

Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe

Luciana Marques de Carvalho⁽¹⁾, Hélio Wilson Lemos de Carvalho⁽¹⁾, Walter dos Santos Soares Filho⁽²⁾, Carlos Roberto Martins⁽³⁾ e Orlando Sampaio Passos⁽²⁾

⁽¹⁾Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, nº 3.250, Bairro Jardins, CEP 49025-480 Aracaju, SE, Brasil. E-mail: luciana.carvalho@embrapa.br, helio.carvalho@embrapa.br ⁽²⁾Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: walter.soares@embrapa.br, orlando.passos@embrapa.br ⁽³⁾Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR-392, Km 78, 9º Distrito, Monte Bonito, Caixa Postal 403, CEP 96010-971 Pelotas, RS, Brasil. E-mail: carlos.r.martins@embrapa.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi identificar porta-enxertos alternativos ao limoeiro 'Cravo' comum, para produção de laranja 'Pêra', nas condições dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. Foram avaliados 43 porta-enxertos quanto a altura, copa, taxa fotossintética, teor de prolina, eficiência produtiva, produção e produtividade por planta. O limoeiro 'Cravo' comum foi considerado como padrão. Os porta-enxertos híbrido TSKC x (LCR x TR) - 059, citrandarim 'Riverside', limoeiro 'Cravo CNPMF - 03' e outros 12 superaram o limoeiro 'Cravo' comum na indução de eficiência produtiva à copa; limoeiro 'Rugoso Vermelho', citrandarim 'Indio' e mais quatro promoveram maior produtividade; TSKC x CTRK - 001 e TSKFL x CTC13 - 012 se destacaram pela magnitude da assimilação de CO₂; e TSKC x (LCR x TR) - 040 e TSKC x CTRK - 001 apresentaram maior acúmulo de prolina. São considerados alternativas promissoras os seguintes porta-enxertos: híbrido TSKC x (LCR x TR) - 059; citrandarins 'Indio', 'Riverside' e 'San Diego'; limoeiros 'Rugoso Vermelho' e 'Cravo CNPMF - 03'; e híbridos TSKC x CTRK - 001, TSKFL x CTC13 - 012, TSKC x (LCR x TR) - 040, TSKC x LHA - 006, TSKC x CTQT1434 - 001, TSKC x CTSW - 058 e TSKFL x CTARG - 028.

Termos para indexação: *Citrus*, *Poncirus*, deficit hídrico, híbridos, prolina.

Promising rootstocks alternative to 'Rangpur' lime in the Coastal Tablelands of the state of Sergipe, Brazil

Abstract – The objective of this work was to identify alternative rootstocks to 'Rangpur' lime, for production of 'Pêra' orange, under the conditions of the Coastal Tablelands of the state of Sergipe, Brazil. Forty-three rootstocks were evaluated for plant height, canopy, photosynthetic rate, proline content, productive efficiency, yield, and productivity. The 'Rangpur' common lime was considered as standard. The rootstocks TSKC x (LCR x TR) - 059 hybrid, 'Riverside' citrandarin, 'Rangpur CNPMF - 03' lime, and other 12 exceeded 'Rangpur' common lime in inducing crown production efficiency; 'Red Rough' lime, 'Indio' citrandarin, and other four promoted greater productivity; TSKC x CTRK - 001 and TSKFL x CTC13 - 012 stood out for magnitude of CO₂ assimilation; and TSKC x (LCR x TR) - 040 and TSKC x CTRK - 001 showed higher proline accumulation. The following rootstocks are considered promising alternatives: TSKC x (LCR x TR) - 059 hybrid; 'Indio', 'Riverside', and 'San Diego' citrandarins; 'Rugoso Vermelho' and 'Rangpur CNPMF - 03' limes; and TSKC x CTRK - 001, TSKFL x CTC13 - 012, TSKC x (LCR x TR) - 040, TSKC x LHA - 006, TSKC x CTQT1434 - 001, TSKC x CTSW - 058, and TSKFL x CTARG - 028 hybrids.

Index terms: *Citrus*, *Poncirus*, water deficit, hybrids, proline.

Introdução

O Brasil é o país com maior área de produção de laranjas doces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], com 762.765 mil hectares, mas é o décimo em produtividade (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012), o que indica a necessidade de adoção de melhores tecnologias. A produção

brasileira concentra-se na região Sudeste, seguida pelo Nordeste, responsável por 10% da produção nacional, com 1,9 milhão de toneladas de frutos, obtidos em 132 mil hectares (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014). Cerca de 90% dessa área se encontra nos Tabuleiros Costeiros da Bahia e de Sergipe. A área plantada no Nordeste continua crescendo (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014), uma vez

que, até agora, não foi detectada, na região, a ocorrência de “Huanglongbing”, importante doença dos citros, relatada pela primeira vez em 2004, em Araraquara, SP (Teixeira et al., 2005).

A maioria dos pomares é baseada em plantas enxertadas, em que atributos favoráveis da copa são combinados com aqueles do porta-enxerto. No entanto, um número restrito de variedades-copa é utilizado nos pomares e um menor ainda de porta-enxertos. Entre as variedades-copa mais utilizadas no Nordeste, destaca-se a laranjeira 'Pêra CNPMF D6', em razão do excelente desempenho e da presença de estirpe fraca do *Citrus tristeza virus* – CTV (Barbosa & Rodrigues, 2014). O limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck) 'Cravo' é o porta-enxerto mais plantado, por conferir maior vigor, produtividade e longevidade às copas (Cunha Sobrinho et al., 2013). Contudo, esse porta-enxerto é suscetível ao declínio e à morte súbita do citros, além de promover a produção de frutos com qualidade inferior, comparado a porta-enxertos como a tangerineira [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] 'Sunki'. Outro fator a considerar é a compatibilidade entre copa e porta-enxerto (Cristofani-Yaly et al., 2007). Sintomas típicos de incompatibilidade incluem o desenvolvimento de uma linha necrótica na região da enxertia, geralmente expressa após 4 a 6 anos (Moraes et al., 2011). Portanto, justifica-se a necessidade de diversificação de porta-enxertos.

Em 2008, em razão da importância da citricultura nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste, bem como das limitações e dos desafios à produtividade, a Embrapa iniciou estudos com citros em pomares experimentais. Cabe destacar que, apesar da potencialidade dos Tabuleiros para a citricultura, também há aspectos não favoráveis, como a má distribuição das chuvas, com 70 a 75% concentradas de abril a setembro, e a ocorrência de uma camada coesa nos solos (Cunha Sobrinho et al., 2013). O horizonte coeso implica na redução da profundidade efetiva do solo e no impedimento à penetração das raízes, o que compromete a produção (Portela et al., 2001). Sintomas de deficiência são comumente observados, uma vez que a demanda evapotranspiratória está entre 900 e 1.200 mm por ano nas condições brasileiras (Donato et al., 2007) e a maioria dos pomares não é irrigada (Medina et al., 2008). O déficit hídrico induz à redução nas taxas fotossintéticas por meio de limitações estomáticas e não estomáticas. A principal resposta adaptativa das

plantas à seca com efeito na produtividade é o ajuste osmótico, proporcionado pelo acúmulo de solutos, como a prolina. Isso permite que as plantas mantenham o turgor foliar necessário à abertura estomática sob baixo potencial hídrico, além de favorecer a absorção de água pelas raízes (Blum, 2009).

Certas características dos porta-enxertos, como padrão de distribuição, crescimento e desenvolvimento das raízes, têm marcante influência na adaptação ao ambiente (Magalhães Filho et al., 2008), o que indica a sua importância na produtividade das plantas.

O objetivo deste trabalho foi identificar porta-enxertos alternativos ao limoeiro 'Cravo' comum, para a produção de laranja 'Pêra', nas condições dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe.

Material e Métodos

Para o experimento, utilizou-se copa de laranjeira 'Pêra', clone 'CNPMF D6', enxertada por borbúlia em 43 porta-enxertos (Tabela 1), que compreenderam clones nucleares dos limoeiros (*C. limonia*) 'Cravo' (LCR) comum, 'Cravo Santa Cruz' (STC), 'CNPMF - 03' e 'CNPMF - 04'; do limoeiro (*C. jambhiri* Lush) 'Rugoso Vermelho' (LRV); do limoeiro (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.) 'Volkameriano' (LVK); do citrumelo [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] 'Swingle' (CTSW); do tangelo (*C. paradisi* x *C. tangerina* hort. ex Tanaka) 'Orlando' (OLD); e dos citrandarins (*C. sunki* x *P. trifoliata*) 'Indio', 'Riverside' e 'San Diego'. Também foram utilizados clones nucleares de híbridos obtidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (PMG Citros): LVK x LCR - 030 e 038; tangerineira 'Sunki' comum (TSKC) x CTSW - 009, 018, 019, 022, 041, 047 e 058; tangerineira 'Sunki' da Flórida (TSKFL) x CTSW - 009; TSKC x citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*) 'Troyer' (CTTR) - 008 e 012; TSKC x citrange 'Rusk' (CTRK) - 001; TSKFL x citrange 'Argentina' (CTARG) - 028 e 044; TSKFL x citrange C13 (CTC13) - 012; TSKC x *P. trifoliata* seleção diploide (TRDP) - 007 e 023; TSKC x [LCR x TR (*P. trifoliata*)] - 018, 020, 029, 040 e 059; TSKC x citrangequat [*Fortunella margarita* (Lour.) 'Swingle' x citrange 'Willits'] 'Thomasville' (CTQT1434) - 001; TSKC x CTQT1439 - 026; TSKC x laranjeira 'Hamlin' (LHA) - 006; limoeiro 'Cravo' da Estação Experimental de Limeira (LCREEL) x (LCR x

Tabela 1. Altura da planta, volume da copa, peso médio do fruto, eficiência produtiva por unidade de volume e produtividade do pomar no quarto ano, em 2013 e acumulada de 2011–2013, de laranja (*Citrus sinensis*) 'Pêra CNPMF D6' sobre 43 porta-enxertos⁽¹⁾.

Porta-enxertos ⁽²⁾	Altura (m)	Copa (m ²)	Peso do fruto (g)	Eficiência produtiva (kg m ⁻³)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
					2013	Acumulada
Limoeiro 'Cravo' comum	197a	4,57a	210a	7,00a	13,300a	24,931
Limoeiro 'Cravo Santa Cruz'	177a	274b	200a	813a	10,805b	22,773
Limoeiro 'Cravo CNPMF - 03'	190a	323b	250a	973a	10,070b	19,046
Limoeiro 'Cravo CNPMF - 04'	181a	316b	180a	814a	10,710b	24,135
Limoeiro 'Volkameriano'	210a	501a	180a	495b	12,370b	20,950
Limoeiro 'Rugoso Vermelho'	187a	500a	210a	800a	15,535a	24,395
Citrandarim 'Indio'	195a	458a	200a	735a	15,370a	24,481
Citrandarim 'Riverside'	195a	410a	202a	993a	11,660b	14,886
Citrandarim 'San Diego'	162a	246c	200a	767a	8,560c	14,322
Citrumelo 'Swingle'	170a	282b	190a	889a	5,835d	7,358
Tangelo 'Orlando'	178a	351b	210a	467b	4,520d	6,160
HTR - 207	137a	142c	193a	423b	1,680d	5,451
HTR - 208	187a	405a	200a	349b	6,110d	12,930
TSKC x CTQT1434 - 001	200a	513a	160a	800a	14,670a	17,124
TSKC x CTSW - 041	194a	523a	210a	600b	14,380a	23,104
TSKC x CTSW - 058	170a	318b	195a	900a	13,870a	18,677
TSKFL x CTARG - 028	186a	409a	195a	800a	13,610a	23,530
TSKFL x CTC13 - 012	203a	471a	205a	545b	13,105a	16,655
LVK x LCR - 038	189a	443a	220a	515b	12,025b	24,214
TSKFL x CTTR - 012	178a	406a	210a	750a	11,675b	16,287
TSKC x CTSW - 047	173a	352b	215a	700a	11,210b	12,610
TSKC x CTSW - 019	179a	388a	175a	600b	10,165b	16,720
TSKC x TRDP - 023	196a	439a	205a	650b	9,330c	13,554
TSKC x TRDP - 007	187a	440a	200a	550b	9,100c	13,503
TSKC x (LCR x TR) - 059	158a	218c	195a	120a	8,555c	16,803
TSKC x (LCR x TR) - 029	182a	328b	205a	700a	8,015c	13,386
TSKC x (LCR x TR) - 040	165a	285b	205a	700a	7,990c	15,499
TSKC x CTARG - 044	170a	279b	185a	700a	7,905c	10,087
TSKC x (LCR x TR) - 020	164a	227c	195a	850a	7,855c	13,508
MXWL x LHA - 004	195a	455a	154a	420b	7,605c	16,014
TSKFL x CTTR - 008	173a	303b	185a	450b	7,515c	11,890
TSKC x LHA - 006	150a	220c	230a	900a	7,460c	9,367
LVK x LCR - 030	178a	367a	170a	371b	7,000c	9,919
LRF x (LCR x TR) - 004	174a	287b	195a	407b	6,190d	9,783
MXWL x LHA - 001	190a	326b	195a	396b	5,895d	9,081
LVK x LCR - 018	179a	278b	220a	588b	5,750d	7,900
TSKC x CTSW - 022	174a	324b	170a	500b	5,490d	5,490
TSKC x CTRK - 001	182a	313b	195a	442b	5,190d	7,084
LCREEL x (LCR x TR) - 001	153a	201c	193a	551b	5,100d	5,100
TSKFL x CTSW - 009	166a	344b	195a	400b	4,930d	4,930
TSKC x (LCR x TR) - 018	170a	273b	225a	550b	4,885d	4,885
TSKC x CTSW - 018	150a	159c	195a	650b	4,600d	4,600
TSKC x CTQT1439 - 026	156a	278b	235a	450b	4,475d	11,389
Média	177	344	199	641	8,855	13,799
CV (%)	8,9	15,1	8,2	9,2	13,2	-

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Os dados representam médias de avaliações em três blocos de duas plantas por tratamento, o que totalizou seis repetições em plantios estabelecidos no campo, em agosto de 2009. ⁽²⁾Limoeiros 'Cravo' a 'Cravo CNPMF - 04', *C. limonia*; limoeiro 'Volkameriano', *C. volkameriana*; limoeiro 'Rugoso Vermelho', *C. jambhiri*; citrandarins 'Indio' a 'San Diego', *C. sunki* x *Poncirus trifoliata*; citrumelo 'Swingle', *C. paradisi* x *P. trifoliata*; tangelo 'Orlando', *C. paradisi* x *C. tangerina*; HTR, híbrido trifoliado; TSKC, tangerineira (*C. sunki*) 'Sunki' comum; CTQT, citrangequat [*Fortunella margarita* 'Swingle' x citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*) 'Willits'] 'Thomasville'; CTSW, citrumelo 'Swingle'; TSKFL, tangerineira 'Sunki', seleção da Flórida; CTARG, citrange 'Argentina'; CTC13, citrange C13; LVK, limoeiro 'Volkameriano'; LCR, limoeiro 'Cravo'; CTTR, citrange 'Troyer'; TRDP, *P. trifoliata*, seleção diploide; TR, *P. trifoliata*; LRF, limoeiro 'Rugoso Vermelho'; MXWL, mexerica (*C. deliciosa*), seleção 'Willow Leaf'; LHA, laranja (*C. sinensis*) 'Hamlin'; CTRK, citrange 'Rusk'; e LCREEL, limoeiro 'Cravo', seleção da Estação Experimental de Limeira.

TR) - 001; limoeiro 'Rugoso' da Flórida (LRF) x (LCR x TR) - 004; mexericica (*C. deliciosa* Ten.) 'Willow Leaf' (MXWL) x LHA - 001 e 004; e híbrido trifoliado (HTR) - 207 e 208. Os tratamentos consistiram das combinações copa/porta-enxerto e foram avaliados no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e três plantas por parcela. Uma linha de laranja 'Pêra' enxertada em limão 'Cravo' comum foi utilizada como bordadura geral na periferia dos tratamentos.

As mudas obtidas, em viveiro protegido com tela antiafídeos, seguindo os padrões comerciais de produção, foram plantadas no espaçamento de 5,0x3,0 m, em agosto de 2009, em pomar situado no município de Umbaúba, SE (11°22'37"S, 37°40'26"W, a 109 m de altitude). A área experimental apresenta solo Argissolo Acinzentado eutrófico Tb, A fraco, com textura média/argilosa, e relevo predominantemente plano (Portela et al., 2001). O clima é quente e úmido, tipo As, de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.263,6 mm, concentrada nos meses de abril a setembro. A precipitação mensal nos anos da condução do experimento e da série histórica são apresentados na Figura 1. A adubação e os tratos culturais foram os recomendados para citros (Mattos Junior et al., 2005), de acordo com análise de solo.

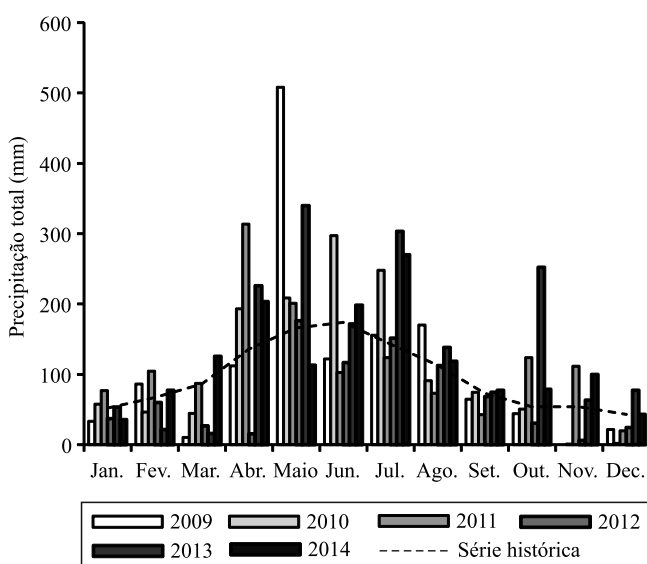


Figura 1. Precipitação mensal nos anos agrícolas de 2009–2014 e série histórica, no campo experimental da Embrapa, situado em Umbaúba, SE.

As taxas de assimilação de dióxido de carbono (A), de evapotranspiração (E) e de condutância estomática ao vapor de água (gs) foram determinadas em três datas, distanciadas de 1 semana, o que totalizou seis repetições, de março a abril de 2012, entre 9h00 e 11h00. As avaliações foram feitas em uma folha madura, exposta ao sol, em posição intermediária do caule, em duas plantas de cada tratamento, por meio de analisador de gases portátil a infravermelho, modelo LCPro+, ADC (BioScientific Ltda., Hoddesdon, Hertfordshire, Reino Unido), com irradiância de $1.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de fótons. Com esses dados, estimaram-se a eficiência instantânea no uso da água, a partir da razão A/E, e a eficiência intrínseca de uso da água para assimilação de CO_2 , a partir da estimativa da razão A/gs (Medina & Machado, 1998). No quarto ano do pomar, em 2013, foram determinados, de acordo com Auler et al. (2008a): altura total da planta (H); volume da copa, estimado com base no raio da copa (R) e na altura, a partir da equação $V=2/3 (\pi R^2H)$; peso médio de frutos por planta; eficiência produtiva por unidade de volume; e produtividade, a partir da massa fresca e da área de produção. A produtividade acumulada de frutos foi estimada com base na produção obtida em 2011, 2012 e 2013. Em agosto de 2014, o teor de prolina foi determinado como descrito em Bates et al. (1973), em amostras de 25 mg da folha expandida, na região mais apical, exposta ao sol, retiradas de 17 dos 43 tratamentos, selecionados com base no seu desempenho. Todos os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional Sisvar, versão 5.3 (Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG). Os dados obtidos a partir de cálculos numéricos foram transformados em raiz quadrada.

Resultados e Discussão

Dos 43 porta-enxertos avaliados no quarto ano, 15 induziram eficiência produtiva numericamente superior à do limoeiro 'Cravo' comum. Entre esses, TSKC x (LCR x TR) - 059, citrandarim 'Riverside', limoeiro 'Cravo CNPMF - 03', TSKC x CTSW - 058 e TSKC x LHA - 006 destacaram-se por induzir eficiência produtiva igual ou superior a $9,0 \text{ kg m}^{-3}$ (Tabela 1). Entretanto, as médias obtidas não diferiram significativamente daquelas para plantas sobre os limoeiros 'Cravo' comum, 'Cravo Santa Cruz', 'Cravo

CNPMF - 04' e 'Rugoso Vermelho'; o citrumelo 'Swingle'; os citrandarins 'Indio' e 'San Diego'; e os híbridos TSKC x CTQT1434 - 001, TSKFL x CTARG - 028, TSKC x CTTR - 012, TSKC x CTSW - 047, TSKC x (LCR x TR) - 029, TSKC x (LCR x TR) - 040, TSKC x CTARG - 044 e TSKC x (LCR x TR) - 020. Ressalta-se que, até o momento, não foram verificados sintomas visuais de incompatibilidade em nenhuma das combinações avaliadas, apesar de haver relatos de incompatibilidade entre a copa de laranjeira 'Pêra' e alguns porta-enxertos, especialmente híbridos de *P. trifoliata* (Moraes et al., 2011). Porém, a incompatibilidade nem sempre se expressa prontamente, o que implica na necessidade de um número maior de anos de observações para se chegar a conclusões definitivas. Cristofani-Yaly et al. (2007) constataram o desenvolvimento de sintomas típicos de incompatibilidade, aos 4 anos de idade, em apenas três dos 111 híbridos de 'Sunki' vs. *P. trifoliata* enxertados em 'Pêra', e Schinor et al. (2013), em dois dos 42 híbridos de 'Sunki' vs. *P. trifoliata* avaliados aos 7 anos de idade. Isso indica que sintomas de incompatibilidade nessas plantas podem ainda ser expressos.

A superioridade do híbrido TSKC x (LCR x TR) - 059 na indução de maior eficiência produtiva e produtividade também foi observada por Ramos et al. (2015), ao avaliar a copa de laranjeira 'Valência', em plantas com 2, 3 e 4 anos de idade, em um conjunto de mais de 40 porta-enxertos, cultivados no município de Colômbia, SP. Esse resultado é indicativo da precocidade produtiva desse porta-enxerto. Além disso, a maior eficiência produtiva não coincidiu, em todos os casos, com maior produtividade de frutos nos primeiros anos, como verificado para os porta-enxertos TSKC x (LCR x TR) - 059, TSKC x LHA - 006, TSKC x (LCR x TR) - 020 e citrandarim 'San Diego' (Tabela 2).

A precocidade produtiva, indicada pela maior produtividade no quarto ano, foi determinada nas plantas enxertadas sobre: os limoeiros 'Cravo' comum e 'Rugoso Vermelho'; o citrandarim 'Indio'; e os híbridos TSKFL x CTARG - 028, TSKC x CTQT1434 - 001 e TSKC x CTSW - 058 (Tabela 1). Observou-se precocidade nas plantas com maiores copas, exceto naquelas enxertadas em TSKC x CTSW - 058 (Tabela 1), à semelhança do que ocorre em laranjeira 'Valência' (Blumer, 2005). Plantas com maior biomassa foliar têm maior potencial de

absorver água e colocar a raiz em contato com nutrientes (Rodríguez-Gamir et al., 2010). No entanto, entre os 20 porta-enxertos com maior eficiência produtiva, apenas em sete constataram-se maiores copas: nos limoeiros 'Cravo' e 'Rugoso Vermelho'; nos citrandarins 'Indio' e 'Riverside'; e nos híbridos TSKFL x CTARG - 028, TSKC x CTQT1434 - 001 e TSKC x CTTR - 012 (Tabela 1). Auler et al. (2008) sugeriram que porta-enxertos que induzem copas menores e eficiência produtiva superior, como TSKC x (LCR x TR) - 059, TSKC x LHA - 006, TSKC x (LCR x TR) - 020 e o citrandarim 'San Diego', são interessantes, pois possibilitam o incremento na produção com o adensamento do plantio. Além disso, a menor altura da planta favorece a eficiência na inspeção de controle de doenças e pragas, bem como a redução no custo das colheitas (Blumer, 2005). Verificou-se menor porte com os quatro porta-enxertos supracitados, embora as plantas não tenham diferido significativamente quanto à altura. Entre as seleções de 'Cravo' avaliadas, maior eficiência produtiva associada à copa de menor porte foi obtida com o clone 'CNPMF - 03'.

Outros porta-enxertos, como 'Cravo CNPMF - 04' e LVK x LCR - 038, destacaram-se por favorecer maior produtividade acumulada de 2011–2013, apesar da baixa produtividade no quarto ano. O peso médio de fruto, entretanto, não variou significativamente entre as combinações avaliadas (Tabela 1). Esses dados indicaram que a variação na produtividade se deveu mais ao número de frutos por planta; também confirmaram a irregularidade e a alternância de safras para a copa de 'Pêra CNPMF D6', de acordo com o relatado por Blumer (2005) e Auler et al. (2008), ao avaliar copa de laranjeira 'Valência' nas condições de São Paulo.

A taxa de assimilação de CO₂ variou de 1,34 μmol m⁻² s⁻¹ de CO₂, nas plantas sobre o porta-enxerto 'Volkameriano' que não diferiram daquelas sobre 'Cravo' comum, a 25,24 μmol m⁻² s⁻¹ de CO₂, nas plantas sobre TSKFL x CTC13 - 012 (Tabela 2). Conforme Flexas et al. (2006), o principal fator responsável pela menor assimilação de CO₂ nas plantas de citros sob deficiência hídrica é a reduzida disponibilidade de CO₂ atmosférico, decorrente de limitação na difusão por estômatos e mesófilo. Contudo, constatou-se que as altas taxas de assimilação de CO₂ observadas nas plantas sobre TSKFL x CTC13 - 012 e TSKC

Tabela 2. Rendimento no quarto ano (kg ha^{-1}) e taxas transpiratórias (E), de assimilação líquida de CO_2 (A), de eficiência instantânea no uso da água (A/E), de condutância estomática (gs) em folhas individuais e de eficiência intrínseca no uso da água (A/g) de laranjeira (*Citrus sinensis*) 'Pêra CNPMF D6' sobre 43 porta-enxertos⁽¹⁾.

Porta-enxertos ⁽²⁾	E ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de H_2O)	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de CO_2)	A/E	gs ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de H_2O)	A/gs
Limoeiro 'Cravo' comum	1,053c	2,19e	2,090c	0,050c	43,80c
Limoeiro 'Cravo Santa Cruz'	1,163c	2,46e	2,108c	0,055c	46,06c
Limoeiro 'Cravo CNPMF - 03'	1,513a	2,11e	1,558c	0,065b	35,97c
Limoeiro 'Cravo CNPMF - 04'	1,633a	3,80d	2,338c	0,078b	48,33c
Limoeiro 'Volkameriano'	0,880c	1,34e	1,665c	0,040c	39,40c
Limoeiro 'Rugoso Vermelho'	1,150c	4,85c	4,295b	0,055c	90,84b
Citrandarim 'Indio'	0,958c	2,35e	2,433c	0,043c	57,36c
Citrandarim 'Riverside'	1,255b	3,62d	2,678c	0,055c	61,28c
Citrandarim 'San Diego'	1,138c	2,58e	2,223c	0,050c	51,30c
Citrumelo 'Swingle'	0,873c	1,97e	2,308c	0,040c	51,92c
Tangelo 'Orlando'	1,453b	4,09c	2,753c	0,073b	53,95c
HTR - 207	1,085c	2,24e	1,985c	0,045c	47,75c
HTR - 208	1,258b	2,84e	2,140c	0,058c	48,43c
TSKC x CTQT1434 - 001	0,993c	2,48e	2,493c	0,048c	51,86c
TSKC x CTSW - 041	1,205c	3,19d	2,835c	0,060c	56,73c
TSKC x CTSW - 058	0,965c	3,70d	3,988b	0,050c	77,78b
TSKFL x CTARG - 028	1,115c	3,44d	3,143b	0,053c	66,23b
TSKFL x CTC13 - 012	1,283b	25,24a	25,880a	0,063c	506,73a
LVK x LCR - 038	1,380b	3,95c	2,838c	0,060c	67,16b
TSKC x CTTR - 012	1,290b	3,29d	2,725c	0,063c	62,87c
TSKC x CTSW - 047	1,730a	5,30c	3,023c	0,088b	59,63c
TSKC x CTSW - 019	1,610a	6,93b	4,300b	0,083b	84,28b
TSKC x TRDP - 023	1,565a	8,83b	5,658b	0,088b	101,80b
TSKC x TRDP - 007	1,095c	4,31c	3,998b	0,055c	79,44b
TSKC x (LCR x TR) - 059	1,198c	4,87c	3,930b	0,060c	80,41b
TSKC x (LCR x TR) - 029	1,513a	5,57c	3,645b	0,078b	70,78b
TSKC x (LCR x TR) - 040	1,940a	8,52b	4,380b	0,120a	71,04b
TSKC x CTARG - 044	1,028c	3,11d	3,073c	0,053c	60,17c
TSKC x (LCR x TR) - 020	1,345b	3,76d	2,643c	0,068b	52,86c
MXWL x LHA - 004	0,993c	2,94d	2,960c	0,048c	63,43b
TSKC x CTTR - 008	1,083c	4,62c	4,428b	0,060c	77,01b
TSKC x LHA - 006	0,988c	3,00d	2,985c	0,045c	65,12b
LVK x LCR - 030	1,085c	2,04e	1,843c	0,050c	41,17c
LRF x (LCR x TR) - 004	1,285b	3,85d	2,685c	0,060c	57,97c
MXWL x LHA - 001	0,793c	1,58e	1,963c	0,035c	45,00c
LVK x LCR - 018	1,048c	2,50e	2,388c	0,048c	52,93c
TSKC x CTSW - 022	1,118c	4,97c	4,395b	0,053c	92,98b
TSKC x CTRK - 001	1,070c	23,37a	24,850a	0,050c	504,21a
LCREEL x (TR x LCR) - 001	1,008c	3,36d	3,585b	0,048c	74,12b
TSKFL x CTSW - 009	0,810c	2,41e	2,973c	0,040c	59,77c
TSKC x (LCR x TR) - 018	1,403b	5,23c	3,773b	0,073b	73,26b
TSKC x CTS - 018	1,270b	4,66c	3,643b	0,063c	73,69b
TSKC x CTQT 1439 - 026	1,393b	3,97d	2,775c	0,075b	51,52c
Média geral	1,205	4,48	3,850	0,058	78,85
CV (%)	10,230	12,96	19,33	12,04	17,32

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Os dados representam médias de três avaliações realizadas em março/abril de 2012, em duas plantas por tratamento, o que totalizou seis repetições nas mesmas condições de temperatura e radiação incidente em plantios estabelecidos em agosto de 2009. ⁽²⁾Limoeiros 'Cravo' a 'Cravo CNPMF - 04', *C. limonia*; limoeiro 'Volkameriano', *C. volkameriana*; limoeiro 'Rugoso Vermelho', *C. jambhiri*; citrandarins 'Indio' a 'San Diego', *C. sunki* x *Poncirus trifoliata*; citrumelo 'Swingle', *C. paradisi* x *P. trifoliata*; tangelo 'Orlando', *C. paradisi* x *C. tangerina*; HTR, híbrido trifoliado; TSKC, tangerineira (*C. sunki*) 'Sunki' comum; CTQT, citrangequat [*Fortunella margarita* 'Swingle' x citrange (*C. sinensis* x *P. trifoliata*) 'Willits'] 'Thomasville'; CTSW, citrumelo 'Swingle'; TSKFL, tangerineira 'Sunki', seleção da Flórida; CTARG, citrange 'Argentina'; CTC13, citrange C13; LVK, limoeiro 'Volkameriano'; LCR, limoeiro 'Cravo'; CTTR, citrange 'Troyer'; TRDP, *P. trifoliata*, seleção diploide; TR, *P. trifoliata*; LRF, limoeiro 'Rugoso Vermelho'; MXWL, mexicana (*C. deliciosa*), seleção 'Willow Leaf'; LHA, laranjeira (*C. sinensis*) 'Hamlin'; CTRK, citrange 'Rusk'; e LCREEL, limoeiro 'Cravo', seleção da Estação Experimental de Limeira.

x CTRK - 001 não coincidiram com as altas taxas de condutância e de evapotranspiração, mas com a alta eficiência no uso da água para assimilação de CO₂ (Tabela 2), o que sugere maior tolerância à seca. As plantas enxertadas em TSKC x (LCR x TR) - 040, TSKC x TRDP - 023 e TSKC x CTSW - 019 apresentaram altas taxas de assimilação de CO₂, embora inferiores àquelas observadas para as plantas citadas anteriormente. A superioridade e a magnitude da condutância estomática das plantas sobre TSKC x (LCR x TR) - 040 revelam maior abertura estomática e estão em consonância com o maior acúmulo de prolina (Figura 2). No entanto, o teor desta não diferiu daquele obtido nas plantas sobre TSKC x CTRK - 001,

TSKC x TRDP - 023, limoeiro 'Cravo' comum, tangelo 'Orlando' e TSKC x (LCR x TR) - 020.

A condutância estomática da maioria das plantas ficou na faixa de 0,05 a 0,10 μmol m⁻² s⁻¹ de H₂O, na qual a fotossíntese é limitada principalmente pela restrição na difusão de CO₂ (Flexas et al., 2006). Nas plantas com menores condutâncias, como as enxertadas em MXWL x LHA, pressupõe-se a ocorrência de danos metabólicos (Campos et al., 2011). As médias de condutância determinadas foram semelhantes às relatadas por Suassuna et al. (2012) para laranjeiras 'Valência' em deficit hídrico. Magalhães Filho et al. (2008) verificaram, em laranjeiras 'Valência' sobre 'Cravo' e trifoliata, condutância estomática próxima à

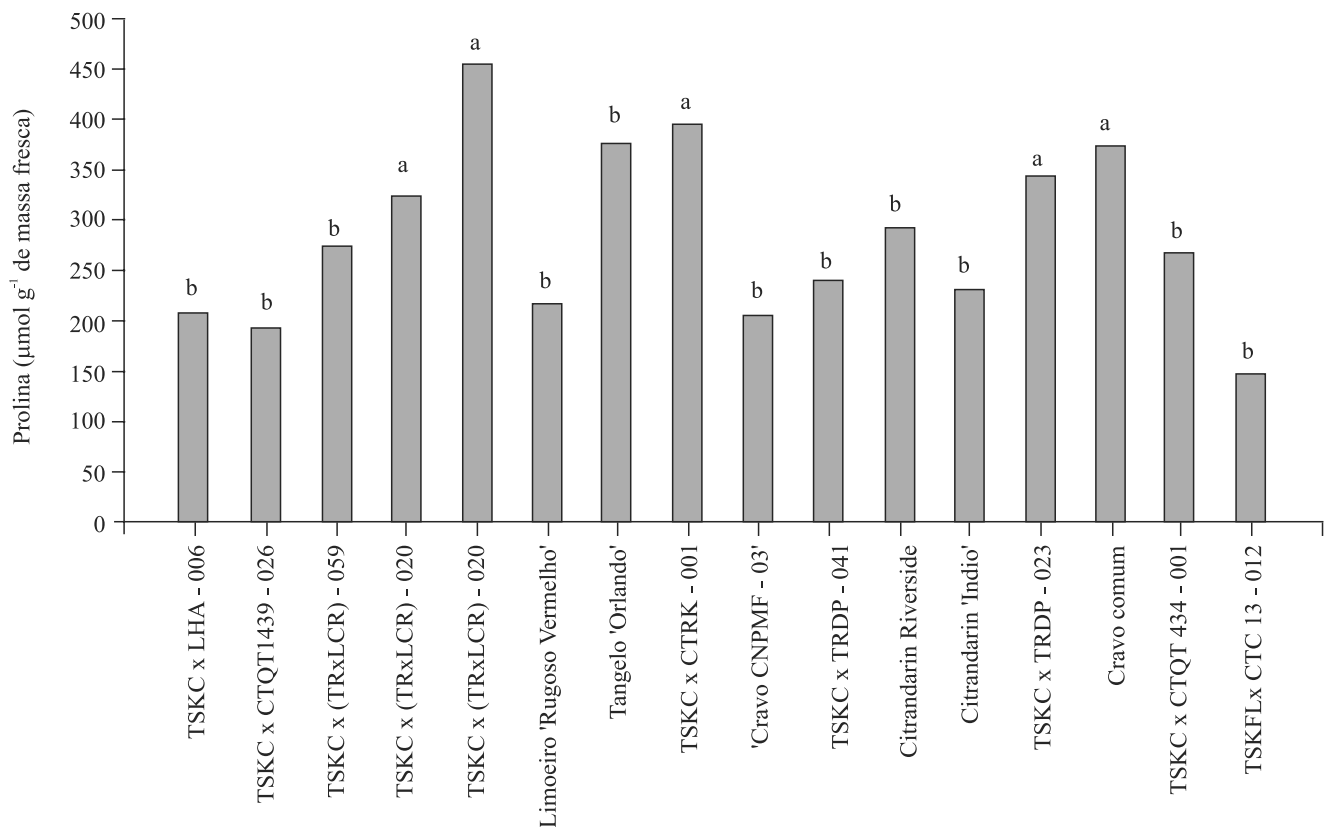


Figura 2. Teor de prolina em folhas de laranjeira (*Citrus sinensis*) 'Pêra CNPMF D6' removidas a partir do terço superior das plantas de 17 porta-enxertos, plantados em agosto de 2009 e amostrados em agosto de 2014, em Umbaúba, SE. Médias seguidas de letras iguais sobre as colunas não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. TSKC, tangerineira (*C. sunki*) 'Sunki' comum; LHA, laranjeira (*C. sinensis*) 'Hamlin'; CTQT, citrangequat [*Fortunella margarita* 'Swingle' x citrange (*C. sinensis* x *Poncirus trifoliata*) 'Willits'] 'Thomasville'; TR, *P. trifoliata*; LCR, limoeiro 'Cravo'; limoeiro 'Rugoso Vermelho', *C. jambhiri*; tangelo 'Orlando', *C. paradisi* x *C. tangerina*; CTRK, citrange 'Rusk'; 'Cravo', *C. limonia*; TRDP, *P. trifoliata*, seleção diploide; citrandarins 'Riverside' e 'Indio', *C. sunki* x *P. trifoliata*; TSKFL, tangerineira 'Sunki', seleção da Flórida; e CTC13, citrange C13.

zero, ou seja, fechamento estomático após 12 dias de interrupção na irrigação; segundo os autores, este foi o primeiro mecanismo de defesa acionado. Christmann et al. (2007) concluíram que, em arbóreas, como o citros, a rapidez na resposta estomática deve-se à ação de forças hidráulicas geradas no sistema capilar das plantas em resposta ao déficit hídrico no solo. Já Campos et al. (2011), ao avaliar plantas de citrumelo 'Swingle' transformadas, observaram condutância baixa e altas taxas de assimilação de CO₂, e sugeriram a participação de um mecanismo de proteção adicional, em que a prolina age como agente estabilizador de proteínas.

Após período seco prolongado, como o observado no verão de 2012–2013, o limoeiro 'Cravo' comum induziu à baixa perda de água por evapotranspiração e à grande acumulação de prolina na copa de 'Pêra' (Figura 2), o que está de acordo com a alta tolerância à seca atribuída ao limoeiro 'Cravo' sobre copa de laranjeira 'Valência' (Medina & Machado, 1998). Porém, no presente trabalho, as taxas de assimilação de CO₂ e de eficiência de uso da água na assimilação foram baixas e inferiores às das plantas sobre TSKC x CTRK - 001, TSKFL x CTC13 - 012 e TSKC x (TR x LCR) - 040, o que indica que essas plantas ainda são mais tolerantes do que o 'Cravo' comum ao déficit prolongado. Conforme Magalhães Filho et al. (2008), a tolerância do limoeiro 'Cravo' deve-se, principalmente, a características inerentes ao sistema radicular, em função de seu crescimento ativo mesmo sob déficit hídrico. Além disso, Medina & Machado (1998) relataram que as plantas de 'Cravo' demoram a se recuperar após déficit severo, possivelmente pelo comprometimento da condutividade hidráulica.

O híbrido TSKC x (LCR x TR) - 059, por sua vez, proporcionou, à copa de 'Pêra', reduzida perda de água por evapotranspiração e eficiência no uso da água para assimilação de CO₂ acima da média geral. Esse desempenho provavelmente deveu-se tanto à pequena área evapotranspiratória e à reduzida abertura estomática quanto ao provável ajuste osmótico decorrente do acúmulo de prolina. Os porta-enxertos TSKC x CTRK - 001 e TSKFL x CTC13 - 012, seguidos por TSKC x (TR x LCR) - 040, além de baixa evapotranspiração, propiciaram altas médias de assimilação de CO₂ e de eficiência de uso da água. Com base nesse fato, sugere-se que

induziram maior tolerância à seca que o limoeiro 'Cravo' comum.

Os teores de prolina determinados foram superiores aos relatados por Molinari et al. (2004) e Campos et al. (2011), em outras copas, na ausência de estresses ambientais. Segundo Nolte et al. (1997), teores de até 100 µmol g⁻¹ de prolina são naturalmente presentes em citros, em razão de processo constitutivo. Também têm sido verificados incrementos, em resposta à deficiência hídrica, associados ao ajustamento osmótico, como forma de reduzir a perda de água por transpiração e manter o crescimento e a produtividade das plantas (Szabados & Savoure, 2010; Campos et al., 2011; Carvalho et al., 2013). Ao se considerar os níveis extremamente altos constatados em citros, funções adicionais, como proteção oxidativa, têm sido recomendadas (Szabados & Savoure, 2010).

Os limoeiros 'Cravo' comum, 'Cravo Santa Cruz' e 'Rugoso Vermelho'; os citrandarins 'Indio' e 'San Diego'; e os híbridos TSKC x CTSW - 058, TSKFL x CTARG - 028, TSKC x (LCR x TR) - 059, TSKC x CTARG - 044 e TSKC x LHA - 006, além de induzirem eficiência produtiva igual ou superior a 7,0 kg m⁻³ de frutos de copa, destacaram-se por propiciar menor perda de água por evapotranspiração, em condição de déficit hídrico.

Conclusões

1. Os porta-enxertos híbridos TSKC x (LCR x TR) - 059, TSKC x LHA - 006, TSKC x (LCR x TR) - 020 e citrandarim (*Citrus sunki* vs. *Poncirus trifoliata*) 'San Diego' são alternativas ao limoeiro (*C. limonia*) 'Cravo' comum, por induzirem à formação de copa de laranjeira (*C. sinensis*) 'Pêra' menor e com elevada eficiência produtiva nos primeiros anos.

2. Os porta-enxertos híbridos TSKC x CTRK - 001, TSKFL x CTC13 - 012 e TSKC x (LCR x TR) - 040 também são alternativa ao limoeiro 'Cravo', por induzirem a copa de 'Pêra' à maior tolerância à seca, na fase inicial de produção.

3. Os porta-enxertos limoeiros 'Cravo CNPMF-04' e 'Rugoso Vermelho', citrandarim 'Indio', e híbridos TSKFL x CTARG - 028, TSKC x CTQT1434 - 001, TSKC x CTSW - 058 e LVK x LCR - 038 destacam-se por induzir a copa de 'Pêra CNPMF D6' à precocidade produtiva, semelhantemente ao limão 'Cravo' comum.

Referências

- AULER, P.A.M.; FIORI-TUTIDA, A.C.G.; TAZIMA, Z.H. Comportamento da laranja 'Valência' sobre seis porta-enxertos no noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.229-234, 2008. DOI: 10.1590/S0100-29452008000100042.
- BARBOSA, C.J.; RODRIGUES, A.S. Tristeza dos citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, p.i, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-36-31/13.
- BATES, L.S.; WALDREN, R.P.; TEARE, I.D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v.39, p.205-207, 1973. DOI: 10.1007/BF00018060.
- BLUM, A. Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. **Field Crops Research**, v.112, p.119-123, 2009. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.03.009.
- BLUMER, S. **Citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos nanicantes para a laranja 'Valência' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**. 2005. 118p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CAMPOS, M.K.F. de; CARVALHO, K. de; SOUZA, F.S. de; MARUR, C.J.; PEREIRA, L.F.P.; BESPALHOK FILHO, J.C.; VIEIRA, L.G.E. Drought tolerance and antioxidant enzymatic activity in transgenic 'Swingle' citrumelo plants over-accumulating proline. **Environmental and Experimental Botany**, v.72, p.242-250, 2011. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2011.03.009.
- CARVALHO, K. de; CAMPOS, M.K.F. de; DOMINGUES, D.S.; PEREIRA, L.F.P.; VIEIRA, L.G.E. The accumulation of endogenous proline induces changes in gene expression of several antioxidant enzymes in leaves of transgenic Swingle citrumelo. **Molecular Biology Report**, v.40, p.3269-3279, 2013. DOI: 10.1007/s11033-012-2402-5.
- CHRISTMANN, A.; WEILER, E.W.; STEUDLE, E.; GRILL, E. A hydraulic signal in root-to-shoot signalling of water shortage. **The Plant Journal**, v.52, p.167-174, 2007. DOI: 10.1111/j.1365-313X.2007.03234.x.
- CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; FALDONI, L.; BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J.; CAMPOS, T.M. de P.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; MACHADO, M.A. dos. Seleção de citrandarins (tangerina Sunki vs. *Poncirus trifoliata*) para porta-enxertos de citros. **Laranja**, v.28, p.71-79, 2007.
- CUNHA SOBRINHO, A.P. da; PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W. dos S. Cultivares porta-enxerto. 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, 2013. v.1, p.233-292.
- DONATO, S.L.R.; PEREIRA, C.S.; BARROS, Z. de J.; SIQUEIRA, D.L. de; SALOMÃO, L.C.C. Respostas de combinações de variedades copa e porta-enxerto de citros à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1507-1510, 2007. DOI: 10.1590/S0100-204X2007001000020.
- FLEXAS, J.; BOTA, J.; GÁLMÉS, J.; MEDRANO, H.; RIBAS-CARBÓ, M. Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress. **Physiologia Plantarum**, v.127, p.343-352, 2006. DOI: 10.1111/j.1399-3054.2006.00621.x.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT**. [Rome]: FAO, 2012. Available at: <http://faostat3.fao.org>. Accessed on: 15 Dec. 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Dados Agregados. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2014. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 dez. 2014.
- MAGALHÃES FILHO, J.R.; AMARAL, L.R. do; MACHADO, D.F.S.P.; MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranja Valência sobre dois tipos de porta-enxertos. **Bragantia**, v.67, p.75-82, 2008. DOI: 10.1590/S0006-87052008000100009.
- MATTOS JUNIOR, D. de; NEGRI, J.D. de; FIGUEIREDO, J.O. de; POMPEU JUNIOR, J. **Citros: principais informações e recomendações de cultivo**. 2005. Disponível em <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/43.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2013.
- MEDINA, C.L.; CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; SESTARI, I. Citros. In: CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; SESTARI, I. (Ed.). **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. Piracicaba: Ceres, 2008. 864p.
- MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C. Trocas gasosas e relações hídricas em laranja 'Valência' enxertada sobre limoeiro 'Cravo' e trifoliata e submetida à deficiência hídrica. **Bragantia**, v.57, 1998. Não paginado. DOI: 10.1590/S0006-87051998000100002.
- MOLINARI, H.B.C.; MARUR, C.J.; BESPALHOK FILHO, J.C.; KOBAYASHI, A.K.; PILLEGGI, M.; LEITE JUNIOR, R.P.; PEREIRA, L.F.P.; VIEIRA, L.G.E. Osmotic adjustment in transgenic citrus rootstock Carrizo citrange (*Citrus sinensis* Osb. x *Poncirus trifoliata* L. Raf.) overproducing proline. **Plant Science**, v.167, p.1375-1381, 2004. DOI: 10.1016/j.plantsci.2004.07.007.
- MORAES, L.A.C.; MOREIRA, A.; PEREIRA, J.C.R. Incompatibility of 'Cleopatra' mandarin rootstock for grafting citrus in Central Amazon, State of Amazonas, Brazil. **Revista de Ciências Agrárias**, v.54, p.299-306, 2011. DOI: 10.4322/rca.2012.026.
- NOLTE, K.D.; HANSON, A.D.; GAGE, D.A. Proline accumulation and methylation to proline betaine in *Citrus*: implications for genetic engineering of stress resistance. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.122, p.8-13, 1997.
- PORTELA, J.C.; LIBARDI, P.L.; LIER, Q.J. van. Retenção da água em solo sob diferentes usos no ecossistema tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p.49-54, 2001. DOI: 10.1590/S1415-43662001000100009.
- RAMOS, Y.C.; STUCHI, E.S.; GIRARDI, E.A.; LEÃO, H.C. de; GESTEIRA, A. da S.; PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W. dos S. Dwarfing rootstocks for 'Valencia' sweet orange. **Acta Horticulturae**, v.1065, p.351-354, 2015.
- RODRIGUEZ-GAMIR, J.; PRIMO-MILLO, E.; FORNER, J.B.; FORNER-GINER, M.A. Citrus rootstock responses to water stress. **Scientia Horticulturae**, v.126, p.95-102, 2010. DOI: 10.1016/j.scienta.2010.06.015.

SCHINOR, E.H.; CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; MACHADO, M.A. Sunki Mandarin vs *Poncirus trifoliata* hybrids as rootstocks for Pera sweet orange. **Journal of Agricultural Science**, v.5, p.190-200, 2013. DOI: 10.5539/jas.v5n6p190.

SUASSUNA, J.F.; FERNANDES, P.D.; NASCIMENTO, R. do; OLIVEIRA, A.C.M. de; BRITO, K.S.A. de; MELO, A.S. de. Produção de fitomassa em genótipos de citros submetidos a estresse hídrico na formação do porta-enxerto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.1305-1313, 2012. DOI: 10.1590/S1415-43662012001200007.

SZABADOS, L.; SAVOURE, A. Proline: a multifunctional amino acid. **Trends in Plant Science**, v.15, p.89-97, 2010. DOI: 10.1016/j.tplants.2009.11.009.

TEXEIRA, D.D.C.; AYRES, J.; KITAJIMA, E.W.; DANET, L.; JAGOUEIX-EVEILLARD, S.; SAILLARD, C.; BOVÉ, J.M. First report of a Huanglongbing-like disease of citrus in São Paulo State, Brazil and association of a new *Liberibacter* species, "*Candidatus Liberibacter americanus*", with the disease. **Plant Disease**, v.89, p.107, 2005. DOI: 10.1094/PD-89-0107A.

Recebido em 6 de maio de 2015 e aprovado em 18 de janeiro de 2016