manejo de variedades porta-
578 enxerto de citros adaptadas a estresses abióticos e bióticos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca
579 e Fruticultura, 2011. (Documentos, 200). 1 CD-ROM.
- 580

- 581 SOARES FILHO, W. S.; STUCHI, E. S.; RAMOS, Y. C.; GIRARDI, E. A.; GESTEIRA, A. S.;
582 PASSOS, O. S. Porta-enxertos semiananxicantes para laranjeira 'Valência'. In: CONGRESSO
583 BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. Panorama atual e
584 perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil: [Anais]. Búzios: Sociedade Brasileira de
585 Melhoramento de Plantas, 2011. 1-CD ROM.
- 586
- 587 SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. Biology of citrus. 2. ed. Cambridge: Cambridge
588 University, p. 230, 2008.
- 589
- 590 STUCHI, E. S. Avaliação da laranjeira 'Folha Murcha' sobre dez porta-enxertos em Bebedouro
591 SP. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
592 Universidade Estadual Paulista 'Julio de Mesquita Filho'. Jaboticabal, p. 129,1999.
- 593
- 594 TAZIMA, Z.H.; AULER, P.A.M.; NEVES, C.S.V.J.; YADA, I.F.U.; LEITE JÚNIOR, R.P.
595 Comportamento de clones de laranja 'Valência' na região norte do Paraná. **Revista Brasileira de**
596 **Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 970-974, 2008.
- 597
- 598 VILARINHO, A. A.; VIANA, J. M. S.; SANTOS, J. F. dos; CÂMARA, T. M. M. Eficiência da
599 seleção de progênies s1 e s2 de milho-pipoca, visando à produção de linhagens. **Bragantia**, v.62,
600 p. 9-17, 2003.
- 601
- 602
- 603
- 604
- 605
- 606
- 607
- 608
- 609
- 610
- 611
- 612
- 613
- 614
- 615
- 616
- 617
- 618
- 619
- 620
- 621
- 622
- 623
- 624
- 625
- 626
- 627
- 628
- 629
- 630
- 631
- 632
- 633
- 634
- 635
- 636
- 637
- 638
- 639

640

SUPORTE DE LEGENDAS E INFORMAÇÕES DAS TABELAS – Artigo 3

641 **Tabela 1.** Médias originais e centradas ($x_j - k_j$) dos caracteres de produção acumulada (Prod),
642 eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), nota
643 de tolerância à seca (S) e altura da planta (Alt) para o cálculo do Índice multiplicativo (*IE*) em
644 porta-enxertos híbridos de citros enxertados com laranja ‘Valência IAC’ no norte de São Paulo.

645

646 **Tabela 2.** Médias dos dados originais e centradas dos caracteres de produção acumulada (Prod),
647 eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), nota
648 de tolerância à seca (S) e altura da planta (Alt) para o cálculo do índice de soma de classificação
649 (*IMMi*) em porta-enxertos híbridos de citros enxertados com laranja ‘Valência IAC’ no norte de
650 São Paulo.

651

652 **Tabela 3.** Médias dos dados originais dos caracteres de produção acumulada (Prod), eficiência
653 produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), seca (S) e altura
654 da planta (Alt) para o cálculo do índice de ranqueamento usando médias simples (*IRC₁*) de porta-
655 enxertos híbridos de citros enxertados com laranja ‘Valência IAC’ no norte de São Paulo.

656

657 **Tabela 4.** Médias dos dados originais dos caracteres de produção acumulada (Prod), eficiência
658 produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), seca (S) e altura
659 da planta (Alt) para o cálculo do índice de ranqueamento usando médias normalizadas
660 linearmente (*IRC₃*) de porta-enxertos híbridos de citros enxertados com laranja ‘Valência IAC’
661 no norte de São Paulo.

662

663 **Tabela 5.** Médias dos dados originais e centradas dos caracteres de produção acumulada (Prod),
664 eficiência produtiva de frutos (EfP), sólidos solúveis totais (SS), rendimento de suco (RS), nota
665 de tolerância à seca (S) e altura da planta (Alt) para da distância euclidiana do genótipo ao
666 ideótipo (ISG) em porta-enxertos híbridos de citros enxertados com laranja ‘Valência IAC’ no
667 norte de São Paulo.

668

669 **Tabela 6.** Correlação de Spearman entre cinco índices não paramétricos aplicados às variáveis
670 produção acumulada, eficiência produtiva de frutos, concentração de sólidos solúveis totais,
671 rendimento de suco, nota de tolerância à seca e altura de copa de laranja ‘Valência IAC’
672 enxertada em 46 porta-enxertos híbridos de citros.

673

674

675

676

677

678

679

680

681

682

CAPÍTULO 4

**POTENTIAL ROOTSTOCKS FOR VALENCIA SWEET ORANGE IN RAIN-
FED CULTIVATION IN THE NORTH OF SÃO PAULO, BRAZIL**

Potential rootstocks for Valencia sweet orange in rain-fed cultivation in the North of São Paulo, Brazil

Danilo Pereira Costa¹, Eduardo Sanches Stuchi^{2,3}, Eduardo Augusto Girardi², Yuri Caires Ramos⁴, André Luiz Fadel⁵, Walter Maldonado Junior⁶, Abelmon da Silva Gesteira², Orlando Sampaio Passos² & Walter dos Santos Soares Filho²

SUMMARY

The North region of São Paulo has a high incidence of citrus sudden death (CSD), making Rangpur lime an inappropriate rootstock for use in this region. Identified CSD-tolerant rootstocks require supplementary irrigation. An ideal rootstock must be CSD-tolerant, provide high yields of fruits with high quality juice, be tolerant to drought, and induce some level of dwarfism in order to allow closer spacing. These characteristics were evaluated for Valencia orange trees on rootstocks of Dancy mandarin, Santa Cruz Rangpur lime (LCRSC) and 25 diverse hybrid rootstocks. The main parents of the hybrids were *Citrus sunki*, *C. reshni*, *C. volkameriana*, *C. limonia*, *C. sinensis* and *Poncirus trifoliata*. The experiment was performed in Colômbia, SP, Brazil, from 2009 to 2015 in rain-fed cultivation. At seven years of age, 54% of the rootstocks presented tree size similar to or higher than LCRSC, whereas in the others there was a reduction between 75 and 8% compared to LCRSC. Sacaton citrumelo rootstock resulted in substantial dwarfism and the hybrids of *C. volkameriana* x *C. limonia* were semi-dwarfing. All rootstocks presented juice with soluble solids varying from 9.89 to 11.06 °Brix and ratio from 13.52 to 18.31. A Selection Index (SI) was developed to compare rootstocks. Twelve rootstocks exhibited SI superior to LCRSC. Citrange 25 and *C. reshni* x *P. trifoliata* Swingle 224, 287 and 71158 produced smaller tree size with greater production efficiency, soluble solids and processing index superior to LCRSC. The latter citrandarin rootstock presented incompatibility with Valencia sweet orange at age eight.

Index terms: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, drought tolerance, fruit quality, dwarfism.

Porta-enxertos potenciais para laranja Valência em cultivo de sequeiro no Norte do Estado de São Paulo, Brasil

RESUMO

A região norte do Estado de São Paulo tem uma alta incidência de morte súbita dos citros (MSC), tornando o limoeiro Cravo um porta-enxerto inapropriado para uso nesta região. Os porta-enxertos tolerantes à MSC identificados requerem irrigação suplementar. Um porta-enxerto

¹ Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, BA, Brazil

² Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, Brazil

³ Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, Bebedouro, SP, Brazil

⁴ Universidade Federal do Recôncavo Baiano – UFRB, Cruz das Almas, BA, Brazil

⁵ Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba, SP, Brazil

⁶ Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, SP, Brazil

Corresponding author: Eduardo Sanches Stuchi, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/n, Caixa Postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brazil. E-mail: eduardo.stuchi@embrapa.br

ideal deve ser tolerante à MSC, induzir elevada produtividade de frutos com alta qualidade, ser tolerante à seca e induzir algum nível de nanismo para permitir um espaçamento mais próximo. Essas características foram avaliadas para laranjeira Valência enxertada em tangerineira Dancy, limoeiro Cravo Santa Cruz (LCRSC) e 25 híbridos diversos. Os principais parentais dos híbridos foram *Citrus sunki*, *C. reshni*, *C. volkameriana*, *C. limonia*, *C. sinensis* e *Poncirus trifoliata*. O experimento foi realizado em Colômbia, São Paulo, Brasil, de 2009 a 2015, sob sequeiro. Aos sete anos de idade, 54% dos porta-enxertos apresentaram tamanho de árvore semelhante ou superior ao LCRSC, enquanto nos demais houve redução entre 75 e 8% em relação ao LCRSC. O porta-enxerto de citrumelo Sacaton mostrou potencial ananicante e os híbridos de *C. volkameriana* x *C. limonia* foram semiananicientes. Todos os porta-enxertos apresentaram suco com sólidos solúveis variando de 9,89 a 11,06 °Brix e ratio de 13,52 a 18,31. Um índice de seleção (SI) foi desenvolvido para comparar porta-enxertos. Doze porta-enxertos exibiram SI superior ao LCRSC. Citrange 25 e *C. reshni* x *P. trifoliata* Swingle 224, 287 e 71158 resultaram em tamanho de planta menor, com maior eficiência de produção, sólidos solúveis e índice de processamento superior ao LCRSC. O último citrandarin apresentou incompatibilidade com a laranjeira Valência aos oito anos de idade.

Termos de indexação: *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*, tolerância à seca, qualidade do fruto, ananicante.

INTRODUCTION

Brazil is the major producer of orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] in the world (FAO, 2016). Production is most prominent in the State of São Paulo (SSP), which produced 279 million orange boxes (40.8 kg/box) in 2014/2015, with the North region of the state responsible for 63.8 million boxes amounting to 22.9% of SSP production (FUNDECITRUS, 2016).

Rangpur lime [*C. limonia* (L.) Osbeck] rootstock has several agronomic characteristics which made it the most used rootstock in the country: tolerance to tristeza and drought, high number of polyembryonic seeds per fruit, compatibility with most scion varieties, early bearing and high productivity for all scions grafted to it, and fair fruit quality. It also has important limitations, such as susceptibility to blight, citrus nematode, citrus sudden death (CSD), as well as moderate susceptibility to gummosis from *Phytophthora* spp. (Pompeu Junior, 2005; Castle, 2010).

Swingle citrumelo [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], the trifoliolate orange (*P. trifoliata*) and the mandarin rootstocks Sunki [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] and Cleopatra (*C. reshni* hort. ex Tanaka) have been most widely used as CSD-tolerant rootstocks (Bassanezi et al., 2003), however they are more sensitive to drought than Rangpur (Pompeu Junior, 2005).

CSD is the driving factor for replacing Rangpur lime as rootstock, particularly in the regions North of SSP and South of the Triângulo Mineiro (Müller et al., 2002; Roman et al., 2004; Fundecitrus, 2007). The North region of SSP is characterized by the occurrence of high temperatures and a prolonged period of drought. The use

of supplementary irrigation is increasing in the region, with about 25% of the orchards irrigated (FUNDECITRUS, 2016); however, lack of water availability prevents adoption of irrigation in the whole cultivated area. Thus, it is important that new rootstocks provide satisfactory performance in rain-fed cultivation, as well as general tolerance to drought.

The programs for genetic improvement of citrus rootstocks in Brazil conduct introductions and hybridizations to identify/develop genotypes with superior characteristics to standard varieties, focusing on tolerance to biotic and abiotic stresses (Machado et al., 2005; Soares Filho et al., 2013). As a component of this process, Valencia orange was grafted on 25 hybrid rootstocks as well as Dancy mandarin (*C. reticulata* Blanco) and Santa Cruz Rangpur lime. Trees were rain-fed cultivated in the North of SSP for evaluation of resulting plant size, production and juice quality.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was installed in a commercial area in Colômbia-SP (20°17'48" S, 48°41'41" W, 492 m). The climate of the region is subtropical with a hot and rainy summer and moderate and dry winter, with an average annual precipitation around 1,414 mm and average temperature of 26 °C. The average precipitation in the dry season (257 mm, May to October) can be 4.5x lower than in the raining season (1,158 mm, November to April). The experiment was planted in 2009 with spacing of 7.0 m between rows and 3.0 m between plants in a dark red argisol, medium to clayey texture [pH (CaCl₂) = 4.5; CEC = 55; Ca = 16; Mg = 4; K = 2; H+Al = 33 mmol_c dm⁻³,

V% = 40; P = 73 mg dm⁻³; OM = 2 g dm⁻³, in the 0-20 cm soil layer]. Trees were not irrigated, relying solely on rain for trees needs. Production practices were typical for orange cultivation in SSP, without pruning. The annual mean fertilization per tree, from 2009 to 2015, was 218 g of N, 18 g of P₂O₅ and 190 g of K₂O.

The scion used was Valencia IAC sweet orange. The hybrids and citrus species evaluated as rootstocks are listed on Table 1, as well as, an identifying code, parental and origin of the genotypes. Seeds were provided by Embrapa Cassava & Fruits from accessions belonging to the Citrus Germplasm Bank in Cruz das Almas, Bahia State, Brazil. In 2014, at age seven, tree size was evaluated: height and mean diameter of plant canopy were measured with a graduated ruler; canopy

volume (V) was calculated, with the formula $V=(2/3)\pi r^2 h$, where r is the radius of plants canopies and h , their height. Fruit production was obtained by weighting on a digital scale and the results were expressed in kg of fruits per plant in the crop years of 2011 to 2015. Productive efficiency was

calculated by the division of fruit production per plant by canopy volume, expressed in kg m⁻³, in the years 2011-2014.

The alternate bearing index was calculated as $ABI = 1/n - 1x \{[(a2-a1)/(a2+a2) + [(a3-a2)/(a3+a2)+... + [(a(n)-a(n-1))/(a(n)+a(n-1))]]\}$, where n = number of crops evaluated and $a1, a2, \dots, a(n-1), a(n)$ = production in the corresponding years (Pearce & Dobersek-Urbanc, 1967).

Table 1. Identifying codes, parental and origin of the hybrids and citrus species studied in this research

Identifying codes	Parental common and scientific names	Origin of the accession ^{1,2}
Dancy mandarin	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	University of California, Riverside, California, USA
Sacaton citrumelo	<i>C. paradisi</i> Macfaden x [<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.]	University of California, Riverside, California, USA
citrangequat Thomasville 1439	<i>Fortunella</i> spp. x Citrange [<i>C. sinensis</i> (L.) Osbeck x <i>P. trifoliata</i>]	University of California, Riverside, USA.
CLEO x TRSW - 224	Cleopatra mandarin (<i>C. reshni</i> hort. ex Tanaka) x Swingle trifoliolate orange (<i>P. trifoliata</i>)	U.S Date and Citrus Station, Indio, California, USA.
CLEO x TRSW - 287	Cleopatra mandarin (<i>C. reshni</i>) x Swingle trifoliolate orange (<i>P. trifoliata</i>)	U.S Date and Citrus Station, Indio, California, USA.
CLEO x TRSW - 295	Cleopatra mandarin (<i>C. reshni</i>) x Swingle trifoliolate orange (<i>P. trifoliata</i>)	U.S Date and Citrus Station, Indio, California, USA.
CLEO x TRSW - 30113	Cleopatra mandarin (<i>C. reshni</i>) x Swingle trifoliolate orange (<i>P. trifoliata</i>)	U.S Date and Citrus Station, Indio, California, USA.
CLEO x TRSW - 71158	Cleopatra mandarin (<i>C. reshni</i>) x Swingle trifoliolate orange (<i>P. trifoliata</i>)	U.S Date and Citrus Station, Indio, California, USA.
CTC - 25	citrange (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)	Taquari Experimental Station, Taquari, Rio Grande do Sul, Brazil
LVK x LCR - 017	Volkamer lemon (<i>C. volkameriana</i> Ten. & Pasq.) x Rangpur lime (<i>C. limonia</i> Osbeck)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
LVK x LCR - 030	Volkamer lemon (<i>C. volkameriana</i>) x Rangpur lime (<i>C. limonia</i>)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
LVK x LCR - 048	Volkamer lemon (<i>C. volkameriana</i>) x Rangpur lime (<i>C. limonia</i>)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.

¹ According to Passos et al. (2007) and Vasconcelos & Araújo (1975); ² Numbers of the identifying codes regarding to introduced germplasm are given as the original registration number received in Brazil, while hybrids obtained by Embrapa follow the Citrus Breeding Program own nomenclature.

Table 1. Continued...

Identifying codes	Parental common and scientific names	Origin of the accession ^{1,2}
LVK x LPA - 016	Volkamer lemon (<i>C. volkameriana</i>) x Palmeiras sweet orange (<i>C. sinensis</i>)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
Rangpur lime cv. Santa Cruz	Rangpur lime cv. Santa Cruz (<i>C. limonia</i>)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
TCLN x CTSF - 092	Clementina De Nules mandarin (<i>C. clementina</i> hort ex. Tanaka) x citrange Sanford (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
trifoliolate orange CRC 3551 CN	<i>P. trifoliata</i> selection CRC 3551 CN (nucellar budline)	University of California, Riverside, California, USA
TSK x TRSW - 294	Sunki mandarin [<i>C. sunki</i> (Hayata) hort. ex Tanaka] x Swingle trifoliolate orange (<i>P. trifoliata</i>)	U.S Date and Citrus Station, Indio, California, USA.
TSK x TRSW - 308	Sunki mandarin (<i>C. sunki</i>) x Swingle trifoliolate orange (<i>P. trifoliata</i>)	U.S Date and Citrus Station, Indio, California, USA.
TSK x TRSW - 311	Sunki mandarin (<i>C. sunki</i>) x Swingle trifoliolate orange (<i>P. trifoliata</i>)	U.S Date and Citrus Station, Indio, California, USA.
TSKC x LHA - 004	Sunki mandarin (<i>C. sunki</i>) x Hamlin sweet orange (<i>C. sinensis</i>)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
TSKC x LHA - 010	Sunki mandarin (<i>C. sunki</i>) x Hamlin sweet orange (<i>C. sinensis</i>)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
TSKC x LVKCT2 - 001	Sunki mandarin tree (<i>C. sunki</i>) x Volkamer Catânia 2 lemon (<i>C. volkameriana</i>)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
TSKC x TRBK - 010	Sunki mandarin (<i>C. sunki</i>) x Benecke trifoliolate orange (<i>P. trifoliata</i>)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
TSKFL x CTARG - 002	Sunki mandarin (<i>C. sunki</i>) Florida selection x Argentina citrange (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
TSKFL x CTARG - 028	Sunki mandarin (<i>C. sunki</i>) Florida selection x Argentina citrange (<i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i>)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
TSKFL x CWEB - 004	Sunki mandarin (<i>C. sunki</i>) Florida selection x <i>C. webberi</i> Wester	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.
TSKFL x LRM -011	Sunki mandarin (<i>C. sunki</i>) Florida selection x Mazoe rough lemon (<i>C. jambhiri</i> Lush.)	Embrapa Cassava & Fruits, Bahia, Brazil.

¹According to Passos et al. (2007) and Vasconcelos & Araújo (1975); ²Numbers of the identifying codes regarding to introduced germplasm are given as the original registration number received in Brazil, while hybrids obtained by Embrapa follow the Citrus Breeding Program own nomenclature

Fruit quality was evaluated in 2011 to 2013, and 2015. Ten fruits were randomly picked on the medium canopy height around the trees in each plot. Samples were collected in October/November, whenever fruits presented typical mature appearance, as this is the usual harvesting period for Valencia in the locality (Nonino, 1995), and the following factors were evaluated: weight, diameter and height of the fruits, total soluble solids (SS) measured in a refractometer

(Palette PR-101, ATAGO, Tokyo, Japan), total acidity (TA) by titration with sodium hydroxide (0.3125 N), ratio calculated as SS/TA, juice yield (JY, %), using an extractor designed for point-of-sale small lot juicing (Otto 1800, OIC, Limeira, São Paulo, Brazil) and processing index (kg SS box⁻¹, with the mean of 2012, 2013 and 2015), according to the formula: $PI = [JY \times SS \times 40.8] \times 10.000^{-1}$, with 40.8 kg as the weight for a standard orange box.

A selection index (SI) was developed based on: production per plant (Prod, 2011-2015), productive efficiency (Efp, 2011-2014) and processing index (PI, 2012, 2013 and 2015). SI was calculated as $SI = (Prod*50)*(Efp*15)*(PI*35)/100000$, and was used to compare general performance among rootstocks.

The experimental planting design was randomized blocks with four replications and four plants per plot, with 27 rootstocks. Analysis of variance was performed by plots subdivided in time, and for grouping of the means of treatments, the Scott-Knott multiple comparison test was used at 5% probability. Scott-Knott uses a hierarchical cluster analysis to partition treatments into distinct groups with no overlapping as with Duncan's Multiple Range Test (Scott & Knott, 1974). Statistical analyses were performed using the program AgroEstat (Barbosa & Maldonado Junior, 2015).

RESULTS

At seven years of age, the rootstocks presented differences for height, diameter and canopy volume, forming six groups of mean (Table 2). Of the 27 rootstocks evaluated, 11.1, 33.3 and 41.7% induced plants that were higher, larger and bulky, respectively, than those of trees on Santa Cruz Rangpur lime. Dancy mandarin rootstock was noteworthy for the induction of the largest trees, whereas Sacaton citrumelo rootstock resulted in the smallest Valencia trees.

For productive efficiency of the plants, 48% of the rootstocks evaluated were superior to the standard, Santa Cruz Rangpur lime, and two groupings were observed. Thomasville 1439, Sacaton citrumelo, CLEO x TRSW - 71158, CLEO x TR - 30113, CLEO x TRSW - 224, CTC 25, CLEO x TRSW - 287, TSKFL x CTARG-028, CLEO x TRSW-295, TSK x TRSW-294, TSK x TRSW - 308 and TSKFL x LRM - 011 were more efficient than Santa Cruz Rangpur lime. Rootstocks TSKFL x CTARG - 028 and TSKFL x LRM - 011 were more efficient than Santa Cruz Rangpur lime, in spite of presenting a superior tree size. Among the rootstocks with highest production efficiency (Table 2), rootstocks CLEO x TRSW - 71158, CLEO x TRSW 224, CTC 25, CLEO x TRSW - 287 and TSK x TRSW - 308 also had production per tree similar to Santa Cruz Rangpur lime (Table 3), making them especially desirable for high density plantings.

The production per tree of Valencia orange from 2011 to 2015 varied with the year of evaluation, with usually increasing yields and most of the rootstocks presenting the highest production per tree in 2015 (Table 3).

The Valencia orange trees grafted on TSKFL x CTARG - 028, TSK x TRSW-311, CLEO x TRSW-295, CLEO x TRSW-71158, CLEO x TRSW - 224, TSK x TRSW - 308, CTC 25, CLEO x TRSW - 287 and TSKC x LHA - 010 did not differ from those grafted on Santa Cruz Rangpur lime, being classified in the group of the highest average annual production per tree (Tables 3). Rootstocks LVK x LCR - 017, LVK x LCR - 048 and Sacaton citrumelo presented the lowest average annual production per tree of the 27 rootstocks evaluated.

For the quality attributes, the rootstocks TSK x TRSW-308 and Thomasville 1439 were superior to Santa Cruz Rangpur lime regarding all variables analyzed, including lower acid (Table 4). CRC 3551 CN trifoliolate orange, TSKC x LHA - 004, TSKFL x CTARG - 028 and TSKC x LHA-010 had similar results with the exception of lower ratio as titratable acidity was the same of Rangpur lime. Rootstocks TSKFL x CTARG - 028 and TSKC x LHA - 010 were also highlighted for being in the group of the most productive together with Santa Cruz Rangpur lime rootstock (Table 4).

Processing index, considered the most important variable among the quality characteristics studied, was superior to Rangpur lime (1.89 kg SS cx⁻¹) for the group of rootstocks comprised of CLEO x TR - 30113, CLEO x TRSW - 71158, -224, -287 and -295, TSKC X TRBK - 010, TSK x TRSW - 294, -308 and -311, TSKC x LVKCT2 - 001, trifoliolate orange CRC 3551 CN, TCLN x CTSF - 092, LVK x LPA - 016, TSKC x LHA - 004 and -010, Thomasville 1439 and TSKFL x CTARG - 028 (1.94 to 2.19 kg SS cx⁻¹) (Table 4).

The mean values of soluble solids varied from 9.89 to 11.06 °Brix, with the mean of the years (2011 to 2015, except 2014) of 10.62 °Brix. Except for rootstocks TSKC x LHA - 004, LVK x LCR - 030, TSKFL x LRM - 011, LVK x LCR - 048 and Sacaton citrumelo, the other rootstocks were superior to Rangpur lime (10.3 °Brix), varying from 10.4 to 11.1 °Brix. Conversely, the highest values of soluble solids were obtained in the year 2015, reaching a mean of 11.4 °Brix, without difference among the rootstocks in this year nor in 2011 and 2013 (Table 5).

In SI analysis (data not shown), 44.4% of the rootstocks were superior to Santa Cruz Rangpur lime tree, being described in ranking (decreasing): CLEO x TRSW - 71158, CLEO x TRSW - 224, Thomasville 1439, CLEO x TRSW - 287, CLEO x TR - 30113, CTC 25, CLEO x TRSW - 295, TSKFL

Table 2. Mean values of height, diameter and volume of the canopies in 2014 and mean production efficiency of Valencia orange tree on 27 rootstocks in the period 2011-2014. Colômbia:SP, 2016

Rootstock ¹	Height (cm)	Diameter (cm)	Volume (m ³)	Mean efficiency (kg m ⁻³)
Thomasville 1439	2.6 e ²	2.8 d	11.2 f	3.4 a
Sacaton citrumelo	2.0 f	2.1 e	4.9 g	3.4 a
CLEO x TRSW - 71 158 (USDA)	2.5 e	2.8 d	10.4 f	3.2 a
CLEO x TR - 30 113 (USDA)	2.7 d	2.9 c	12.7 f	3.1 a
CLEO x TRSW 224	3.3 c	3.1 c	16.9 e	2.9 a
CTC 25	3.2 c	3.2 b	17.8 e	2.8 a
CLEO x TRSW - 287	2.9 d	3.3 b	16.6 e	2.6 a
TSKFL x LRM - 011	3.6 b	3.4 b	22.1 c	2.5 a
CLEO x TRSW - 295	3.3 c	3.4 b	20.8 d	2.4 a
TSK x TRSW - 294	3.2 c	3.4 b	19.3 d	2.4 a
TSKFL x CTARG - 028	3.8 a	3.8 a	28.8 a	2.2 a
TSK x TRSW - 308	3.4 c	3.5 a	22.4 c	2.1 a
TCLN x CTSF - 092	3.2 c	3.2 b	17.4 e	1.8 b
TSK x TRSW - 311	3.5 b	3.6 a	24.0 b	1.7 b
Santa Cruz Rangpur lime lime	3.5 b	3.2 b	19.3 d	1.6 b
TSKC x LVKCT2 - 001	3.2 c	3.1 c	15.9 e	1.6 b
TSKFL x CWEB - 004	3.6 b	3.5 a	23.2 c	1.6 b
TSKC x LHA - 010	3.6 b	3.6 a	24.7 b	1.5 b
TSKFL x CTARG - 002	3.7 a	3.7 a	27.7 a	1.5 b
LVK x LCR - 030	3.1 c	3.0 c	15.1 e	1.4 b
TSKC x LHA - 004	3.6 b	3.6 a	24.6 b	1.3 b
LVK x LCR - 017	2.9 d	2.7 d	11.6 f	1.2 b
Trifoliate orange CRC 3551 CN	3.6 b	3.6 a	24.5 b	1.1 b
Dancy mandarin	3.9 a	3.6 a	27.8 a	0.8 b
LVK x LPA - 016	3.4 c	3.3 b	19.8 d	0.8 b
LVK x LCR - 048	2.8 d	2.6 d	10.0 f	0.7 b
TSKC x TRBK - 010	3.6 b	3.6 a	25.6 b	0.7 b
F	37.1 ³ **	23.0 **	39.6 **	5.5 **
CVexp (%)	8.7	10.2	27.3	73.3

¹Rootstock identifying codes are explained on Table 1. ²Means followed by the same lowercase and capital letters in the column and row, respectively, and by upper case letters for annual means, belong to the same group by the Scott-Knott test ($P \leq 0.05$). ³** ($P \leq 0.01$).

x CTARG - 028, TSK x TRSW - 294, TSK x TRSW - 308, TSKFL x LRM - 011 and TSK x TRSW - 311.

From these selected rootstocks, CLEO x TRSW - 71158, CLEO x TRSW - 224, CLEO x TRSW - 287 and CTC 25 had the following advantages in relation to the standard (Santa Cruz Rangpur lime): lower canopy volume (20% reduction), higher SS (5% increase), higher processing index (12% increase), and higher productive efficiency (74% increase) (Figure 1). The other rootstocks had similar fruit quality but large plant size, which prevents use in orchards with a higher planting density.

DISCUSSION

The search for superior citrus rootstocks which impart lower plant size, greater productivity and increased fruit quality is needed for citrus cultivation around the world (Schäfer et al., 2001). Based on these characteristics, rootstocks CLEO x TRSW - 71158, CLEO x TRSW - 224, CTC 25, CLEO x TRSW - 287 and TSK x TRSW - 308 were the most efficient in terms of production efficiency, as they exhibited a smaller tree size and similar production per tree in relation to the reference rootstock, Santa Cruz Rangpur lime

Table 3. Mean production values of the Valencia orange tree on 27 rootstocks, evaluated from 2011 to 2014. Colômbia-SP, 2016

Rootstock ¹	Production					Mean
	(kg tree ⁻¹)					
	2011	2012	2013	2014	2015	
TSKFL x CTARG – 028	23.6 aB ¹	39.4 aA	16.4 aB	29.4 bB	39.5 bA	29.7 a
TSK x TRSW – 311	10.8 aB	27.6 aB	16.2 aB	47.9 aA	43.6 bA	29.2 a
CLEO x TRSW – 295	13.7 aB	40.7 aA	7.8 bB	42.5 aA	34.2 bA	27.8 a
CLEO x TRSW – 71 158	11.2 aB	23.7 aB	22.1 aB	40.1 aA	40.9 bA	27.6 a
Santa Cruz Rangpur lime lime	6.4 aC	24.3 aB	25.3 aB	27.6 bB	51.9 aA	27.1 a
CLEO x TRSW – 224	18.2 aB	25.9 aB	9.9 bB	42.6 aA	39.0 bA	27.1 a
TSK x TRSW – 308	16.3 aB	30.7 aA	11.9 bB	39.9 aA	35.9 bA	26.9 a
CTC 25	17.2 aB	34.9 aA	5.2 bB	36.9 aA	39.5 bA	26.8 a
CLEO x TRSW – 287	14.3 aB	30.1 aA	17.2 aB	40.0 aA	30.7 cA	26.5 a
TSKC x LHA – 010	10.1 aB	18.1 bB	26.8 aB	26.3 bB	45.2 bA	25.3 a
TSK x TRSW – 294	15.6 aB	32.6 aA	6.2 bB	40.9 aA	28.9 cA	24.8 b
TSKFL x LRM – 011	22.4 aA	30.5 aA	23.9 aA	24.7 bA	20.4 cA	24.4 b
TSKC x TRBK – 010	4.4 aC	5.2 bC	14.6 aC	27.8 bB	64.6 aA	23.3 b
TSKFL x CWEB – 004	7.6 aB	18.6 bB	10.7 bB	43.2 aA	36.0 bA	23.2 b
TSKC x LHA – 004	7.6 aB	21.4 aB	11.6 bB	25.8 bB	44.7 bA	22.2 b
Thomasville 1439	12.7 aA	23.3 aA	19.9 aA	24.5 bA	30.5 cA	22.2 b
CLEO x TR – 30 113	16.4 aB	23.6 aA	8.2 bB	34.5 aA	25.8 cA	21.7 b
LVK x LCR – 030	3.6 aC	8.0 bC	22.2 aB	28.3 bB	45.6 bA	21.5 b
Trifoliolate orange CRC 3551 CN	11.2 aB	9.4 bB	17.2 aB	22.6 bB	40.3 bA	20.1 c
TSKFL x CTARG – 002	14.3 aB	15.4 bB	8.2 bB	29.9 bA	28.1 cA	19.2 c
Dancy mandarin	4.9 aB	10.7 bB	9.1 bB	31.0 bA	39.4 bA	19.0 c
TSKC x LVKCT2 – 001	9.4 aA	15.9 bA	12.2 bA	27.0 bA	25.8 cA	18.1 c
TCLN x CTSF – 092	9.2 aB	30.9 aA	7.7 bB	24.7 bA	15.9 cB	17.7 c
LVK x LPA – 016	0.8 aB	4.6 bB	17.2 aA	27.9 bA	28.4 cA	15.8 c
LVK x LCR – 017	6.5 aA	7.7 bA	8.7 bA	14.0 bA	18.4 cA	11.1 d
LVK x LCR – 048	0.01 aB	0.01 bB	7.0 bB	18.5 bA	26.6 cA	10.4 d
Sacaton citrumelo	3.9 aA	11.6 bA	3.2 bA	22.1 bA	8.5 cA	9.9 d
Annual means	10.8 D	20.9 C	13.6 D	31.1 B	34.4 A	22.3
F	1.2 ³ NS	3.7 **	1.4 NS	2.3 **	4.3 **	7.2 **
CVexp (%)			52.2			

¹Rootstock identifying codes are explained on Table 1. ²Means followed by the same lowercase and capital letters in the column and row, respectively, and by upper case letters for annual means, belong to the same group by the Scott-Knott test ($P \leq 0.05$). ³NS (not significative), **($P \leq 0.01$), *($P \leq 0.05$).

In this work, rootstocks which were hybrids of Volkamer lemon x Rangpur lime induced semi-dwarfing and dwarfing canopy volume, which was not expected. Only Sacaton citrumelo was truly dwarfing (reduction to 25% of full size as represented by Santa Cruz Rangpur lime), according to the classification of Castle & Phillips (1977), even though it was previously described as normal size inducer, being equal or superior to 2.80 m of height (Arana et al., 2006).

Ramos et al. (2015) evaluated the preliminary behavior of Valencia orange on 44 rootstocks and found that, among the non-trifoliolate types, Rangpur lime induced the best production, similar to the results in this study. This is consistent with the general consensus that Rangpur is highly productive in rain-fed conditions (Pompeu Junior, 2005). Nine hybrid rootstocks of *P. trifoliata* induced fruit production per plant equivalent to Rangpur lime, and thus have great potential for use in the North region of SSP in rain-fed cultivation, while reducing risk of CSD. It must

Table 4. Mean values of quality attributes of Valencia orange fruits on 27 rootstocks in the period 2011-2015, except 2014. Colômbia-SP, 2016

Rootstock ¹	FH ³ (cm)	FD (cm)	FW (g)	JY (%)	TA (%)	ratio	PI# (kg SS cx ⁻¹)
CLEO x TR - 30 113	6.9 a ²	6.8 b	178 b	46.2 a	0.62 b	18.3 a	2.19 a
CLEO x TRSW - 287	7.2 a	7.0 a	199 b	49.2 a	0.66 b	16.8 a	2.16 a
TSKC x TRBK - 010	7.3 a	6.9 b	192 b	49.3 a	0.65 b	16.7 a	2.14 a
CLEO x TRSW - 71158	7.1 a	6.9 b	194 b	48.6 a	0.61 b	18.0 a	2.12 a
TSK x TRSW - 311	7.3 a	7.0 a	200 b	48.1 a	0.63 b	16.9 a	2.08 a
TSKC x LVKCT2 - 001	7.2 a	7.0 b	194 b	46.4 a	0.67 b	16.7 a	2.04 a
TSK x TRSW - 308	7.4 a	7.2 a	213 a	45.9 a	0.62 b	17.9 a	2.03 a
CLEO x TRSW 224	7.1 a	7.0 b	196 b	45.6 a	0.68 b	16.5 a	2.03 a
Trifoliate orange CRC 3551 CN	7.2 a	7.1 a	202 a	45.8 a	0.72 a	15.4 b	2.02 a
TCLN x CTSF - 092	7.1 a	7.0 b	194 b	46.9 a	0.65 b	16.7 a	2.02 a
LVK x LPA - 016	6.9 a	6.7 b	174 b	46.6 a	0.75 a	14.6 b	2.01 a
TSKC x LHA - 004	7.3 a	7.1 a	211 a	47.1 a	0.72 a	14.9 b	2.00 a
Thomasville 1439	7.3 a	7.2 a	211 a	45.8 a	0.67 b	16.9 a	1.99 a
TSKFL x CTARG - 028	7.3 a	7.2 a	210 a	45.7 a	0.71 a	15.3 b	1.98 a
CLEO x TRSW - 295	7.2 a	7.0 b	199 b	45.7 a	0.67 b	16.5 a	1.97 a
TSK x TRSW - 294	6.9 a	7.0 a	196 b	44.1 b	0.60 b	18.2 a	1.95 a
TSKC x LHA - 010	7.3 a	7.1 a	207 a	45.3 a	0.72 a	15.1 b	1.94 a
CTC 25	7.2 a	7.0 a	194 b	43.7 b	0.70 a	16.1 a	1.92 b
TSKFL x CWEB - 004	7.4 a	7.1 a	209 a	44.6 b	0.67 b	16.4 a	1.91 b
LVK x LCR - 017	7.0 a	6.8 b	179 b	43.1 b	0.69 a	16.1 a	1.90 b
Santa Cruz Rangpur lime	7.2 a	6.9 b	197 b	44.8 b	0.74 a	14.7 b	1.89 b
TSKFL x CTARG - 002	7.4 a	7.1 a	211 a	43.5 b	0.68 b	15.7 b	1.88 b
LVK x LCR - 030	7.2 a	6.9 b	194 b	42.3 b	0.71 a	15.2 b	1.80 b
TSKFL x LRM - 011	7.3 a	7.1 a	205 a	43.5 b	0.67 b	15.4 b	1.78 b
LVK x LCR - 048	7.2 a	6.8 b	187 b	42.8 b	0.75 a	13.8 b	1.75 b
Dancy mandarin	7.1 a	7.0 a	197 b	40.7 b	0.79 a	13.5 b	1.73 b
Sacaton citrumelo	7.6 a	7.2 a	215 a	41.3 b	0.63 b	16.7 a	1.68 b
Annual means	7.2	7.0	198	45.4	0.69	16.1	1.98
F	2.1 ⁴ **	2.6 **	2.8 **	1.8 *	2.1 **	3.0 **	2.2 **
CVexp (%)	5.6	4.0	11.4	12.3	16.2	15.9	15.1

¹Rootstock identifying codes are explained on Table 1. ²Means followed by the same letter in the column belong to the same group by the Scott-Knott test ($P \leq 0.05$). ³Titratable acidity (TA), fruit height (FH), diameter (FD), processing index (PI), fruit weight (FW), ratio (SS/TA) and juice yield (JY). # cx = Box of 40.8 kg. ⁴***($P \leq 0.01$), *($P \leq 0.05$).

be highlighted that among the four rootstocks selected as best in the present work (Figure 1), three are citrandarins, which emphasizes their potential for rain-fed cultivation (Blumer & Pompeu Junior, 2005). The poor fruit production of trees with Dancy mandarin rootstock was also previously reported (Pompeu Junior et al., 2003). Trifoliate orange and its hybrids generally induced the scion to produce fruits with traits superior to those obtained for other rootstocks, as found by Bordignon et al. (2003). According to Koller (1994), the ideal ratio is between 10 and 16. The fruits

of Valencia on all rootstocks analyzed conformed with this range in most of the years evaluated.

Variation among rootstocks for soluble solids was only observed in 2012 (Table 4), a year in which drought conditions were present before and during harvest. Moderate water stress during maturation may sometimes enhance fruit quality (Aguado et al., 2012). The processing index values (2011-2015 means) recorded for rootstocks in this work were substantially lower than those reported by Di Giorgi et al. (1990) and by Nonino (1995), for the

Table 5. Mean values of the concentration of total soluble solids in Valencia orange fruits on 27 rootstocks evaluated in 2011, 2012, 2013 and 2015. Colômbia:SP, 2016

Rootstock1	Soluble Solids (°Brix)				
	2011	2012	2013	2015	Mean
CLEO x TR – 30113	10.6 aB ¹	11.5 aA	10.5 aB	11.5 aA	11.0 a
CLEO x TRSW – 224	10.8 aA	11.4 aA	10.0 aB	11.1 aA	10.8 a
TSK x TRSW – 308	10.0 aB	11.2 aA	9.9 aB	12.0 aA	10.8 a
TSK x TRSW – 294	10.2 aB	11.5 aA	10.0 aB	11.2 aA	10.7 a
LVK x LCR – 017	9.8 aB	10.9 aA	10.6 aA	11.6 aA	10.7 a
TSKC x LVKCT2 – 001	10.7 aA	10.6 aA	10.4 aA	11.2 aA	10.7 a
Trifoliate orange CRC 3551 CN	9.8 aB	10.4 bB	10.9 aA	11.7 aA	10.7 a
CLEO x TRSW – 287	10.4 aA	10.8 aA	10.4 aA	11.0 aA	10.7 a
CTC 25	10.0 aB	11.3 aA	10.0 aB	11.4 aA	10.7 a
CLEO x TRSW – 71158	9.5 aC	10.5 aB	10.7 aB	11.7 aA	10.6 a
CLEO x TRSW – 295	10.6 aA	11.1 aA	9.8 aB	10.9 aA	10.6 a
Thomasville 1439	9.4 aB	10.8 aA	10.5 aA	11.4 aA	10.5 a
LVK x LPA – 016	9.9 aB	10.6 aB	10.1 aB	11.6 aA	10.5 a
TSKFL x CTARG – 028	10.0 aB	11.0 aA	10.1 aB	11.0 aA	10.5 a
TSKC x TRBK – 010	9.7 aA	10.1 bA	10.9 aA	11.4 aA	10.5 a
TSK x TRSW – 311	9.8 aB	10.9 aA	10.0 aB	11.4 aA	10.5 a
Dancy mandarin	9.4 aB	10.7 aB	10.0 aB	11.9 aA	10.5 a
TSKFL x CTARG – 002	9.2 aB	10.7 aA	10.5 aA	11.3 aA	10.4 a
TCLN x CTSF – 092	9.6 aB	10.3 bB	10.5 aB	11.3 aA	10.4 a
TSKC x LHA – 010	8.9 aB	11.3 aA	9.9 aB	11.6 aA	10.4 a
TSKFL x CWEB – 004	10.2 aB	10.1 bB	9.8 aB	11.4 aA	10.4 a
TSKC x LHA – 004	9.9 aA	10.1 bA	10.1 aA	11.2 aA	10.3 b
LVK x LCR – 030	10.2 aB	9.7 cB	10.1 aB	11.2 aA	10.3 b
Santa Cruz Rangpur lime lime	10.1 aA	9.3 cA	10.4 aA	11.2 aA	10.2 b
TSKFL x LRM – 011	9.5 aB	9.5 cB	9.4 aB	11.4 aA	9.9 b
LVK x LCR – 048	8.1 aB	10.3 bA	10.3 aA	10.9 aA	9.9 b
Sacaton citrumelo	9.5 aB	9.1 cB	9.8 aB	11.0 aA	9.8 b
Annual means	9.8 D	10.6 B	10.2 C	11.3 A	10.6
F	1.7 ³ NS	3.8 **	1.1 NS	0.7 NS	2.4 **
CVexp (%)			6.3		.

¹Rootstock identifying codes are explained on Table 1. ²Means followed by the same lowercase and capital letters in the column and row, respectively, and by upper case letters for annual means, belong to the same group by the Scott-Knott test ($P \leq 0.05$).

³NS (not significant), **($P \leq 0.01$), *($P \leq 0.05$).

variety Valencia (2.49 to 2.86 kg and 2.42 to 2.73 soluble solids/box 40.8 kg, respectively). Those authors reports average data from processing plants, thus, juice extraction procedures could be one of the factors that explain the differences found.

Rootstocks that result in trees of smaller size, with high overall productivity and production efficiency are desirable for higher density orchards. Several rootstocks in this trial displayed significant dwarfing potential as they are plants of small size, efficient and productive that can be

employed in high density orchards. In January 2017, trees were scouted and it was possible to observe some Valencia orange trees grafted on Santa Cruz Rangpur lime rootstock presenting visual symptoms that resemble CSD. Trees on LVK x LCR hybrids presented poor plant growth and general nutritional deficiency with more than 50% of tree death. Although trees on CLEO x TRSW – 71158 performed well, they presented general chlorosis, shoot dieback and incompatibility symptoms in the graft union, such as crease and rootstock phloem yellowing, which may

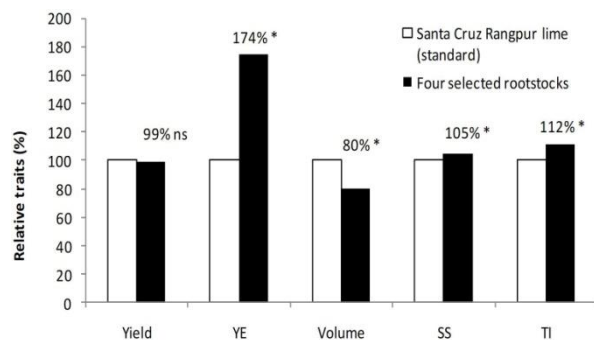


Figure 1. Relative traits (%) of Valencia sweet orange grafted onto Santa Cruz Rangpur lime and four selected rootstocks (CTC 25 and CLEO x TRSW - 224, - 287 and - 71158) under rainfed cultivation from 2009 to 2015. Colômbia-SP, Brazil, 2016. Accumulated yield (2011-2015, kg tree⁻¹), YE = mean yield efficiency (2011-2014, kg m⁻³), canopy volume (2014, m³), SS = soluble solids (mean 2012, 2013, 2015, °Brix), PI = processing index (mean 2012, 2013, 2015, SS box 40.8 kg⁻¹). *, ns significant or not (F test, p ≤ 0.05).

limit its use as rootstock of Valencia sweet orange. It was also observed general nutritional deficiency on TSK x TRSW – 308 and the prominent overgrowth of the scion trunk on TSKFL x CTARG – 002 rootstocks. Trees grafted on Dancy mandarin were the most vigorous without any symptoms of biotic either abiotic stresses and no tree loss. Considering the overall tree appearance, stand and fruit load in comparison to a commercial block of Valencia orange grafted on Swingle citrumelo with the same age and similar management just next to the experimental plot, the main rootstocks are ranked in the following descending order: Swingle citrumelo > CTC 25 > TSKFL x CTARG – 028 > CLEO x TRSW – 287 > CLEO x TRSW – 295 > Santa Cruz Rangpur lime with the other rootstocks with similar or inferior performance than Rangpur lime.

ACKNOWLEDGEMENTS

To Mr. Nelson, Aroldo and Marcelo Calegari, owners of Santa Maria Farm, for the technical support and availability of the area, to Embrapa Cassava & Tropical Fruits, for the financial support, to the Citrus Experimental Station of Bebedouro for the technical and financial support, and to CAPES-Embrapa, for the Doctorate scholarship of the first author.

REFERENCES

- Aguado A, Frias J, García-Tejero I, Romero F, Muriel JL & Apote N (2012) Towards the improvement of fruit-quality parameters in Citrus under deficit irrigation strategies. *ISRN Agronomy* 2012(2012): ID940896.
- Arana AC, Carrillo HC, Vásquez JJ (2006) Patrones para la producción de cítricos en La Colombia. *Palmira, Boletim divulgativo* 25: 13.
- Barbosa JC & Maldonado Junior W (2015) Experimentação agrônômica & AgroEstat: sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Multipress, 396 p.
- Bassanezi RB, Bergamin Filho A, Amorim L, Gimenes-Fernandes N, Gottwald TR & Bové JM (2003) Spatial and temporal analyses of citrus sudden death, as a tool to generate hypotheses concerning its etiology. *Phytopathology* 93: 502-512.
- Blumer S, Pompeu Junior J (2005) Avaliação de citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para citros em São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27(2): 264-267.
- Bordignon R, Medina HP, Siqueira WJ & Pio RM (2003) Características da laranja 'Valencia' sobre clones e híbridos de porta-enxertos tolerantes à tristeza. *Bragantia* 62: 381-395.
- Castle WS & Phillips RL (1977) Potentially dwarfing rootstocks for Florida citrus. *Proceeding International Society Citriculture* 2: 558-561.
- Castle WS (2010) A career perspective on Citrus rootstocks, their development, and commercialization. *HortScience* 45: 11-15.
- Di Giorgi F, Ide BY, Dib K, Marchi RJ, Triboni HR & Wagner RL (1990) Contribuição ao estudo do comportamento de algumas variedades de citros e suas implicações agroindustriais. *Laranja* 11(2): 567-612.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: Statistics database. Available from: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Access in: 17 Oct. 2016.
- FUNDECITRUS - Fundo de Defesa da Citricultura (2007) Pinta preta ou mancha preta dos citros. Available from: <http://www.fundecitrus.com.br/doencas/pinta_preta.html>. Access in: 12 Aug. 2016.

- FUNDECITRUS - Fundo de Defesa da Citricultura (2016) Inventário e estimativa do cinturão citrícola 2016-2017. Available from: <http://www.fundecitrus.com.br/doencas/pinta_preta.html>. Access in: 10 Oct. 2016.
- Koller OC (1994) Citricultura: laranja, limão e tangerina. Porto Alegre: Rigel. 92 p.
- Machado MA, Cristofani M, Amaral AM & Oliveira AC (2005) Genética, melhoramento e biotecnologia de citros. In: Mattos Junior D, De Negri JD, Pio RM, Pompeu Junior J (Eds). Citros. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, p. 221-277.
- Müller GW, De Negri JD, Aguilar-Vildoso CI, Mattos Junior D, Pompeu Junior J, Teófilo Sobrinho J, Carvalho SA, Giroto LF & Machado MA (2002) Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira. Laranja 23: 371-386.
- Nonino E (1995) Variedades de laranjas para fabricação de sucos. Laranja 16(1): 119-132.
- Passos OS, Soares Filho WS, Cunha Sobrinho AP, Souza AS, Santos LC & Peixoto LS (2007) Banco ativo de germoplasma de citros da embrapa mandioca e fruticultura tropical: passado, presente e futuro. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 61 p. (Documentos 163).
- Pearce SC & Dobersek-Urbanc S (1967) The measurement of irregularity in growth and cropping. Journal of Horticultural Science 42: 295-305.
- Pompeu Junior J (2005) Porta-enxertos. In: Mattos Junior D, De Negri JD, Pio RM, Pompeu Junior, J (Eds). Citros. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, p. 61-104.
- Pompeu Junior J, Blumer S & Salibe AA (2003) Tangerinas e tangelos como porta-enxertos para a laranja 'Hamlin'. Laranja 24(2): 413-422.
- Ramos YC, Stuchi ES, Girardi EA, Leão H, Gesteira ADS, Passos OS & Soares Filho WS (2015) Dwarfing rootstocks for Valencia sweet orange. Acta Horticulturae (1065): 351-354.
- Roman MP, Cambra M, Juarez J, Moreno P, Vila ND, Tanaka FAO, Alves E, Kitajima EW, Yamamoto PT, Bassanezi RB, Teixeira DC, Jesus Junior WC, Ayres AJ, Fernandes NG, Rabenstein F & Bové JM (2004) Sudden death of citrus in Brazil: a graft-transmissible bud union disease. Plant Disease 88: 453-467.
- Schäfer G, Bastianel M & Dornells ALC (2001) Porta-enxertos utilizados na citricultura. Ciência Rural. 31(4): 723-733.
- Scott AJ & Knott MA (1974) A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics 30(3): 507-512.
- Soares Filho WS, Cunha Sobrinho AP, Passos OS & Souza AS (2013) Melhoramento genético. In: Cunha Sobrinho AP, Magalhães AFJ, Souza AS, Passos OS, Soares Filho WS. Cultura dos citros. Brasília: Embrapa, p. 61-102.
- Vasconcelos HO & Araújo CM (1975) Informações preliminares sobre o comportamento de 22 híbridos americanos de porta-enxertos para citros na Baixada Fluminense. Anais 3 Congresso Brasileiro de Fruticultura, Rio de Janeiro, p. 339-348.

Received: November 14, 2016

Accepted: July 30, 2017

CONCLUSÃO GERAL

- ✓ Os porta-enxertos Sunki x English Palmira – CO, citrandarins Indio e San Diego, limoeiro ‘Cravo CNPMF – 004’, TSKC x CTSW - 028 e tangerina Sunki Tropical em copa de laranja Valência foram selecionados por conjugarem alta produção de frutos, boa qualidade e tolerância à seca similar à de limão ‘Cravo Santa Cruz’ em cultivo de sequeiro no norte de São Paulo, Brasil.
- ✓ Os porta-enxertos TSKC x (LCR x TR) – 017 e –059, HTR – 053 e –069, TSKC x CTSW – 041 e LCR x TR – 001 aptos para cultivo adensado, combinados com laranjeira ‘Valência’, apresentando menor tamanho de plantas, alta eficiência produtiva, apresentando ainda, tolerância a seca ao comparar com limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’.
- ✓ Os híbridos TSKC x TRFD – 006, TSKFL x CTTR – 017, TSKC x TRBK – 006 e TSKC x CTSW – 031 induziram além do baixo tamanho de planta, boa qualidade de fruto e alta eficiência produtiva de frutos e poderia vir a ser utilizado com irrigação.
- ✓ O híbrido TSKC x TRFD – 003 pode ser empregado em condições de sequeiro como porta-enxerto semianicante em cultivo de sequeiro no norte de São Paulo, Brasil.
- ✓ O porta-enxerto Sunki x English Palmira – CO apresentou potencial para substituir o limoeiro Cravo nas condições adversas do norte do estado de São Paulo.
- ✓ O índice de ranqueamento IRC1 (índice de ranqueamento usando médias simples) e IRC2 (índice de ranqueamento usando médias normalizadas) propiciam uma classificação mais coerentes dos híbridos de citros em função do conjunto de variáveis hortícolas utilizadas.
- ✓ Os porta-enxertos citrandarin Indio e San Diego, TSKC x CTSW – 028, TSKC x (LCR x TR) – 017 e – 059, TSKC x CTSW – 041, limoeiro Cravo CNPMF – 004, tangerina Sunki Tropical, foram superiores ao limoeiro Cravo Santa Cruz, mostrando-se como promissores para cultivo de sequeiro no norte do estado de São Paulo.
- ✓ Os porta-enxertos CLEO x TRSW - 71158, - 224 e -287 e CTC 25 foram aptos para o cultivo em condições de sequeiro na região norte do Estado de São Paulo, em sistema adensado, combinados com laranjeira ‘Valência’, apresentando menor tamanho da planta, maior eficiência produtiva, boa qualidade de frutos e produção semelhante ao limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’.