

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS E VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO**

**FENOLOGIA, PRODUÇÃO E ECOFISIOLOGIA DE LARANJEIRAS EM  
DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NO SEMIÁRIDO BAIANO**

**Luciana Martins Santos**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2019**

**FENOLOGIA, PRODUÇÃO E ECOFISIOLOGIA DE LARANJEIRAS EM  
DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NO SEMIÁRIDO BAIANO**

**Luciana Martins Santos**

Licenciatura em Ciências Biológicas  
Universidade de Pernambuco, 2015

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

**Orientador:** Prof. Dr. Sebastião de Oliveira e Silva  
**Coorientador:** Dr. Agnaldo Rodrigues de Melo Chaves  
**Coorientadora:** Dr(a). Débora Costa Bastos

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

S237f	<p>Santos, Luciana Martins. Fenologia, produção e ecofisiologia de laranjeiras em diferentes porta-enxertos no Semiárido / Luciana Martins Santos._ Cruz das Almas, BA, 2019. 66f.; il.</p> <p>Orientador: Sebastião de Oliveira e Silva.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas – Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais.</p> <p>1.Laranja – Cultivo. 2.Laranja – Porta-enxertos – Uso. 3.Fenologia – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 634.3</p>
-------	--

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas – UFRB.  
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).  
Os dados para catalogação foram enviados pela usuária via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS E VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO**

**FENOLOGIA, PRODUÇÃO E ECOFISIOLOGIA DE LARANJEIRAS EM  
DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NO SEMIÁRIDO BAIANO**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de  
Luciana Martins Santos

Aprovada em 27 de novembro de 2019.

Prof. Dr. Sebastião de Oliveira e Silva  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, BA  
Orientador

Prof. Dr. Vespasiano Borges de Paiva Neto  
Universidade Federal do Vale do São Francisco, PE  
Examinador externo

Prof(a). Dr(a). Aline Rocha  
Instituto Federal Sertão pernambucano  
Examinadora externa

## **DEDICATÓRIA**

Dedico primeiramente a Deus, aos meus pais Jorge e Luiza e às minhas irmãs por todo o apoio, aos meus orientadores e professores pela oportunidade e aprendizado, e aos meus amigos pela força, amor, apoio, compreensão, paciência e positividade que foram importantes para conseguir chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois é Ele que me dá forças, saúde e proteção para conseguir seguir meus dias.

Agradeço aos meus pais, Jorge Ferreira dos Santos e Luiza Martins de Souza Santos, pelo incentivo, compreensão, apoio e paciência.

Às minhas irmãs, Juliana Martins Santos e Adriana Martins Santos, pelo apoio.

À Hilçana Ylka Gonçalves de Albuquerque, Ninna e Brenda, pela confiança, amizade, parceria, apoio, conselhos e receptividade.

Ao professor Sebastião de Oliveira e Silva pela confiança, orientação, incentivo e ensinamentos.

Aos pesquisadores Agnaldo Chaves e Débora Bastos, por todo apoio, coorientação, preocupação e empenho em me auxiliar, incentivos e ensinamentos.

À Profa. Andrea Vita Reis Mendonça, pois foi fundamental na estatística do trabalho, obrigada por toda a paciência, dedicação, conselhos e apoio.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela oportunidade de fazer parte do programa de pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro para esse estudo.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, através da qual foi disponibilizado estrutura experimental e apoio para os experimentos.

Aos funcionários do campo experimental do Mandacarú/Embrapa.

Aos bolsistas e estagiários da Embrapa Semiárido: Manoel, Adjanara, Mathiane e Airton, pois foram fundamentais para a conclusão das avaliações no laboratório.

Ao Pedro Paulo Bezerra Ferreira, pela compreensão, parceria, paciência e pelos ensinamentos;

A Jose Henrique Bernardino Nascimento, pelo incentivo a tentar a seleção do programa de pós-graduação e pela amizade.

À William Oliveira Fonseca pela receptividade e amizade.

A Alexsandro de Oliveira e Silva, por sempre estar me incentivando a estudar, e me ajudar com minhas dúvidas e indecisões.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para minha formação e que torceram por mim e que porventura não foram citados.

## EPÍGRAFE

*Eu disse sim pro o mundo, eu disse sim pros sonhos, e pra tudo que eu não previa...Eu disse sim pra tudo que eu podia, e eu podia mais do que eu sabia.*  
(Lucas Lima e Sandy Leah)

## FENOLOGIA, PRODUÇÃO E ECOFISIOLOGIA DE LARANJEIRAS EM DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NO SEMIÁRIDO BAIANO

**RESUMO:** A fim de diversificar a cultura de citros o país, os programas de melhoramento no Brasil têm investido na obtenção e/ou introdução de novas cultivares, mas para introduzi-las no mercado, muitos aspectos têm que ser considerados. Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar a fenologia, o comportamento ecofisiológico, e a produção e sua qualidade em diferentes laranjeiras enxertadas sobre diferentes porta-enxertos no semiárido baiano. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial com três cultivares copa e quatro cultivares porta-enxerto para os parâmetros de biometria, produção e qualidade dos frutos, e efeito do porta-enxerto e período para cada copa individualmente para aos parâmetros ecofisiológicos. As cultivares utilizadas como copa foram as laranjeiras 'Pera CNPMF D9', 'Natal CNPMF 112' e 'BRS 002 - Sincorá', e para porta-enxertos foram utilizados o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', a Tangerineira 'Sunki' seleção Tropical, e os citrandarins Indio e Riverside. Os resultados obtidos mostraram que tanto as cultivares copas como os porta-enxertos atuaram de forma independente no diâmetro do caule, na produção, na massa do fruto, nos diâmetros transversal e longitudinal do fruto, no número de sementes, na luminosidade da casca e da polpa, na cromaticidade e ângulo de matiz da polpa, no pH, na concentração de sólidos solúveis e nos teores de ácidos cítrico e ascórbico, entretanto foi diferente no diâmetro de copa, na espessura da casca, na massa e no volume do suco, na cromaticidade da casca, no ângulo de matiz da casca e na relação SS/AT. Ainda alguns porta-enxertos influenciaram as copas reduzindo o tempo do desenvolvimento fenológico e as combinações apresentaram o mesmo comportamento ecofisiológico. Foi possível concluir que as combinações tiveram bom comportamento em clima tropical semiárido, com destaque para a copa 'Pera CNPMF D9' por apresentar maior produção; para o porta-enxerto 'Riverside' por proporcionar uma maior produção nas copas; para os porta-enxertos 'Indio' e 'Riverside' por induzir uma redução do período de desenvolvimento fenológico das copas, para a copa BRS 002 – 'Sincorá' por apresentar os melhores resultados para as análises físicas e químicas dos frutos, os porta-enxertos limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e Tangerineira 'Sunki' seleção Tropical por induzirem nas copas melhores resultados das análises físicas e químicas dos frutos, respectivamente.

**Palavras chave:** temperatura; fotossíntese; pós-colheita; qualidade

## PHENOLOGY, YIELD AND ECOPHYSIOLOGY OF ORANGE TREES GRAFTED ON DIFFERENT ROOTSTOCKS AND GROWN AT THE SEMIARID REGION OF THE BRAZILIAN STATE OF BAHIA.

**ABSTRACT:** Crop improvement programmes have invested in breeding and introduction of new citrus cultivars in order to diversify the national market, but some plant aspects should be taken into account. The aim of this study was to evaluate the phenology, ecophysiology, fruit yield and quality of different oranges scion varieties grafted on distinct rootstocks and cultivated at the semiarid region of the Brazilian State of Bahia. A randomized blocks experimental design was adopted with a factorial scheme of treatments, which comprise the combination of three orange scion varieties and four rootstocks for comparison of biometric parameters, yield and quality of fruits and the evaluation of the influence of each rootstock and stage in ecophysiological parameters of each scion variety. The cultivars 'Pera CNPMF D9', 'Natal CNPMF 112' and 'BRS 002 - Sincorá' were adopted as scion varieties while the 'Cravo Santa Cruz' lemon tree, the 'Sunki' tangerine Tropical selection and the 'Indio' and 'Riverside' citrandarins were used as rootstocks. Results showed an independent effect of scion and rootstocks in trunk diameter of orange trees and in fruit yield, weight, transverse and longitudinal diameter, seed quantity, peel and pulp lightness, pulp chromaticity and hue angle, pH, total soluble solids concentration and citric and ascorbic acid contents. However, differences were found regarding to the canopy diameter of orange trees and to the fruit peel thickness, juice weight and volume, peel chromaticity and hue angle, and the ratio of total soluble solids/total titratable acidity. Some rootstocks influenced the scion varieties by decreasing their phenological development and the composite plants demonstrated the same ecophysiological performance. It was concluded that the rootstock/scion combinations performed properly in tropical semiarid climate conditions. It was emphasized that the major yield was achieved by the scion variety 'Pera CNPMF D9'; the 'Riverside' rootstock increased the yield of scion varieties; 'Indio' and 'Riverside' rootstocks decreased the phenological development stage of scion varieties; 'BRS 002 - Sincorá' presented the best results concerning to physical and chemical analysis of fruits; 'Cravo Santa Cruz' lemon tree and 'Sunki' tangerine Tropical selection influenced scion varieties to manifest the best results regarding to physical and chemical analysis of fruits.

**Key words:** temperature, photosynthesis, post-harvest, quality.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1.</b>	
COMPORTAMENTO ECOFISIOLÓGICO DE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE CULTIVARES COPAS E PORTA-ENXERTOS DE LARANJEIRAS ( <i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck) CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO .....	10
<b>CAPÍTULO 2.</b>	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE FRUTOS DE DIFERENTES COMBINAÇÕES COPA E PORTA-ENXERTO DE LARANJEIRAS CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO .....	36
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	55

## INTRODUÇÃO

A laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck) é uma planta pertencente à família Rutaceae, do gênero *Citrus* (Linnaeus) (PASSOS et al., 2013). Originária de áreas subtropicais e tropicais da Ásia, foi introduzida no Brasil pelos jesuítas portugueses por volta do ano 1530 (ALMEIDA; PASSOS, 2011a). Constituiu atividade econômica somente quatro séculos depois, quando se tornou o maior produtor de laranjas no final da década de 1980 (BASTOS et al., 2015). Desde então, o Brasil lidera como maior produtor mundial de laranjas, com produção superior a 17.700 mil toneladas da fruta (IBGE, 2019).

Cultivada de maneira comercial, a laranjeira apresenta-se com um único tronco com ramificação a partir dos 60 cm do solo, dando formação à copa da planta com formato arredondado, não ultrapassando os 4 m de altura (CASTRO NETO, 2013), sendo a enxertia o método mais utilizado no País para a sua propagação, sistema que usa copa e porta-enxerto, agregando os benefícios de cada uma dessas partes e sua interação (CARVALHO et al., 2016). A copa é a principal responsável pelas características dos frutos e o porta-enxerto, por sua vez, exerce influência importante sobre a copa, como vigor, produtividade, precocidade de produção, influenciando também a qualidade e pós-colheita dos frutos (BASTOS et al., 2014, OLIVEIRA et al., 2014).

As principais cultivares copas de laranjeiras utilizadas na citricultura brasileira são a ‘Pera’, ‘Valência’, ‘Natal’, ‘Folha Murcha’, ‘Hamlim’, ‘Bahia’, ‘Baianinha’, ‘Lima’, ‘Rubi’ e a ‘Westin’ (BASTOS et al., 2014). E o porta-enxerto mais utilizado é o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), cujo uso acredita-se que esteja presente em 80% dos pomares cítricos brasileiros (BASTOS et al., 2015). Mesmo com um grande número de cultivares disponíveis no mercado para o cultivo de laranjeiras, é notável a preferência por um número restrito de cultivares copa e porta-enxerto (PASSOS et al., 2007; BASTOS et al., 2014).

Isso ocorre devido a adaptação das cultivares às condições do País e por possuírem características que suprem as exigências do mercado. A cultivar copa laranjeira ‘Pera’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] é a mais produzida pelo País, por promover diversas safras durante o ano e ser utilizada tanto para o mercado de frutas frescas quanto de processamento de suco, chegando a ser quase exclusiva em alguns estados, como Bahia e Sergipe (PASSOS et al., 2011c). Assim como a

preferência pelo porta-enxerto limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) é explicada por sua tolerância à tristeza e à seca, por garantir excelente produtividade e precocidade de produção, além de bom pegamento na enxertia e das mudas no campo (PASSOS et al., 2011c; CUNHA SOBRINHO et al., 2013).

A estreita base genética das cultivares, tanto copa como porta-enxerto, atualmente utilizados, torna a citricultura altamente vulnerável, podendo trazer prejuízos como já ocorrido com o porta-enxerto laranjeira 'Azeda', onde milhões de plantas cítricas no Brasil foram perdidas devido ao vírus da tristeza (ALMEIDA; PASSOS, 2011b; BORDIGNON et al., 2003). Desta forma, iniciativas visando à diversificação de cultivares copas e porta-enxertos devem ser estimuladas, a fim de ampliar o leque de cultivares copas que visam à diversificação da exploração comercial, a diminuição da pressão do ataque de pragas e doenças, além do atendimento às novas exigências produtivas e qualitativas (MARTINS et al 2014; BASTOS et al, 2015).

Os programas de melhoramento de citros têm investido na obtenção e/ou introdução de novas cultivares de laranjeiras buscando com as pesquisas obter cultivares superiores, tanto para porta-enxertos quanto para copas, que atendam características desejáveis da fruta para consumo *in natura* e para industrialização, além da adaptação a diferentes ambientes e tolerância a diversos fatores abióticos (ABBATE et al., 2012; BOSCO et al., 2013; FADEL et al., 2018; OLIVEIRA et al. 2014).

Dentre as opções de cultivares copas obtidas através dos programas de melhoramento estão a 'Pera CNPMF D9', que é um clone nucelar da laranjeira 'Pera', obtido na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, a partir de material introduzido do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC. Semelhante à 'Pera CNPMF D6', tem alta produtividade e tolerância ao vírus da tristeza dos citros (VTC) e é destinada ao mercado de fruta *in natura* e ao processamento de suco (PASSOS et al., 2009).

A cultivar Natal CNPMF 112, que é um clone nucelar de laranjeira 'Natal', obtida na Embrapa Mandioca e Fruticultura a partir de sementes introduzidas da Estação Experimental de Limeira, do Instituto Agrônomo de Campinas (SP), é recomendada ao mercado de fruta fresca e ao processamento de suco, sendo mais tolerante ao vírus da tristeza do que a laranjeira 'Pera', apresenta alta produtividade, e sua maturação é tardia (BASTOS et al., 2014; PASSOS et al., 2014).

A laranjeira BRS 002 - 'Sincorá', que é um clone nucelar, foi selecionado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical ao ser introduzida no Brasil a partir da variedade Jinchén, proveniente da Província de Sichuan, China. É uma cultivar destinada ao mercado de fruta fresca e ao processamento de suco, apresenta alta produtividade, seus frutos são sucosos, e sua maturação é tardia (PASSOS; SOARES FILHO, 2006).

Já entre os porta-enxertos indicados pelos programas de melhoramento estão o 'Índio' e o 'Riverside', que são provenientes do cruzamento entre a tangerineira 'Sunki' *Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka com o *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. obtidos pelo Dr. Joe Randolph Furr, e foram recomendados pela Embrapa no ano de 2011 (PASSOS et al., 2011a; PASSOS et al., 2011b). Esses híbridos tiveram origem na Estação Experimental de Índio, Califórnia, pertencente ao United States Department of Agriculture (USDA) e foram introduzidos no Brasil na Embrapa Mandioca e Fruticultura pelo Instituto de Pesquisa do Centro Sul – IPEACS (CUNHA SOBRINHO et al., 2011), tendo compatibilidade com laranjeiras doces, tangerineiras, limeiras ácidas e pomeleiros (PASSOS et al., 2011a; PASSOS et al., 2011b; PASSOS et al., 2013). Também tem demonstrado adaptabilidade às condições tropicais, resistência a gomose, nanismo, boa produtividade e resistência a morte súbita dos citros (PASSOS et al., 2013).

O porta-enxerto limoeiro 'Cravo Santa Cruz', que é uma mutação de gema do limoeiro 'Cravo Santa Bárbara', foi identificado no Banco Ativo de Germoplasma de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura. E sendo uma seleção de limoeiro 'Cravo' possui características semelhantes, como adaptação a diferentes condições de clima e solo, sendo recomendado para diversas cultivares copa, apresenta tolerância ao vírus da tristeza e à seca, além de aumentar a produtividade e precocidade de produção (SOARES FILHO, 2003a, CUNHA SOBRINHO et al., 2011).

A tangerineira 'Sunki', que é um porta-enxerto considerado originário da China, teve a seleção 'Sunki Tropical' obtida pela Embrapa Mandioca e Fruticultura (CUNHA SOBRINHO et al., 2011). A seleção é indicada em combinações com copas de laranjas doces, tangerinas e pomelos (SOARES FILHO et al., 2003b). Apesar de ser susceptível à gomose de *Phytophthora*, apresenta tolerância ao declínio dos citros, à morte súbita dos citros, aumenta a produção de frutos e se adapta a solos argilosos. Também é tolerante à exocorte, ao vírus da tristeza e à salinidade. (CUNHA SOBRINHO et al., 2011; SOARES FILHO et al., 2002).

Embora a escolha das cultivares copa e porta-enxerto seja feita como se estes fossem indivíduos distintos e independentes, o que deve ser considerado é o comportamento da combinação copa e porta-enxerto com o meio ambiente (CUNHA SOBRINHO et al., 2013). A laranjeira é sensível às mudanças climáticas, e sua resposta fenológica a tais mudanças variam de espécie e local (FITCHETT et al., 2014). O conhecimento da fenologia das frutíferas é fundamental para o entendimento do comportamento das diferentes fases de desenvolvimento, buscando informações que procuram disponibilizar a relação das plantas frente às condições edafoclimáticas e de manejo, diminuindo assim os riscos de insucesso com a introdução de novas cultivares (MARTINS et al., 2014). No geral, elas requerem condições frias ou secas para liberar dormência, e um período de condições quentes com disponibilidade de umidade suficiente para induzir a brotação (FITCHETT et al., 2014). Por isso, no Brasil, a citricultura tem se adaptado bem nos estados de São Paulo e Minas Gerais, em que as temperaturas são mais amenas e a umidade é relativamente alta, porém essas condições também têm proporcionado o ataque de pragas e doenças (KIST, 2018; ERPEN et al., 2018; MATTOS JUNIOR et al., 2005). Hoje, o Estado de São Paulo que nacionalmente é o maior produtor de laranjas (IBGE, 2019), tem enfrentado sérios problemas fitossanitários, trazendo uma redução da vida útil das plantas e da produtividade (BASTOS et al., 2015).

Uma alternativa para manter o país em primeiro lugar no ranking mundial de produção de laranjas, é ampliar a cultura para outras regiões brasileiras, como no Nordeste, que já se sabe que possui condições climáticas que proporcionam boas respostas produtivas e boa qualidade em algumas espécies cítricas como pomelos e toranjas, limas doces e ácidas e limões verdadeiros, podendo ainda propiciar a redução do período entre a floração e a maturação dos frutos, o que possibilita antecipar a produção em relação às demais regiões produtoras (AZEVEDO, 2003; BASTOS et al., 2015). Ainda na região, a Bahia é referência nacional em defesa fitossanitária, por ser o Estado livre de diversas pragas que afetam a citricultura, principalmente o HLB (*ex-greening*) e Cancro Cítrico, e pode ser uma alternativa para a produção de laranjas (CARVALHO, 2017; SANCHES et al., 2018).

Sabendo que pesquisas com comportamento de laranjeiras devem ser incentivadas, pois permitirão definir novas combinações de cultivares copa e porta-enxerto com melhor adaptação a diferentes condições ambientais, além de verificar

a viabilidade da produção da cultura em outras regiões mediante a necessidade de ajustes no manejo, que até então se baseiam em métodos ou práticas que foram desenvolvidas para ambientes subtropicais (CASTRO NETO, 2013), e assim trazer alternativas para a citricultura no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento fenológico, fisiológico e produtivo de diferentes combinações de cultivares copas e porta-enxertos de laranjeiras, cultivados no Semiárido baiano.

## REFERÊNCIAS

ABBATE, L.; TUSA, N.; BOSCO, S. F. D.; STRANO, T.; RENDA, A. ; RUBERTO, G. Genetic improvement of Citrus fruits: New somatic hybrids from *Citrus sinensis* (L.) Osb. and *Citrus limon* (L.) Burm. F. **Food Research International**, v. 48, p. 284-290, 2012.

ALMEIDA, A. O.; PASSOS, O. S. Citricultura brasileira em busca de novos rumos: desafios e oportunidades na região Nordeste. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, 160 p., 2011a.

ALMEIDA, A. O.; PASSOS, O. S. Produção brasileira de citros de uso industrial. In: ALMEIDA, A. O.; PASSOS, O. S. **Citricultura brasileira em busca de novos rumos: desafios e oportunidades na região Nordeste**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, p. 11-20, 2011b.

AZEVEDO, C. L. L. **Sistema de Produção de Citros para o Nordeste**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/c lima.htm>>. Acesso em novembro de 2019.

BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F.; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.281, p.36-45, 2014.

BASTOS, D. C.; PASSOS, O. S.; ATAÍDE, E. M.; SÁ, J. F. de; GIRARDI, E. A.; AZEVEDO, C. L. L. Cultivo de citros no Semiárido brasileiro. **Embrapa Semiárido**, Petrolina, Documentos 266, 30 p., 2015.

BORDIGNON, R.; MEDINA FILHO, H. P.; MULLER, G. W.; SIQUEIRA, W. J. A tristeza dos citros e suas implicações no melhoramento genético de porta-enxertos. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 345-355, 2003.

BOSCO, S. F. D.; ABBATE, L.; TUSA, N.; STRANO, T.; RENDA, A. ; RUBERTO, G. Genetic improvement of Citrus fruits: The essential oil profiles in a Citrus limon backcross progeny derived from somatic hybridization. **Food Research International**, v. 50, p. 344-350, 2013.

CARVALHO, C. Anuário brasileiro de fruticultura: brazilian fruit yearbook. **Editora Gazeta**, Santa Cruz do Sul, 2017.

CARVALHO, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; SOARES FILHO, W. S.; MARTINS, C. R.; PASSOS, O. S. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.51, n.2, p.132-141, 2016.

CASTRO NETO, M. T. Fisiologia. In: CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A. F. J.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. **Cultura de Citros**. Embrapa, Brasília, p.173-194, 2013.

CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Cultivares porta-enxerto. In: CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A. F. J.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. **Cultura de Citros**. Embrapa, Brasília, p. 233-292, 2013.

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

ERPEN, L.; MUNIZ, F. R.; MORAES, T. S.; TAVANO, E. C. R. Análise do cultivo da laranja no Estado de São Paulo de 2001 a 2015. **Revista IPecege**, Piracicaba, v.4, p.33-43, 2018.

FADEL, A. L.; STUCHI, E. S.; COUTO, H. T. Z.; RAMOS, Y. C.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Trifoliate hybrids as alternative rootstocks for 'Valencia' sweet orange under rainfed conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 235, p. 397-406, 2018.

FITCHETT, J. M.; GRBA, S. W.; THOMPSON, D. I.; ROSHAN, G. Spatio-temporal variation in phenological response of citrus to climate change in Iran: 1960–2010. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 198–199, p. 285-293, 2014.

IBGE. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, 91 p., 2019.

KIST, Benno Bernardo. Anuário brasileiro da fruticultura 2018. **Editores Gazeta Santa Cruz**, Santa Cruz do Sul, 88p., 2018.

MARTINS, C. R.; CARVALHO, H. W. L.; TEODORO, A. V.; SOARES FILHO, W. S.; PASSOS, O. S.; SOUZA, M. E.; BARRETO, C. F. Fenologia de novas variedades copas de citros nos Tabuleiros Costeiros do Sul de Sergipe. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, Aracaju, 2014. (Comunicado técnico, 136).

MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O.; POMPEU JUNIOR, J. CITROS: principais informações e recomendações de cultivo. **IAC**, Campinas, 2005.

OLIVEIRA, R. P.; SOARES FILHO, W.S.; MACHADO, M. A.; FERREIRA, E. A.; SCIVITTARO, W. B.; GESTEIRA, A. S. Melhoramento genético de plantas cítricas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, p. 22-29, 2014.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da. **Citrandarin 'Indio': nova opção de porta-enxerto para a citricultura brasileira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011a, 2p. Folder.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da. **Citrandarin 'Riverside': nova opção de porta-enxerto para a citricultura brasileira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011b, 2p. Folder.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Laranjeira BRS 002 - 'Sincorá': Opção para mesa e indústria. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, 2006, 2p., Folder.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S.; ALMEIDA, C. O. Comportamento de variedades cítricas na região da Chapada Diamantina, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. In: ALMEIDA, A. O.; PASSOS, O. S. **Citricultura brasileira em busca de novos rumos: desafios e oportunidades na região Nordeste**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, p. 101-156, 2011c.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S.; BARBOSA, C. J. A laranjeira 'Pera D-6 CNPMF' é portadora de estirpe fraca de VTC e tem sido a base da citricultura do Nordeste e Norte do Brasil. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, 2009, 4 p., Folder.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. Origem, classificação botânica e distribuição geográfica. In: CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A. F. J.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. **Cultura de Citros**. Embrapa, Brasília, vol. 1, p.15-24, 2013.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; SILVA, A. C. M.; BARBOSA, C.J. Laranjeira 'Natal CNPMF 112'. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, 2014, 2 p., Folder.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; SOUZA, A. S.; SANTOS, L. C.; PEIXOUTO, L. S. Banco Ativo de Germoplasma de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical: passado, presente e futuro. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, Cruz das Almas, Documentos 163, 60 p., 2007.

PASSOS, Orlando Sampaio. **Citrandarins: Os porta-enxertos 'Indio', 'Riverside' e 'San Diego'**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 2013, 4 p. Folder.

SANCHES, M. M.; WULFF, N. A.; SILVA, M. R. L.; LEITE JÚNIOR, R. P.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. F.; LOPES-SILVA, M.; ANGARTEN, M. B. O.; ISHIDA, A. K. N.; OLIVEIRA, R. P.; LUCAS, B. E. G.; CARBONARI, J. J.; MARTINS, O. M. Levantamento de huanglongbing (HLB) em citros no Brasil e diagnose dos agentes etiológicos. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 337, 20 p., 2018.

SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S. Limoeiro 'Cravo Santo Cruz': variedade com maior número de sementes. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, 2003a, 4.p, Folder.

SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S. Tangerineira 'Sunki Tropical'. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, 2003b, 2 p., Folder.

SOARES FILHO, W. S.; DIAMANTINO, M. S. A. S.; MOITINHO, E. D. B.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S. 'Tropical': Uma nova seleção de Tangerina 'Sunki'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 127-132, 2002.

## CAPÍTULO 1

**COMPORTAMENTO ECOFISIOLÓGICO DE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE CULTIVARES COPAS E PORTA-ENXERTOS DE LARANJEIRAS (*Citrus sinensis* L. Osbeck) CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO**

## COMPORTAMENTO ECOFISIOLÓGICO DE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE CULTIVARES COPAS E PORTA-ENXERTOS DE LARANJEIRAS (*Citrus sinensis* L. Osbeck) CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO

**RESUMO:** Os programas de melhoramento em citros no Brasil têm investido na obtenção e/ou introdução de novas cultivares de laranjeiras, a fim de diversificar as combinações copa e porta-enxerto de laranjeiras para seres disponibilizadas ao setor produtivo no país. Porém, a escolha das cultivares copa e porta-enxerto é feita individualmente, sem ser considerado o comportamento da combinação em interação com o meio ambiente. Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento ecofisiológico de diferentes combinações de cultivares copas enxertadas sobre diferentes porta-enxertos de laranjeiras no semiárido baiano. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial com três cultivares copa e quatro cultivares porta-enxerto para os parâmetros de biometria e produção, e efeito do porta-enxerto e período para cada copa individualmente para aos parâmetros ecofisiológicos. As cultivares utilizadas como copa foram as laranjeiras 'Pera CNPMF D9', 'Natal CNPMF 112' e 'BRS 002 - Sincorá', e para os porta-enxertos foram utilizados o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', a tangerineira 'Sunki' seleção Tropical, e os citrandarins Índio e Riverside. Os resultados obtidos mostraram que tanto as cultivares copas como as do porta-enxerto atuaram de forma independente no diâmetro do caule e na produção, entretanto foi diferente no diâmetro de copa. Ainda alguns porta-enxertos influenciaram as copas reduzindo o desenvolvimento fenológico e as combinações apresentaram o mesmo comportamento ecofisiológico. Foi possível concluir que as combinações tiveram bom comportamento em clima tropical semiárido, com destaque para a copa 'Pera' por apresentar maior produção, para o porta-enxerto 'Riverside' por influenciar as copas a maior produção, para os porta-enxertos 'Índio' e 'Riverside' por influenciar a redução do desenvolvimento fenológico das copas.

**Palavras chave:** Adaptação, Citros, fotossíntese, pigmentos.

**ECOPHYSIOLOGY OF ORANGE TREES (*Citrus sinensis* L. Osbeck) FORMED BY DIFFERENT SCION AND ROOTSTOCKS COMBINATIONS AND GROWN AT THE SEMIARID REGION OF THE BRAZILIAN STATE OF BAHIA.**

**ABSTRACT:** Crop improvement programmes have invested in breeding and introduction of new citrus cultivars in order to diversify the national availability of scion and rootstocks combinations. However, both varieties are independently chosen and the effects of the combination between them and the interaction of the composite plants with the surrounding environment are ignored. The aim of this study was to evaluate the ecophysiology of different oranges scion varieties grafted on distinct rootstocks and cultivated at the semiarid region of the Brazilian State of Bahia. A randomized blocks experimental design was adopted with a factorial scheme of treatments, which comprise the combination of three orange scion varieties and four rootstocks for comparison of biometric parameters and yield and evaluation of the influence of each rootstock and stage in ecophysiological parameters of each scion variety. The cultivars 'Pera CNPMF D9', 'Natal CNPMF 112' and 'BRS 002 - Sincorá' were adopted as scion varieties while the 'Cravo Santa Cruz' lemon, the 'Sunki' tangerine Tropical selection and the 'Indio' and 'Riverside' citrandarins were used as rootstocks. Results showed an independent effect of scion and rootstocks in trunk diameter and yield of orange trees, but differences in canopy diameter were found. Some rootstocks influenced the scion varieties by decreasing their phenological development and the composite plants demonstrated the same ecophysiological performance. It was concluded that the rootstock/scion combinations performed properly in tropical semiarid climate conditions. It was emphasized that the major yield was achieved by scion variety 'Pera', the 'Riverside' rootstock increased the yield of scion varieties and 'Indio' and 'Riverside' rootstocks decreased the phenological development stage of scion varieties.

**Key words:** adaptation, citrus, photosynthesis, pigments.

## INTRODUÇÃO

A citricultura no Brasil é uma atividade que já está presente em todos os estados (IBGE, 2019), mas ainda é composta por um número restrito de cultivares, principalmente quando se trata da combinação de copas e porta-enxertos de laranjeiras (BASTOS et al., 2014). A predominância das cultivares copa laranjeira ‘Pera’ e porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ traz preocupação quanto aos riscos à vulnerabilidade da cultura ao ataque de doenças e/ou pragas, além da limitação do mercado quando comparado a outros países (AMORIM et al., 2018; BASTOS et al., 2014).

Buscando trazer alternativas para a citricultura, os programas de melhoramento em citros no Brasil têm investido na obtenção e/ou introdução de novas cultivares de laranjeiras que atendam às exigências do mercado comercial do fruto, e porta-enxertos que se adaptem bem a estresses bióticos e abióticos, a fim de garantir longevidade no pomar (PASSOS, 2013; PASSOS et al., 2014). Porém, a escolha das cultivares copa e porta-enxerto é feita individualmente, sem ser considerado o comportamento da combinação copa e porta-enxerto em interação com o meio ambiente (CUNHA SOBRINHO et al., 2013).

A laranjeira por ser uma cultura perene, está sujeita a uma grande variação sazonal das condições ambientais ao longo do ciclo anual (RIBEIRO; MACHADO, 2007), e a temperatura é um dos fatores ambientais que mais influenciam a fisiologia das plantas, sendo a atividade fotossintética a mais sensível a estresses causados por temperaturas desfavoráveis (RIBEIRO et al., 2006), que podem ser limitantes para o crescimento, desenvolvimento e produção dos citros (RIBEIRO; MACHADO, 2007).

Fitchett et al. (2014) demonstraram que entre os citros pode haver variação na resposta fenológica em função das mudanças climáticas. Ribeiro et al. (2006) avaliando a resposta da fotossíntese à temperatura e sua interação em discos foliares de laranjeira doce, puderam observar que as laranjeiras de ambientes mais quentes são mais tolerantes ao estresse térmico. Os autores ainda avaliando alterações climáticas na limitação fotossintética de laranjeiras doces jovens constataram fotossíntese mais alta durante o verão quando comparado com o inverno, sem alterações bioquímicas ou fotoquímicas (RIBEIRO et al., 2006).

Sabendo que a resposta fisiológica das plantas cítricas às mudanças ambientais é importante para melhorar a compreensão no comportamento dos citros cultivados em climas tropicais semiáridos brasileiros, o objetivo desse estudo foi avaliar o comportamento ecofisiológico de diferentes combinações de cultivares copas e porta-enxertos de laranjeiras cultivadas no semiárido baiano.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área experimental e condições do solo e clima**

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Semiárido, localizado no perímetro irrigado de Mandacaru, em Juazeiro, BA. As coordenadas geográficas locais são 9° 24" S, 40° 26" O, a altitude de 365,5 m. O solo é classificado como Vertissolo Háplico de textura argilosa com irrigação por gotejamento, em espaçamento de 6 m entre linhas e 4 m entre plantas.

O clima da região é do tipo BSwh na classificação de Köopen, tropical semiárido com estação chuvosa entre os meses de janeiro e abril e precipitação média anual de 400 mm, temperatura média do ar de 26,4 °C e umidade relativa do ar média de 62% (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2015).

### **Monitoramento climático**

As condições climáticas ao longo do experimento foram monitoradas pela estação meteorológica instalada no Campo Experimental do Mandacaru, por meio de dados de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar média e precipitação pluviométrica. Na Figura 1 estão apresentadas as médias climáticas entre 8 h e 12 h de cada dia em que foram avaliados os parâmetros trocas gasosas e pigmentos, com exceção da precipitação pluviométrica por não ocorrer nos dias avaliados.

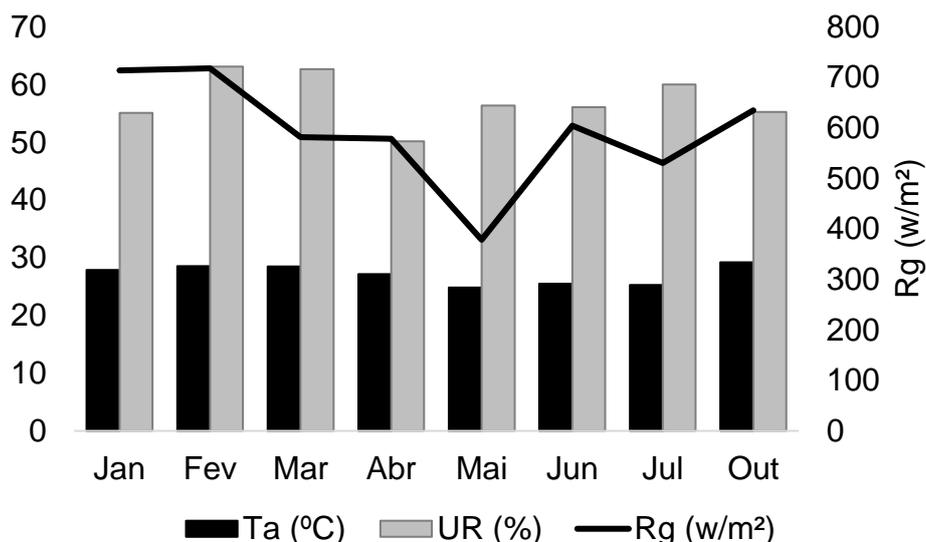


Figura 1. Médias de temperatura média do ar ( $T_a$  °C), umidade relativa do ar (UR %) e radiação global ( $R_g$   $w/m^2$ ) dos horários de avaliação dos parâmetros fisiológicos, estação agrometeorológica de Mandacaru, Embrapa Semiárido, 2018.

### Avaliação do Experimento e análise de dados

As plantas foram avaliadas aos quatro anos de idade, com início do ciclo em 11 de dezembro de 2017 e término 1º de novembro de 2018. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com doze tratamentos, com três repetições e duas plantas úteis por parcela, totalizando 72 unidades experimentais.

Os dados obtidos para medidas agrônômicas e produção das plantas foram submetidos à análise de variância, teste de normalidade de Shapiro-Wilk e as médias foram comparados pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade em esquema fatorial duplo com as três cultivares copas x quatro cultivares porta-enxertos. Para realização desta análise foi utilizado o pacote Exp.Des 1.2.0 (FERREIRA et al., 2018), disponível no programa R Core Team 3.5.3. (R CORE TEAM, 2019).

Para os dados de trocas gasosas e pigmento das laranjeiras, avaliou-se individualmente em cada cultivar copa o efeito do porta-enxerto e o período, considerando as parcelas subdivididas no tempo, com emprego de modelos lineares generalizados mistos, pelo método de máxima verossimilhança residual (REML). Utilizou-se o pacote nlme (PINHEIRO et al., 2019) no programa R version 3.5.3. O ajuste dos modelos de regressão foi realizado por meio das funções gls (ajuste

modelos lineares com mínimos quadrados generalizados) do pacote *nlme* (PINHEIRO et al., 2019), disponível no software R (R CORE TEAM, 2019).

## Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos pela combinação das cultivares copas laranjeiras 'Pera CNPMF D9', 'Natal CNPMF 112' e 'BRS 002 - Sincorá', enxertadas sobre as cultivares porta-enxerto limoeiro (*C. limonia*) 'Cravo Santa Cruz' (LCR), tangerineira Sunki [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção Tropical (SKT), e citrandarins Indio [tangerineira 'Sunki' x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 256] e Riverside (tangerineira 'Sunki' x *P. trifoliata* seleção 'English' - 264).

## Fenologia

As avaliações fenológicas foram realizadas segundo a metodologia proposta por Barbasso et al., (2005), considerando os seguintes estádios: 1- botão floral visível (Figura 2.A); 2- flor completa aberta (Figura 2.B); 3- pétalas secas com estilete (Figura 2.C); 4- sem pétalas e sem estilete (Figura 2.D); 5- fruto com aproximadamente 3 cm de diâmetro (Figura 2.E); 6- fruto com aproximadamente 4,5 cm (Figura 2.F); 7- fruto verde próximo do tamanho final (Figura 2.G); 8- fruto na mudança de cor verde para amarela (Figura 2.H); 9- fruto maduro (Figura 2.I).

As avaliações foram realizadas em quatro orientações: norte, sul, leste e oeste, acompanhando diariamente os estádios de 1 a 3 a partir do início do ciclo, e após o estágio 4 foram realizadas semanalmente até o encerramento do ciclo (data da colheita). As notas de 1 a 9 da escala foram atribuídas quando mais de 50% dos ramos da planta apresentavam um determinado estágio fenológico.

Foram considerados os estádios fenológicos de 5 a 9 para a caracterização das combinações copa e porta-enxerto e para a contagem da duração de cada estágio.



Figura 2. Diferentes fases do desenvolvimento reprodutivo das laranjeiras: A) estágio 1 - botão floral visível; B) estágio 2- flor completa aberta; C) estágio 3 - pétalas secas com estilete; D) estágio 4 - sem pétalas e sem estilete; E) estágio 5 - fruto com aproximadamente 3 cm de diâmetro; F) estágio 6 - fruto com aproximadamente 4,5 cm; G) estágio 7 - fruto verde próximo do tamanho final; H) estágio 8 - fruto na mudança de cor verde para amarela; I) estágio 9 - fruto maduro, Embrapa Semiárido, Juazeiro, BA, 2018.

### **Produção**

A produção foi determinada em 1º de novembro de 2018 ao finalizar o ciclo com a colheita. Na oportunidade, os frutos retirados das plantas foram acondicionados em caixas contentoras de plástico e determinando o peso fresco dos mesmos com uso de balança.

### **Medições agrônômicas das plantas**

As plantas foram medidas com auxílio de uma régua de campo para determinação da altura das plantas e o diâmetro das copas. Com um paquímetro digital foi determinado o diâmetro do caule a 5 cm acima da cicatriz da enxertia.

### **Trocas gasosas e pigmentos**

A assimilação líquida de carbono ou fotossíntese ( $A$ ) ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), a transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), a condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), a eficiência da carboxilação ( $A/C_i$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e a concentração de  $\text{CO}_2$  intercelular ( $C_i$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) foram medidos nas folhas das laranjeiras utilizando um analisador de gás infravermelho portátil IRGA (LI-COR, Lincoln, NB, USA) com a concentração de  $\text{CO}_2$   $390 \mu\text{mol mol}^{-1}$  e radiação fotossinteticamente ativa de  $1.600 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  determinados para a cultura (CHAVES et al., 2008; 2012; MACHADO et al., 2005).

O índice de pigmentos foi obtido nas mesmas folhas utilizadas para os parâmetros de trocas gasosas, com um clorofilômetro Clorofilog® (Falker Automação Agrícola Ltda., Brasil), em que para cada unidade experimental foi determinado o índice de clorofila Falker (ICF) total ( $a + b$ ).

As trocas gasosas e os pigmentos das folhas foram medidos uma vez por mês, no período da manhã entre 08:00 h e 12:00 h em folhas completamente expandidas e sadias dos ramos principais de cada planta, nos meses de janeiro (0 dias), fevereiro (30 dias), março (60 dias), abril (90 dias), maio (120 dias), junho (150 dias), julho (180 dias) e outubro (270 dias) de 2018.

### **Resultados e discussão**

As variáveis altura da planta, diâmetro do caule e produção tiveram respostas independentes nos fatores copa e porta-enxerto (Tabela 1). Dentre as cultivares copa, não houve diferença significativa para altura da planta e diâmetro do caule, apenas para a produção, em que a cultivar 'Pera' se destacou das demais. Já para os porta-enxertos, o 'Indio' e o 'Riverside' influenciaram as copas com um maior diâmetro de caule (11,22 e 10,37 cm respectivamente), enquanto o 'Riverside' induziu as copas a maior produção de frutos ( $23,17 \text{ kg planta}^{-1}$ ).

Tabela1. Altura da planta (m), diâmetro do caule (mm) e produção de laranjeiras em diferentes porta-enxertos, Embrapa Semiárido, Juazeiro, BA, 2018.

Cultivares	Altura (m)	Diâmetro de caule (cm)	Produção (kg planta <sup>-1</sup> )
Copa			
Natal	2,89a	10,52a	14,39b
Pera	2,79a	9,98a	22,22a
Sincorá	3,01a	9,92a	10,37b
P-Valor	0,073	0,306	0,005
CV(%)	7,5	10,1	51,08
Porta-enxerto			
Índio	3,00a	11,22a	13,62b
Limoeiro Cravo	2,92a	9,39b	11,04b
Riverside	2,75a	10,37a	23,17a
Tangerineira Sunki Tropical	2,90a	9,56b	14,82b
P-Valor	0,142	0,004	0,023
CV(%)	7,5	10,1	51,08

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade. Cultivares utilizadas: Natal (Natal CNPMF 112), Pera (Pera D9), Sincorá (BRS-002), Limoeiro cravo (Cravo Santa Cruz) e Tangerineira Sunki tropical ('Sunki' seleção Tropical).

Stuchi et al. (2018) avaliando laranjeiras com nove anos de idade, obtiveram maior altura da planta com 3,64 m para a copa 'Natal CNPMF 112' e 3,58 m para a 'Pera CNPMF D-9', enxertadas na tangerineira 'Cleópatra'. Os autores ainda obtiveram produção com valores superiores para a 'Natal CNPMF 112' com 55 kg planta<sup>-1</sup> e 82,67 kg planta<sup>-1</sup> para a 'Pera CNPMF D-9'. Auler et al. (2008) avaliando diferentes porta-enxertos para a laranjeira 'Valência' de cinco anos de idade, constataram que os porta-enxertos 'Limoeiro cravo' e 'Tangerineira 'Sunki' seleção Tropical influenciaram a altura da planta a valores próximos ao presente estudo, porém para a produção os autores obtiveram valores superiores, 90,2 e 123,3 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Os menores valores de produção neste estudo podem estar relacionados ao fato das plantas ainda serem jovens.

As laranjeiras 'Pera D9' e 'Natal' de cinco anos de idade no trabalho de Medeiros et al. (2013) apresentaram diâmetro do caule maior que o presente estudo (11,51 e 14,39, respectivamente). Cruz et al. (2019) avaliando laranjeira 'Navelina'

também com cinco anos de idade sobre diferentes porta-enxertos, obtiveram valor semelhante sobre o porta-enxerto 'Limoeiro Cravo'.

Houve interação entre os tratamentos para o diâmetro de copa (Tabela 2). Para a copa 'Natal' os porta-enxertos não influenciaram no diâmetro de copa. Para a 'Pera' os porta-enxertos que proporcionaram o menor diâmetro de copa foram o 'Indio' e o 'Riverside', enquanto para a 'Sincorá' o porta-enxerto Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' foi o que influenciou ao menor diâmetro de copa. As combinações do presente estudo apresentaram diâmetro de copa entre 2,70 e 3,27 m, valores estes menores que os encontrados por Cruz et al. (2019) para 'Navelina x Limoeiro Cravo' com 4,7 m aos cinco anos de idade.

Tabela 2. Diâmetro de copa (m) de laranjeiras em diferentes porta-enxertos, Embrapa Semiárido, Juazeiro, BA, 2018.

	Diâmetro de copa (m)		
	Natal	Pera	Sincorá
Indio	3,13Aa	2,82Bb	3,19Aa
Limoeiro Cravo	3,01Aa	3,13Aa	2,74Bb
Riverside	2,97Aa	2,70Bb	3,13Aa
Tangerineira Sunki Tropical	3,19Aa	3,07Aa	3,27Aa
P-Valor		0,010	
CV(%)		5,55	

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade. Cultivares utilizadas: Natal (Natal CNPMF 112), Pera (Pera D9), Sincorá (BRS-002), Limoeiro cravo (Cravo Santa Cruz) e Tangerineira Sunki tropical ('Sunki' seleção Tropical).

Na Tabela 3 está apresentada a duração de cada estágio fenológico. No período avaliado, apenas as combinações 'Natal x Indio', 'Pera x Indio', 'Sincorá x Indio' e 'Sincorá x Riverside' chegaram ao estágio 9 dentro do período avaliado, e dentre estas, a 'Sincorá x Indio' foi a combinação que completou o ciclo no menor período (226 dias).

As cultivares 'Pera', 'Natal' e 'Sincorá' em clima tropical quente e úmido apresentam maturação tardia (por estarem aptas à colheita entre 11 e 15 meses) (PASSOS et al. 2006; 2011; 2014), mas verifica-se que as laranjeiras enxertadas no porta-enxerto 'Indio' no Semiárido baiano, o período necessário para a maturação foi de dez meses para a copa 'Natal' e doze meses para a copa 'Pera', e de sete meses

para ‘Sincorá’, enquanto no porta-enxerto ‘Riverside’ com ‘Sincorá’ o ciclo foi de oito meses. Assim, o ciclo fenológico das laranjeiras avaliadas foi influenciado tanto pelo porta-enxerto quanto pela região.

Tabela 3. Valores médios da contagem em dias dos estádios fenológicos das combinações copa e porta-enxerto de laranjeiras, Embrapa, Juazeiro, BA, 2018.

Copa/Porta-enxerto	Bola de gude	Bola de pingue-pongue	Fruto verde	Fruto na mudança de cor	Fruto maduro	Total de dias
Natal/Indio	27	28	85	77	77	294
Natal/LCR	34	23	89	154	-	300
Natal/Riverside	38	26	108	135	-	307
Natal/SKT	36	25	108	152	-	321
Pera/Indio	35	20	101	120	90	366
Pera/LCR	35	27	132	-	-	194
Pera/Riverside	26	35	99	163	-	322
Pera/SKT	35	32	137	-	-	204
Sincorá/Indio	27	20	66	65	48	226
Sincorá/LCR	18	23	122	-	-	163
Sincorá/Riverside	28	22	62	92	40	244
Sincorá/SKT	25	21	125	-	-	171

Cultivares utilizadas: Natal (Natal CNPMF 112), Pera (Pera D9), Sincorá (Sincorá BRS-002), Limoeiro cravo (Cravo Santa Cruz) e Tangerineira Sunki tropical (‘Sunki’ seleção Tropical).

A fotossíntese na cultivar ‘Natal’ nos porta-enxertos ‘Indio’ e ‘Tangerineira Sunki seleção Tropical’ apresentou o comportamento polinomial de segundo grau com mínima aos 90 dias, enquanto nos porta-enxertos ‘Riverside’ e ‘Limoeiro Cravo Santa Cruz’ o comportamento polinomial de terceiro grau com máxima aos 60 dias e mínima aos 180 dias (Figura 3A). Para a fotossíntese na cultivar ‘Pera’ no porta-enxerto ‘Indio’ e ‘Riverside’ o comportamento polinomial foi de terceiro grau com máxima aos 30 dias e mínima aos 180 dias, enquanto nos porta-enxertos ‘Limoeiro Cravo Santa Cruz’ e ‘Tangerineira Sunki seleção Tropical’ o comportamento polinomial foi de quarto grau com máximas aos 120 e 30 dias respectivamente, e mínimas no dia 0 (Figura 3B). Já a ‘Sincorá’ teve comportamento polinomial de quarto grau para a fotossíntese nos porta-enxertos ‘Indio’, ‘Limoeiro Cravo Santa Cruz’ e ‘Riverside’ com máximas aos 90, 90 e 120 dias respectivamente, e mínimas

aos 180 para os três e terceiro grau para 'Tangerineira Sunki seleção Tropical' com máxima aos 60 dias e mínimas aos 180 dias (Figura 3C).

A fotossíntese pode sofrer influência das condições climáticas locais e do crescimento e desenvolvimento das plantas (RIBEIRO; MACHADO, 2007; MACHADO et al. 2002). As altas taxas de fotossíntese para os *Citrus sinensis* (L.) Osbeck são mais favoráveis com temperaturas do ar em torno de 22 °C a 25 °C (MACHADO et al., 2002), entretanto em condições semiáridas o estudo mostrou que as maiores taxas de fotossíntese foram encontradas entre os meses de janeiro e abril (0 e 120 dias) quando a temperatura média esteve entre 24 e 28 °C (Figura 1). A redução da taxa fotossintética entre os 120 e 180 dias não foi induzida pela temperatura, uma vez que a temperatura média era adequada para potencializar as altas taxas. Mas, provavelmente por estar na fase fenológica de crescimento lento do fruto (fruto verde), a demanda por carboidratos e nutrientes é menor, o que explicaria os menores valores da fotossíntese (MACHADO et al., 2002; SOUZA et al., 2011).

A condutância estomática na cultivar 'Natal' no porta-enxerto 'Indio' e 'Tangerineira Sunki seleção Tropical' teve o comportamento polinomial de quarto grau com máximos aos 90 e 120 dias e mínimos aos 180 dias respectivamente (Figura 4A). No 'Riverside' o comportamento de terceiro grau teve seu máximo aos 60 dias e mínimo aos 180 dias, enquanto no 'Limoeiro Cravo Santa Cruz' não houve ajuste aos modelos, gerando média de 0,064 mol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Figura 4A). Já na cultivar 'Pera', a condutância nos porta-enxertos 'Indio' e 'Riverside' apresentou comportamento polinomial de terceiro grau com máximo aos 60 dias para ambos e mínimo aos 180 dias (Figura 4B). No porta-enxerto 'Limoeiro Cravo Santa Cruz' a média foi de 0,063 mol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> por não haver ajuste aos modelos, enquanto na 'Tangerineira Sunki seleção Tropical' o comportamento polinomial foi de quarto grau com máximo aos 30 dias e mínimo aos 120 dias (Figura 4B). Na laranja 'Sincorá' nos porta-enxertos 'Indio', 'Riverside' e 'Limoeiro Cravo Santa Cruz', a condutância apresentou comportamento polinomial de quarto grau com máxima aos 90 para os dois primeiros, 120 dias para o terceiro e mínima aos 180 dias para os três, enquanto na 'Tangerineira Sunki seleção Tropical' o ajuste de terceiro grau com máximo aos 60 dias e mínimo aos 120 dias (Figura 4C).

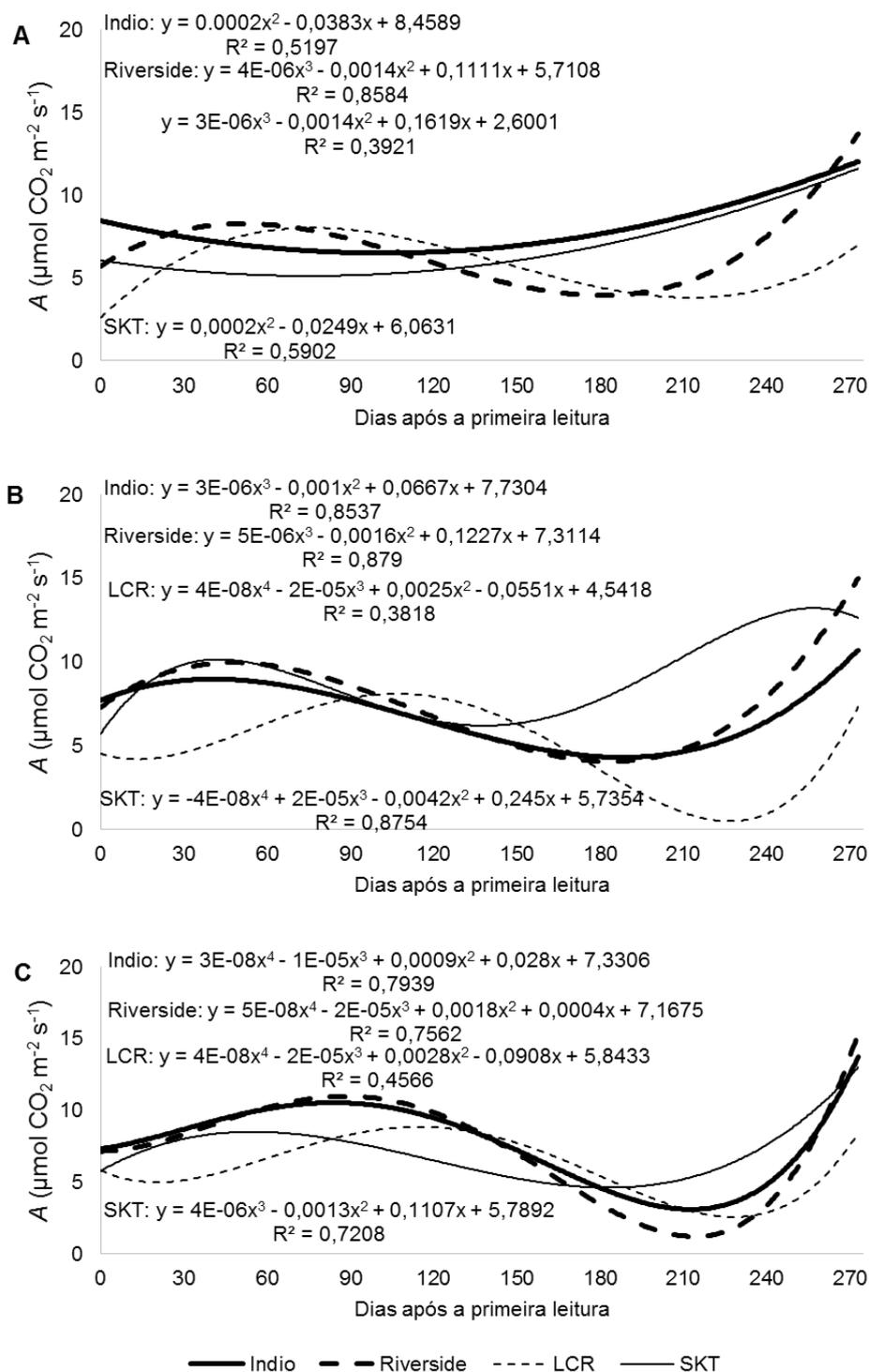


Figura 3. Fotossíntese líquida (A) das cultivares copas 'Natal' (A), 'Pera' (B) e 'Sincorá' (C) nos porta-enxertos Indio, Riverside, Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCR) e Tangerineira 'Sunki' seleção Tropical (SKT) no dia zero (janeiro), 30 dias (fevereiro), 60 dias (março), 90 dias (abril), 120 dias (maio), 150 dias (junho), 180 dias (julho) e 270 dias (outubro), Embrapa Semiárido, BA, 2018.

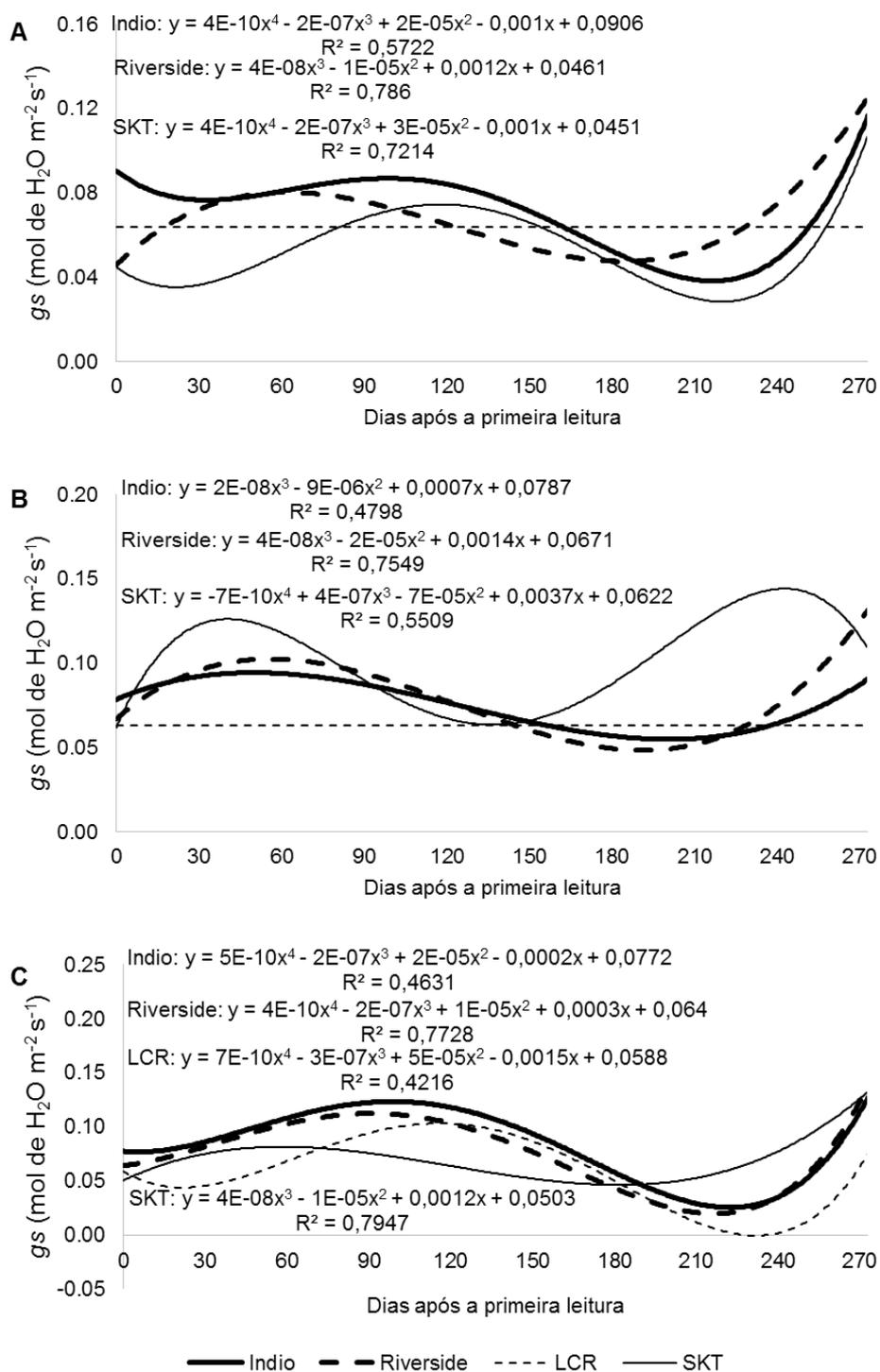


Figura 4. Condutância estomática foliar ( $gs$ ) das cultivares copas ‘Natal’ (A), ‘Pera’ (B) e ‘Sincorá’ (C) nos porta-enxertos Indio, Riverside, Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (LCR) e Tangerineira ‘Sunki’ seleção Tropical (SKT) no dia zero (janeiro), 30 dias (fevereiro), 60 dias (março), 90 dias (abril), 120 dias (maio), 150 dias (junho), 180 dias (julho) e 270 dias (outubro), Embrapa Semiárido, BA, 2018.

A condutância estomática apresentou respostas similares à fotossíntese, sugerindo que a redução da taxa fotossintética tenha sido influenciada pelo fechamento parcial dos estômatos, corroborando com os encontrados por Machado et al. (2002), mas esse fechamento possivelmente não teve relação com a temperatura, pois já se sabe que a sensibilidade dos estômatos à temperatura é baixa entre 25 e 40 °C (RIBEIRO; MACHADO, 2007), confirmando o comportamento observado na fotossíntese.

A transpiração na cultivar copa 'Natal' nos porta-enxertos 'Indio', 'Riverside' e 'Limoeiro Cravo Santa Cruz' teve melhor ajuste no modelo polinomial de terceiro grau, com máximo aos 30 dias nos dois primeiros e 60 dias para o último, sendo que o mínimo foi aos 150 dias para o primeiro e 180 dias para os dois últimos (Figura 5A). Na 'Tangerineira Sunki seleção Tropical', o comportamento polinomial de quarto grau foi máximo aos 120 dias e mínimo aos 180 dias (Figura 5 A). Na cultivar 'Pera' a transpiração se ajustou no modelo polinomial de terceiro grau em todos os porta-enxertos com máximo aos 60 dias e mínimo aos 180 dias (Figura 5B). A transpiração na copa 'Sincorá' nos porta-enxertos 'Indio' e 'Tangerineira Sunki seleção Tropical' apresentou comportamento polinomial de terceiro grau com máximo aos 60 dias e mínimo aos 180 dias, enquanto nos demais porta-enxertos o comportamento foi polinomial de quarto grau com máximo aos 90 dias e mínimo aos 180 dias (Figura 5C).

Semelhante a fotossíntese e a condutância, a transpiração apresentou maiores taxas entre 0 e 120 dias e redução dos 120 aos 180 dias. A intensidade da transpiração da planta varia com a ação de fatores internos e de fatores externos, e pode ser controlada pela planta a partir da sua necessidade (CERQUEIRA et al., 2004), reforçando o que já foi discutido nos outros parâmetros de trocas gasosas.

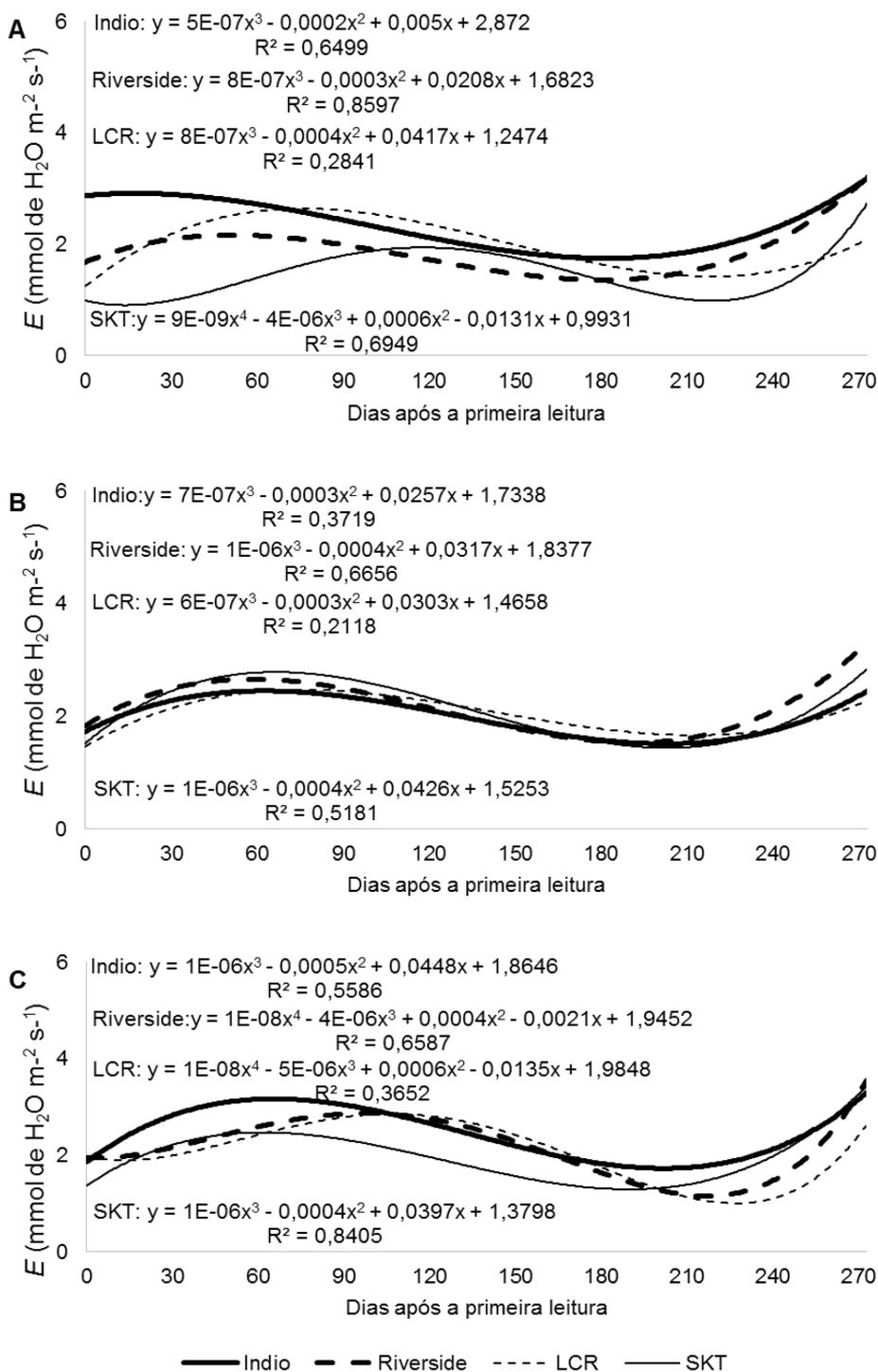


Figura 5. Transpiração foliar ( $E$ ) das cultivares copas ‘Natal’ (A), ‘Pera’ (B) e ‘Sincorá’ (C) nos porta-enxertos Indio, Riverside, Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (LCR) e Tangerineira ‘Sunki’ seleção Tropical (SKT) no dia zero (janeiro), 30 dias (fevereiro), 60 dias (março), 90 dias (abril), 120 dias (maio), 150 dias (junho), 180 dias (julho) e 270 dias (outubro), Embrapa Semiárido, BA, 2018.

A eficiência da carboxilação teve comportamento polinomial de terceiro grau para a copa 'Natal' nos porta-enxertos 'Indio' e 'Riverside' com máximo aos 30 dias em ambos e mínimo aos 150 e 180 dias, respectivamente (Figura 6A). Para 'Pera', nos porta-enxertos 'Indio', 'Riverside' e 'Limoeiro Cravo Santa Cruz', o máximo foi obtido aos 30 dias para os dois primeiros e 60 dias para o último, com o mínimo obtido aos 180 dias (Figura 6B). Para 'Sincorá', no porta-enxerto 'Tangerineira Sunki seleção Tropical' o máximo foi obtido aos 30 dias e o mínimo aos 180 dias (Figura 6C), sendo que o comportamento polinomial de quarto grau na 'Natal' nos porta-enxertos 'Limoeiro Cravo Santa Cruz' e 'Tangerineira Sunki seleção Tropical' obteve seu máximo aos 90 dias e mínimo aos 180 dias (Figura 6A). Em 'Pera', no porta-enxerto 'Tangerineira Sunki seleção Tropical' o máximo foi obtido aos 30 dias e o mínimo aos 120 dias (Figura 6B), enquanto para 'Sincorá' nos porta-enxertos 'Indio', 'Riverside' e 'Limoeiro Cravo Santa Cruz' o máximo foi obtido aos 90 dias para os dois primeiros e aos 120 dias para o último, sendo que o mínimo foi obtido aos 180 dias para os três (Figura 6C).

O padrão observado nas trocas gasosas é também encontrado para a eficiência da carboxilação, provável indicativo de que não houve limitação bioquímica, e possivelmente as combinações não sofreram estresse por condições ambientais, validando os resultados encontrados por Habermann et al. (2003), onde obtiveram resposta bioquímica ao avaliar plantas em condições de estresse causado pela colonização de *Xylella fastidiosa*.

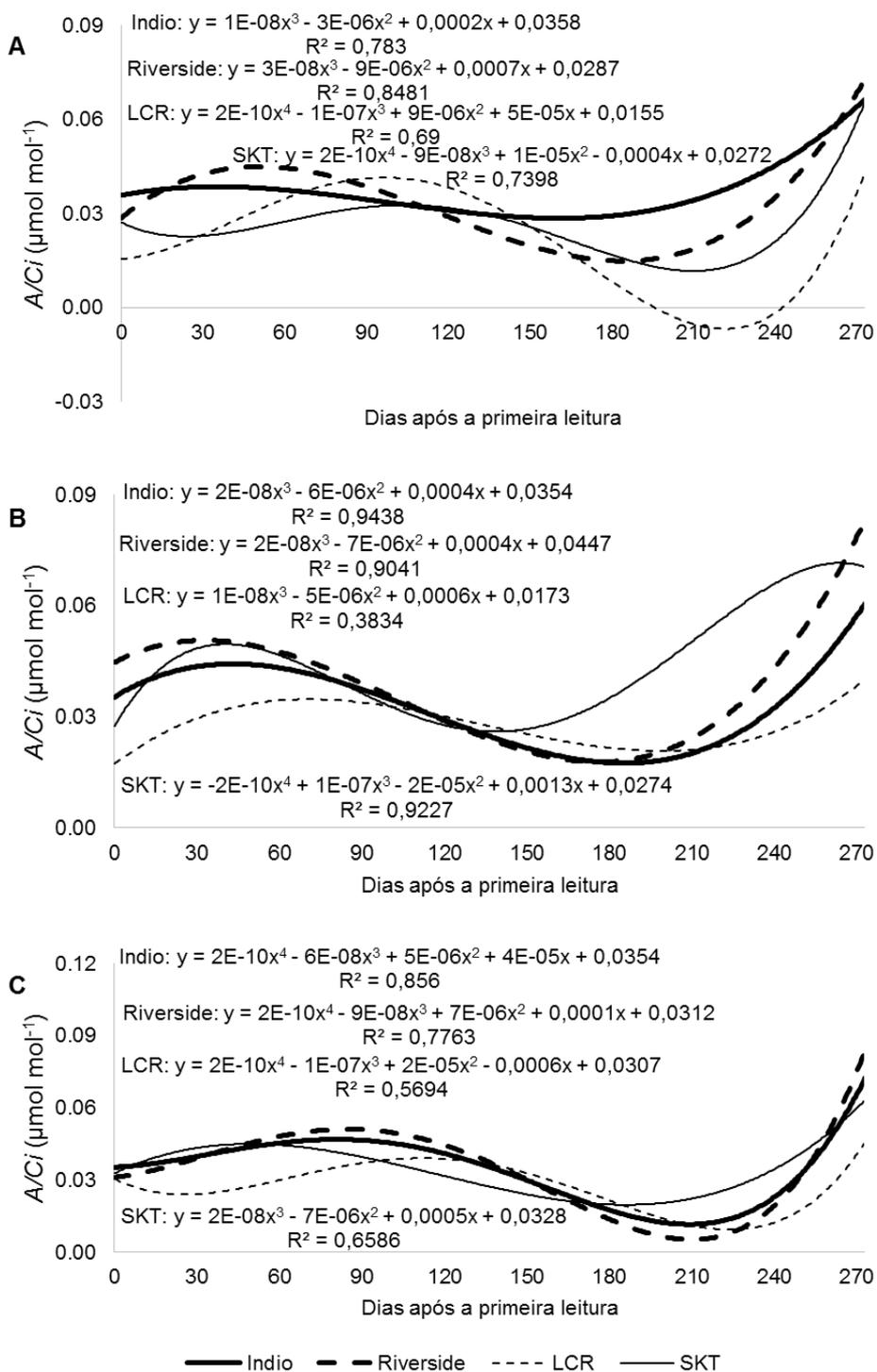


Figura 6. Eficiência da carboxilação foliar ( $A/C_i$ ) das cultivares copas 'Natal' (A), 'Pera' (B) e 'Sincorá' (C), nos porta-enxertos Indio, Riverside, Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCR) e Tangerineira 'Sunki' seleção Tropical (SKT) no dia zero (janeiro), 30 dias (fevereiro), 60 dias (março), 90 dias (abril), 120 dias (maio), 150 dias (junho), 180 dias (julho) e 270 dias (outubro), Embrapa Semiárido, BA, 2018.

A concentração de CO<sub>2</sub> intercelular em 'Natal' não teve ajuste no porta-enxerto 'Indio' (média de 215,04  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), mas apresentou ajuste nos porta-enxertos 'Riverside' e 'Tangerineira Sunki seleção Tropical' com comportamento polinomial de segundo grau, com máximo aos 150 dias, enquanto no porta-enxerto 'Limoeiro Cravo Santa Cruz' o comportamento polinomial foi de terceiro grau com máximo aos 180 dias e mínimo aos 30 dias (Figura 7).

Quando observadas as trocas gasosas entre as combinações nas condições semiáridas, verifica-se baixa variação da concentração interna de CO<sub>2</sub> (média de 215,51  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  para 'Pera' e 217,67  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  para 'Sincorá') havendo significância apenas para as plantas de 'Natal', onde ocorreu aumento no C<sub>i</sub> no período em que a condutância estomática foi reduzida, demonstrando que as laranjeiras não tiveram seu mecanismo fotossintético danificado por estresse, já que os valores de C<sub>i</sub> estiveram em torno do esperado, entre 200 e 250  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  (Brito et al., 2012).

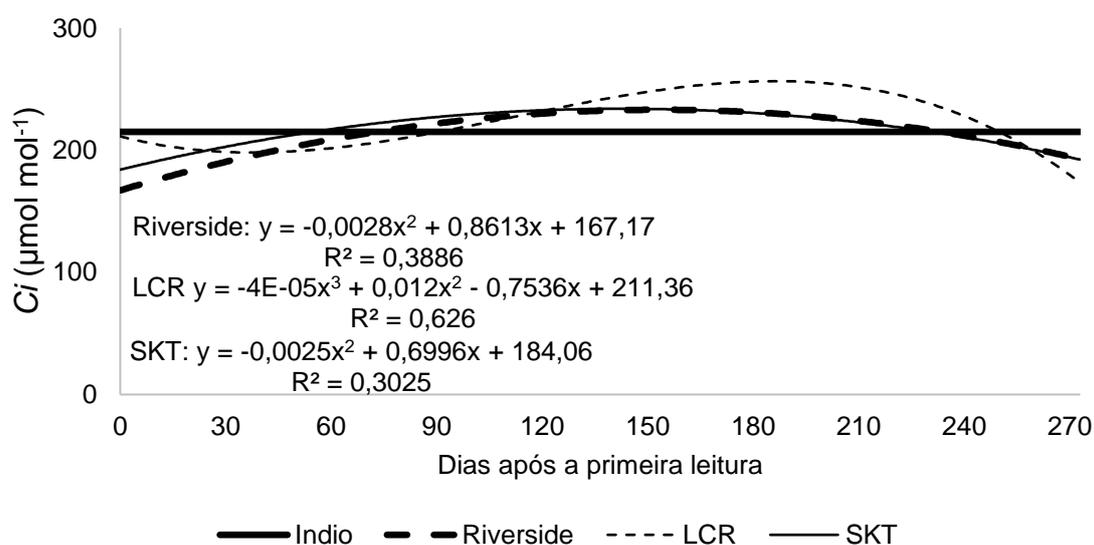


Figura 7. Concentração de CO<sub>2</sub> intercelular foliar (C<sub>i</sub>) da cultivar copa 'Natal' nos porta-enxertos Indio, Riverside, Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCR) e Tangerineira 'Sunki' seleção Tropical (SKT) no dia zero (janeiro), 30 dias (fevereiro), 60 dias (março), 90 dias (abril), 120 dias (maio), 150 dias (junho), 180 dias (julho) e 270 dias (outubro), Embrapa Semiárido, BA, 2018.

O índice de clorofila total em 'Natal' (Figura 8A) e 'Sincorá' (Figura 8C) apresentaram comportamento polinomial de terceiro grau em todos os porta-enxertos com máximo aos 60 dias e mínimo aos 180 dias, diferente da copa 'Pera' (Figura 8B) que apresentou comportamento de terceiro grau apenas nos porta-enxertos 'Indio' e 'Limoeiro Cravo Santa Cruz' com máximo aos 60 dias e mínimo aos 180 dias, enquanto no porta-enxerto 'Riverside' o comportamento apresentou queda linear, e no porta-enxerto 'Tangerineira Sunki seleção Tropical' o comportamento foi polinomial de segundo grau com máximo aos 120 dias.

O comportamento obtido para o índice de clorofila total também foi similar à resposta da fotossíntese por estar diretamente associado com o potencial da atividade fotossintética. A alta eficiência fotossintética pode levar ao incremento de produtividade agrícola, e essa relação está diretamente relacionada com o aproveitamento da radiação disponível pelas clorofilas (SILVA et al., 2011; 2014). Souza et al. (2011) em estudo com medida indireta da clorofila e sua relação com a adubação nitrogenada nos estádios de desenvolvimento de duas cultivares de laranjeiras, obtiveram comportamento semelhante ao presente estudo, em que altos valores de clorofila foram encontrados nas fases iniciais de formação dos frutos.

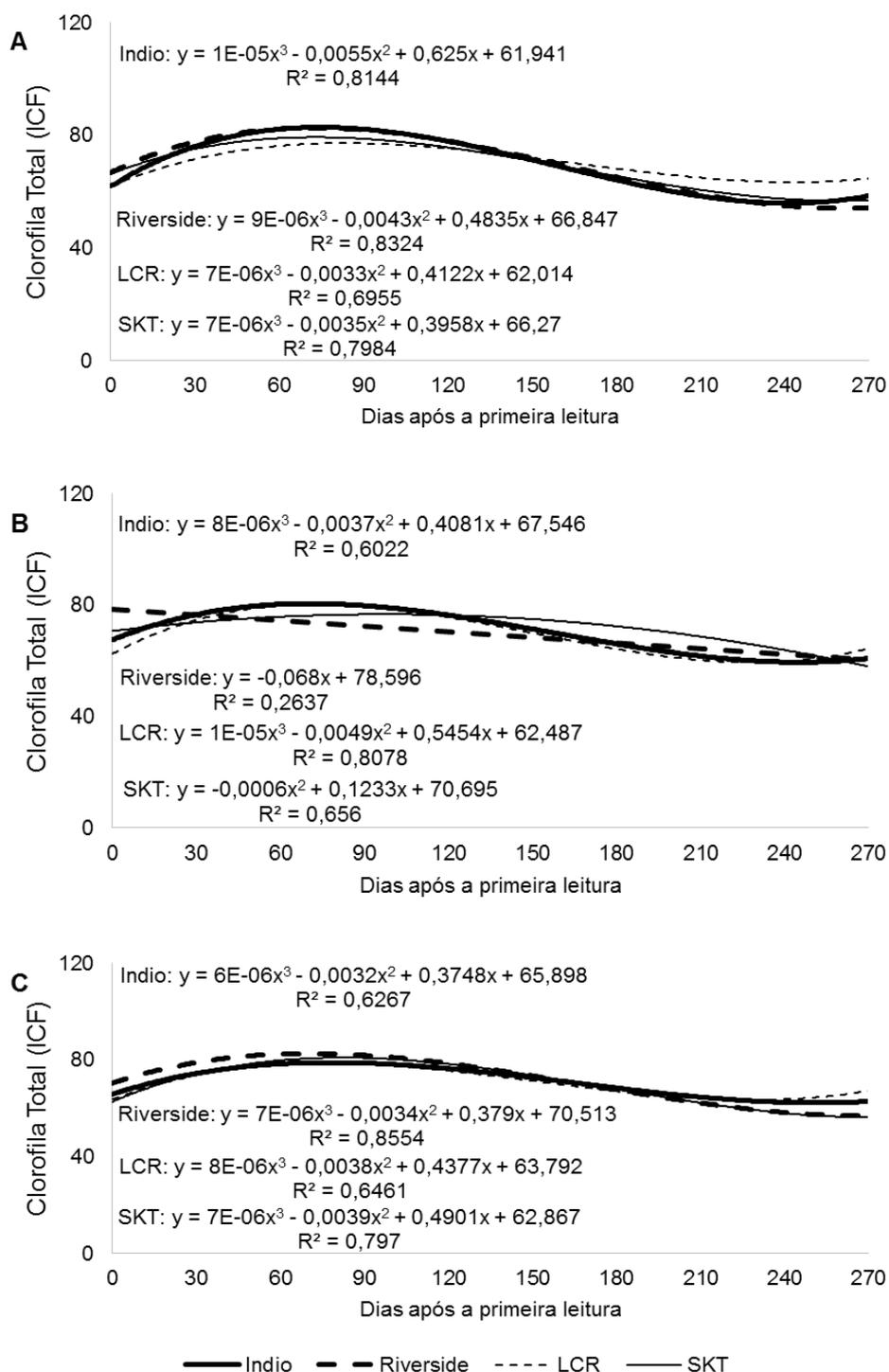


Figura 8. Clorofila foliar total das cultivares copas Natal (A), Pera (B) e Sincorá (C) nos porta-enxertos Indio, Riverside, Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCR) e Tangerineira 'Sunki' seleção Tropical (SKT) no dia zero (janeiro), 30 dias (fevereiro), 60 dias (março), 90 dias (abril), 120 dias (maio), 150 dias (junho), 180 dias (julho) e 270 dias (outubro), Embrapa Semiárido, BA, 2018.

## CONCLUSÃO

As cultivares de laranjeiras apresentaram bom desempenho em clima tropical semiárido, com destaque para a copa 'Pera' por apresentar maior produção. Enquanto o porta-enxerto 'Riverside' promoveu nas copas uma maior produção. Com relação ao desenvolvimento fenológico das copas, os porta-enxertos 'Indio' e 'Riverside' promoveram redução do período.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, M. S.; GIRARDI, E. A.; FRANÇA, N. O.; GESTEIRA, A. S.; SOARES FILHO, W. S.; PASSOS, O. S. Initial performance of alternative citrus scion and rootstock combinations on the northern coast of the state of Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.40, n.4, e-480, 2018.

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

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

BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F.; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.281, p.36-45, 2014.

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. S.; MELO, A. S. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, suppl., p.857-865, 2012.

CERQUEIRA, E. C.; CASTRO NETO, M. T.; PEIXOTO, C. P.; SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, J. G. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 515-519, 2004.

CHAVES, A.R.M.; MARTINS, S.C.V.; BATISTA, K.D.; CELIN, E.F.; DAMATTA F.M. Varying leaf-to-fruit ratios affect branch growth and dieback, with little to no effect on photosynthesis, carbohydrate or mineral pools, in different canopy positions of field-grown coffee trees. **Environmental and Experimental Botany**, v.77, p.207-218, 2012.

CHAVES, A.R.M.; TEM-CATEN, A.; PINHEIRO, H.A.; RIBEIRO, A.; DAMATTA, F.M. Seasonal changes in photoprotective mechanism of leaves from shaded and unshaded field-grown coffee (*Coffea arabica* L.) trees. **Trees**, v.22, p.351-361, 2008.

CRUZ, M. A.; NEVES, C. S. V. J.; CARVALHO, D. U.; COLOMBO, R. C.; LEITE JÚNIOR, R. P.; TAZIMA, Z. H. 'Navelina' sweet orange trees on five rootstocks in Northern Parana state, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.41, n.3, e-006, 2019.

CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Cultivares porta-enxerto. In: CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A. F. J.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. **Cultura de Citros**. Embrapa, Brasília, p. 233-292, 2013.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Médias anuais da Estação Agrometeorológica de Bebedouro**. Petrolina, 2015. Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-anua I.html](http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-anua%20I.html)>. Acesso em outubro de 2019.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A, 2018. **Pacote Experimental Designs (Portuguese)**. R package version 3.5.3. 2019.

FITCHETT, J. M.; GRAB, S. W.; THOMPSON, D. I.; ROSHAN, G. Spatio-temporal variation in phenological response of citrus to climate change in Iran: 1960–2010. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 198-199, 285-293, 2014.

HABERMANN, G.; MACHADO, E. C.; RODRIGUES, J. D.; MEDINA, C. L. Assimilação de CO<sub>2</sub>, curvas de resposta à luz fotossintética e relações hídricas de laranja 'Pêra' infectadas com *Xylella fastidiosa*. Braz. J. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 15, n. 2, p. 79-87, 2003.

IBGE. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, 91 p., 2019.

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

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005.

MEDEIROS, R. C.; MUSSER, R. S.; SILVA, M. M.; SANTOS, J. P. O.; NASCIMENTO JÚNIOR, I. R. Análise exploratória das características morfológicas e qualitativas de variedades de laranjeiras de mesa da coleção em brejão - PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 500-507, 2013.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Laranjeira BRS 002 - 'Sincorá': Opção para mesa e indústria. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, 2p., 2006.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. S. ALMEIDA, C. O. Seleção de cultivares porta-enxertos para o Nordeste brasileiro. In: ALMEIDA, A. O.; PASSOS, O. S. **Citricultura brasileira em busca de novos rumos: desafios e oportunidades na região Nordeste**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, p. 101-149, 2011.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; SILVA, A. C. M.; BARBOSA, C.J. Laranjeira 'Natal CNPMF 112'. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, 2 p., 2014.

PASSOS, Orlando Sampaio. **Citrandarins: Os porta-enxertos 'Indio', 'Riverside' e 'San Diego'**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 2013, 4 p. Folder.

PINHEIRO, J. C.; BATES, D. M.; DEBROY S.; SARKAR D.; EISPACK A.; HEISTERKAMP, S.; WILLIGEN, B. V. **Linear and Nonlinear Mixed Effects Models**. Versão do pacote R 3.5.3. 2019. Disponível em: <http://cran.r-project.org> .

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2019. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; OLIVEIRA, R. F. Temperature response of photosynthesis and its interaction with light intensity in sweet orange leaf discs under non-photorespiratory condition. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 670-678, 2006.

RIBEIRO, Rafael V.; MACHADO, Eduardo C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosynthesis under natural conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 4, p.393-411, 2007.

SILVA, M. de A.; SANTOS, C. M. dos; VITORINO, H. dos S.; RHEIN, A. F. de L. Pigmentos fotossintéticos e índice spad como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 173-181, 2014.

SILVA, M.C.C.; COELHO, F.S.; BRAUN, H.; FONTES, P.C.R. Índice SPAD em função de diferentes horários e posições no folíolo da batata sob fertilização nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.4, p.971-977, 2011.

SOUZA, T. R. de; SALOMÃO, L. C.; ANDRADE, T. F. de; BÔAS, R. L. V.; QUAGGIO, J. A. Medida indireta da clorofila e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada em plantas cítricas fertirrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 993-1003, 2011.

STUCHI, E. S.; SOBRINHO, A. P. C.; SOARES FILHO, W. S.; PASSOS, O. S. Desempenho da laranjeira 'Pera CNPMF D-6' e de outros clones obtidos por microenxertia em Bebedouro, região norte do Estado de São Paulo. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, Circular Técnica 122, 6p., 2018.

## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE FRUTOS DE DIFERENTES COMBINAÇÕES COPA E PORTA-ENXERTO DE LARANJEIRAS CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO**

## **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE FRUTOS DE DIFERENTES COMBINAÇÕES COPA E PORTA-ENXERTO DE LARANJEIRAS CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO**

**RESUMO:** A laranja é uma das frutas mais cultivadas e apreciadas em todo o mundo. No Brasil, a combinação laranjeira 'Pera' e limoeiro 'Cravo' tem predominado em todo o território nacional, fazendo com que os programas de melhoramento em citros invistam em medidas para diversificar as combinações copa e porta-enxerto de laranjeiras para serem disponibilizadas ao setor produtivo no país. Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar as características físicas e químicas de frutos de laranja provenientes de diferentes combinações copa e porta-enxerto cultivadas no semiárido baiano. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial com três cultivares copa e quatro cultivares porta-enxerto, com três repetições. As cultivares utilizadas como copa foram as laranjeiras 'Pera CNPMF D9', 'Natal CNPMF 112' e 'BRS 002 - Sincorá', e para os porta-enxertos foram utilizados o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', a tangerineira 'Sunki' seleção Tropical, e os citrandarins Índio e Riverside. Os resultados obtidos mostraram que tanto os fatores copa como porta-enxerto atuaram de forma independente na massa do fruto, nos diâmetros transversal e longitudinal do fruto, no número de sementes, na luminosidade da casca e da polpa, na cromaticidade e ângulo de matiz da polpa, no pH, na concentração de sólidos solúveis e nos teores de ácidos cítrico e ascórbico, entretanto foi diferente na espessura da casca, na massa e no volume do suco, na cromaticidade da casca, no ângulo de matiz da casca e na relação SS/AT. Foi possível concluir que de forma independente do porta-enxerto, a cultivar copa BRS 002 – 'Sincorá' apresentou os melhores resultados para as análises físicas e químicas, e as cultivares porta-enxerto limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e Tangerineira 'Sunki' seleção Tropical influenciaram as copas para os melhores resultados das análises físicas e químicas, respectivamente. Com exceção do rendimento do suco, todas as combinações atenderam as exigências de qualidade para o mercado.

**Palavras chave:** Citrandarins, citros, qualidade, pós-colheita.

## PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF ORANGES PRODUCED BY DIFFERENT SCION AND ROOTSTOCKS COMBINATIONS AND GROWN AT THE SEMIARID REGION OF THE BRAZILIAN STATE OF BAHIA

**ABSTRACT:** Orange is one of the most cultivated and consumed fruit all over the world. The combination of the 'Pera' orange and the 'Cravo' lemon cultivars is predominant in Brazil, leading crop improvement programmes to diversify the national availability of scion and rootstocks combinations. The aim of this study was to evaluate physical and chemical characteristics of fruits produced by different oranges scion varieties grafted on distinct rootstocks and cultivated at the semiarid region of the Brazilian State of Bahia. A randomized blocks experimental design with three replicates was adopted with a factorial scheme of treatments, which comprise the combination of three orange scion varieties and four rootstocks. The cultivars 'Pera CNPMF D9', 'Natal CNPMF 112' and 'BRS 002 - Sincorá' were adopted as scion varieties while the 'Cravo Santa Cruz' lemon, the 'Sunki' tangerine Tropical selection and the 'Indio' and 'Riverside' citrandarins were used as rootstocks. Results showed an independent effect of scion and rootstocks in fruit weight, transverse and longitudinal diameter, seed quantity, peel and pulp lightness, pulp chromaticity and hue angle, pH, total soluble solids concentration and citric and ascorbic acid contents. However, differences were found regarding to the fruit peel thickness, juice weight and volume, peel chromaticity and hue angle and the ratio of total soluble solids/total titratable acidity. It was concluded that 'BRS 002 - Sincorá' presented the best results concerning to physical and chemical analysis of fruits and 'Cravo Santa Cruz' lemon and 'Sunki' tangerine Tropical selection influenced scion varieties to manifest the best results regarding to physical and chemical analysis of fruits. All the scion/rootstocks combinations meet the market quality requirements, except for juice yield.

**Keywords:** Citrandarins, citrus, quality, pot harvest.

## INTRODUÇÃO

Dentro da diversidade que o grupo citros apresenta, as laranjas são as mais importantes no ponto de vista comercial, pois são as mais cultivadas e apreciadas, chegando a uma produção mundial no ano de 2016 de 66.974,1 mil toneladas do fruto, sendo 14.350 mil toneladas produzidas pelo Brasil, com 11.180 mil toneladas destinadas ao processamento (ERPEN et al., 2018; FAO, 2017; IBGE, 2019; KIST, 2018), destacando o país como o maior produtor do mundo.

Nacionalmente, a principal combinação nos pomares cítricos é composta pela laranjeira 'Pera', como copa, e pelo limoeiro 'Cravo', como porta-enxerto (BASTOS et al., 2014; MATTOS JUNIOR et al., 2005). A predominância dessa combinação vem trazendo um alerta aos riscos fitossanitários, pois pode tornar a cultura vulnerável ao ataque de doenças e/ou pragas, além da limitação do mercado quando comparado a outros países (AMORIM et al., 2018; BASTOS et al., 2015).

A fim de diversificar a cultura no Brasil, os programas de melhoramento em citros no Brasil têm investido na obtenção e/ou introdução de novas cultivares (PASSOS, 2013; PASSOS et al., 2014), mas para introduzi-las no mercado, muitos aspectos têm que ser considerados (PASSOS et al., 2011), uma vez que a escolha da copa deve considerar suas exigências na produção final do fruto, como cor, sabor, tamanho e rendimento de suco, este último quando for destinado ao processamento (MEDEIROS et al., 2013). Já na escolha do porta-enxerto é fundamental considerar o tipo de solo, clima local, disponibilidade de irrigação, material livre ou tolerante a doenças, capacidade de redução do porte da planta e do ciclo, melhora na produção e longevidade do pomar (ALBRECHT et al., 2019; CONTINELLA et al.; 2018).

Com isso, o programa de melhoramento genético de citros da Embrapa Mandioca e fruticultura vem indicando como copa as laranjeiras 'Natal CNPMF 112', 'Pera D9' e BRS 002 - 'Sincorá' para ampliar a faixa de colheita dos pomares, favorecer o processamento de suco em período mais longo e abastecer o mercado interno de frutas frescas (PASSOS; SOARES FILHO, 2006; PASSOS et al., 2014). Outras cultivares como o 'Índio', 'Limoeiro Cravo Santa Cruz', 'Riverside' e Tangerineira 'Sunki' seleção Tropical são indicadas para utilização como porta-enxerto por possuírem compatibilidade com copas de laranjeiras doces, limoeiros, tangerineiras e pomeleiros, além de adaptabilidade às condições tropicais, e

resistência ou tolerância a doenças, como gomose e Vírus da Tristeza dos Citros (PASSOS, 2013; SOARES FILHO, et al., 2003a; SOARES FILHO, et al., 2003b).

Sabendo da importância da diversificação de cultivares copa e porta-enxerto de laranjeiras nos pomares, o objetivo desse estudo foi avaliar as características físicas e químicas de frutos de laranja provenientes de diferentes combinações copa e porta-enxerto cultivadas no semiárido baiano.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área experimental e condições do solo e clima

O estudo foi realizado no município de Juazeiro-BA (9° 24" S, 40° 26" O, 365,5 m de altitude). O solo da área experimental é classificado como Vertissolo Háplico de textura argilosa. De acordo com a classificação de Köopen, o clima da região é do tipo BSwH (tropical semiárido), com estação chuvosa entre os meses de janeiro e abril com precipitação média anual de 400 mm, temperatura média do ar de 26,4 °C e umidade relativa do ar média de 62% (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2015).

As condições climáticas ao longo do experimento foram monitoradas pela estação meteorológica instalada no Campo Experimental de Mandacaru, por meio de dados de temperatura média e máxima do ar, umidade relativa do ar (Figura 1) e precipitação pluviométrica (Figura 2).

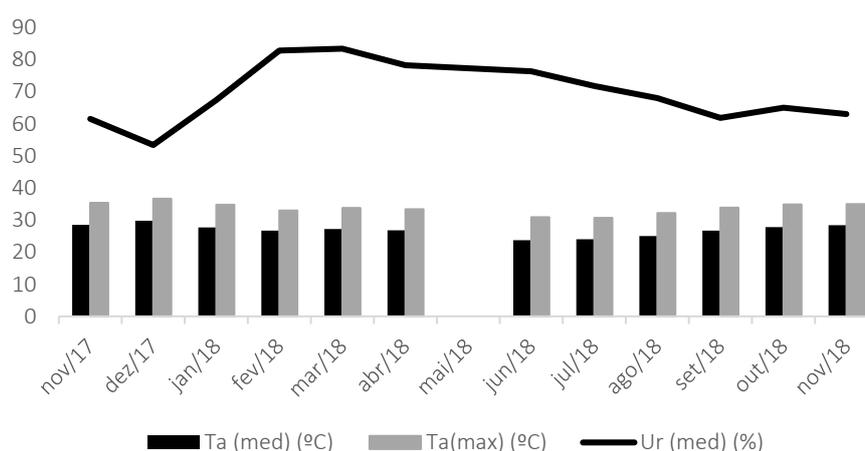


Figura 1. Dados de temperatura média (Ta med °C) e máxima do ar (Ta max °C), e umidade relativa média do ar (Ur med %), entre os meses de novembro de 2017 e novembro de 2018, Embrapa Semiárido, Juazeiro, BA.

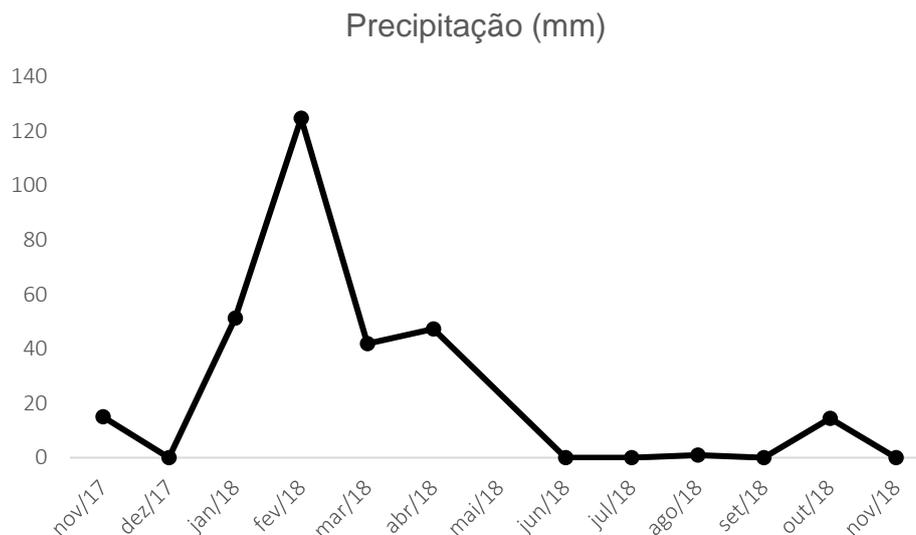


Figura 2. Dados de precipitação (mm) entre os meses de novembro de 2017 e novembro de 2018, Embrapa Semiárido, Juazeiro, BA.

### Tratamentos

As cultivares copas utilizadas foram laranjeiras 'Pera CNPMF D9', 'Natal CNPMF 112' e 'BRS 002 - Sincorá', todas enxertadas sobre as cultivares porta-enxerto limoeiro (*C. limonia*) 'Cravo Santa Cruz' (LCR), tangerineira Sunki [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção Tropical (SKT), e citrandarins Índio [tangerineira 'Sunki' x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. seleção 'English' - 256] e Riverside (tangerineira 'Sunki' x *P. trifoliata* seleção 'English' - 264). Todas as combinações foram avaliadas aos cinco anos de idade.

### Coleta dos frutos

Todos os frutos das combinações estudadas foram colhidos no mesmo dia, independente do grau de maturação, no mês de novembro de 2018, após onze meses do início do ciclo. Foram coletados 18 frutos por tratamento, que em seguida foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados. Os mesmos foram conservados em câmara fria ( $\pm 15^{\circ}\text{C}$ ) até o dia das avaliações.

### Avaliações físicas e químicas

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita na Embrapa Semiárido. Determinou-se a massa dos frutos (g), a massa da casca (g) e a massa

do suco (g), com uso de balança analítica; o diâmetro transversal do fruto, o diâmetro longitudinal do fruto e a espessura da casca (mm) por paquímetro digital; o número de sementes por contagem; o volume de suco (mL) por uma proveta; a coloração do fruto foi analisada com o uso do colorímetro (Konica Minolta, modelo Chroma Meter CR 400) que utiliza o método da CIE L\*a\*b 1976 (KONICA MINOLTA OPTICS, 2007), permitindo obter a luminosidade ( $L^*$ ) e calcular a cromaticidade ( $C^*$ ) e o ângulo *hue* ou ângulo de matiz ( $h^*$ ) através de uma leitura na casca e média das duas leituras na polpa dos frutos. Para o rendimento do suco foi utilizada a relação entre as massas do fruto e do suco ( $((\text{massa do suco}/\text{massa do fruto}) \times 100)$ ).

Para as análises químicas foi utilizado o suco dos mesmos frutos das análises físicas, extraído com um extrator de suco automático (250 watts). Os sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) foram determinados por meio de leitura direta em refratômetro digital portátil - com compensação automática de temperatura e faixa de medição 0,0 % a 53,0 %  $^{\circ}\text{Brix}$ ; o pH e a acidez total titulável (%), determinada em 5 mL do suco diluído em 50 mL de água destilada, titulados com solução de NaOH 0,1N, utilizando-se o titulador automático Metrohm Titrino Plus, e a SS/AT ou RATIO pela relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez. O teor de ácido ascórbico foi determinado empregando solução de 2,6- Diclorofenolindofenol (DFI) como agente titulante, sendo expresso em mg/100g, utilizando o Método de Tillmans (STROHECKER; HENNING, 1967).

### **Análise estatística**

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial com três cultivares copas x quatro cultivares porta-enxertos, com três repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste de normalidade de Shapiro-Wilk e as médias foram comparadas pelo teste t de Student (LSD) a 5% de probabilidade. Para realização desta análise foi utilizado o pacote Exp.Des 1.2.0 (FERREIRA et al., 2018), disponível no programa R Core Team 3.5.3. (R CORE TEAM, 2019).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As variáveis físicas dos frutos como massa, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, número de sementes e massa da casca tiveram respostas

independentes nos fatores copa e porta-enxerto (Tabela 1). Dentre as cultivares copa, o fruto da ‘Pera’ apresentou a menor massa e menor diâmetro transversal (252 g e 75,86 mm, respectivamente). Já para o diâmetro longitudinal, o fruto da ‘Sincorá’ se destacou das demais copas (89,88 mm), além de apresentar o menor número de sementes (2,26). O porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ foi a cultivar que induziu todas as copas ao maior diâmetro transversal (81,11 mm) e longitudinal do fruto (89,18 mm) e maior massa da casca do fruto (92 g).

Tabela 1. Massa do fruto (MF em g), diâmetro transversal do fruto (DT em mm), diâmetro longitudinal do fruto (DL em mm), número de sementes (N) e massa da casca (MC em g) de frutos de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos, Embrapa Semiárido, Juazeiro, BA, 2018.

Cultivares	MF (g)	DT (mm)	DL (mm)	N	MC (g)
Copa					
Natal	288a	79,94a	84,63b	3,74a	72a
Pera	252b	75,86b	79,52c	3,82a	69a
Sincorá	297a	79,80a	89,88a	2,26b	81a
P-Valor	0,018	0,023	0,000	0,000	0,192
CV(%)	13,27	4,80	5,57	26,41	22,78
Porta-enxerto					
Indio	289a	79,79ab	86,31ab	3,68a	73b
Limoeiro Cravo	299a	81,11a	89,18a	3,06a	92a
Riverside	266a	76,33b	82,01bc	3,17a	65b
Tangerineira Sunki Tropical	264a	76,90b	81,21c	3,18a	66b
P-Valor	0,149	0,039	0,005	0,442	0,011
CV(%)	13,27	4,80	5,57	26,41	22,78

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste t de Student. Cultivares utilizadas: Natal (Natal CNPMF 112), Pera (Pera D9), Sincorá (BRS-002), Limoeiro cravo (Cravo Santa Cruz) e Tangerineira Sunki tropical (‘Sunki’ seleção Tropical).

Stuchi et al. (2018) avaliando o desempenho de laranjeiras, encontraram em laranja ‘Pera CNPMF D-9’ a massa do fruto de 171,86 g e diâmetro longitudinal de 66,6 mm, valores menores que os encontrados no presente estudo na mesma cultivar. Os mesmos autores também encontraram valores menores para massa do fruto e diâmetros transversal e longitudinal na cultivar ‘Natal CNPMF 112’, também encontrados por Passos et al. (2014). Ainda, no presente estudo foram encontrados

valores semelhantes aos obtidos por Passos e Soares Filho (2006) para a cultivar BRS-002 'Sincorá', tanto para massa e diâmetros do fruto, mas com menor número de sementes.

Mesmo com uma cultivar copa diferente, Cruz et al. (2019) encontraram em laranjeiras sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' valores próximos ao presente estudo, obtendo 282,5 g para massa, 79,4 mm de diâmetro transversal do fruto e 86,3 mm de diâmetro longitudinal. Destaca-se que em todos os tratamentos, os frutos apresentaram diâmetro transversal grande, conforme padrão seguido na CEAGESP (2011) que classifica o fruto grande quando o diâmetro é maior que 71 mm.

As variáveis físicas do suco dos frutos como massa, volume e rendimento tiveram respostas independentes nos fatores copa e porta-enxerto (Tabela 2). A massa e o volume do suco não apresentaram diferenças significativas, enquanto o rendimento do suco não diferiu entre as copas, todavia o porta-enxerto 'limoeiro 'Cravo' foi o que induziu as copas ao menor rendimento (28,13 %).

Tabela 2. Massa do suco (g), volume do suco (mL) e rendimento do suco (%) dos frutos de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos, Embrapa Semiárido, Juazeiro, BA, 2018.

Cultivares	Massa do suco (g)	Volume do suco (mL)	Rendimento do suco (%)
Copa			
Natal	90,80a	90,54a	31,46a
Pera	96,27a	95,54a	38,83a
Sincorá	101,68a	100,67a	34,33a
P-Valor	0,532	0,554	0,053
CV(%)	24,29	23,55	20,11
Porta-enxerto			
Indio	101,70a	100,49a	35,44a
Limoeiro Cravo	84,54a	84,19a	28,13b
Riverside	101,39a	101,06a	38,36a
Tangerineira Sunki Tropical	97,36a	96,60a	37,57a
P-Valor	0,383	0,372	0,021
CV(%)	24,29	23,55	20,11

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste t de Student. Cultivares utilizadas: Natal (Natal CNPMF 112), Pera (Pera D9), Sincorá (BRS-002), Limoeiro cravo (Cravo Santa Cruz) e Tangerineira Sunki tropical ('Sunki' seleção Tropical).

Segundo dados obtidos na CEAGESP (2011) e na HORTIBRASIL (2019), o rendimento do suco deve ser de 44 % na cultivar 'Natal' e 45 % na cultivar 'Pera', valores maiores aos encontrados no presente estudo. Na cultivar 'Sincorá', Passos e Soares Filho (2006) encontraram 38 % para o rendimento do suco, valores próximos ao encontrado no estudo (34,33 %). Os valores indicados pelas normas de classificação para citros foram determinados para os estados de São Paulo e Minas Gerais.

A produção dos citros é submetida a contínuos e variados estresses de natureza biótica e abiótica com diferentes intensidades, com destaque para as condições climáticas e edáficas (PEIXOTO et al., 2006). O crescimento dos frutos depende do suprimento de substrato fotossintetizado e acumulado, sendo, portanto, favorecidos por condições adequadas a altas taxas de fotossíntese, que para os *Citrus sinensis* (L.) Osbeck ocorre em temperaturas do ar em torno de 22°C a 25°C (MACHADO et al., 2002). Durante o estudo a temperatura média variou de 23,8 a 29,7 °C e a temperatura máxima chegou a 36,6 °C com a umidade relativa média do ar aos 53,3 % (Figura 1) e precipitação total de 295,66 mm (Figura 2), que implicou no rendimento do suco, pois as altas temperaturas do ar e baixa umidade relativa do ar favorecem a perda de água pelos frutos para a atmosfera, causando a granulação, desordem fisiológica que reduz o rendimento do suco em virtude da formação de gel nas vesículas (RITENOUR et al., 2004), fato este observado nos frutos do presente estudo.

A copa e o porta-enxerto também atuaram de forma independente para as variáveis relacionadas à coloração interna e externa dos frutos (Tabela 3). Na 'Sincorá', o fruto apresentou maior luminosidade da casca e ângulo de matiz da polpa (68,43 e 96,30, respectivamente). Já para a cromaticidade da polpa, maior valor médio foi encontrado na cultivar 'Pera' (22,17). Todas as cultivares apresentaram maior luminosidade e cromaticidade da polpa sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' (47,08 e 21,41, respectivamente). Valores próximos foram encontrados por Couto et al. (2018) para a luminosidade das laranjas 'Pera' (57,59) e 'Natal' (58,20).

Tabela 3. Luminosidade da casca (LC), luminosidade da polpa (LP), cromaticidade da polpa (CP) e ângulo de matiz da polpa (HP) de frutos de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos, Embrapa Semiárido, Juazeiro, BA, 2018.

Cultivares	LC (L*)	LP (L*)	CP (C*)	HP (h*)
Copa				
Natal	64,55b	46,15a	20,81b	93,58b
Pera	64,37b	44,96a	22,17a	92,09c
Sincorá	68,43a	44,45a	17,19c	96,30a
P-Valor	0,016	0,263	0,000	0,000
CV(%)	5,41	5,62	6,67	1,42
Porta-enxerto				
Indio	63,50a	43,58b	18,84c	93,75a
Limoeiro Cravo	65,63a	47,08a	21,41a	94,22a
Riverside	67,12a	44,27b	20,47ab	93,32a
Tangerineira Sunki Tropical	66,88a	45,82ab	19,50bc	94,65a
P-Valor	0,152	0,034	0,003	0,199
CV(%)	5,41	5,62	6,67	1,42

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste t de Student. Cultivares utilizadas: Natal (Natal CNPMF 112), Pera (Pera D9), Sincorá (BRS-002), Limoeiro cravo (Cravo Santa Cruz) e Tangerineira Sunki tropical ('Sunki' seleção Tropical).

Mesmo com diferenças estatísticas significativas entre o ângulo de matiz da polpa, os valores apresentados estão acima de 90, demonstrando que todos os frutos apresentaram na parte interna uma coloração amarela. Essas características apresentaram a mesma tendência observada para a massa fresca e diâmetros dos frutos (Tabela 1), com maiores valores para os frutos produzidos nas cultivares copas no porta-enxerto limoeiro 'Cravo'.

Para análises químicas, os fatores copa e porta-enxerto atuaram de forma independente nas variáveis: pH, sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico (Tabela 4). Dentre as cultivares copa, o fruto da 'Pera' e 'Sincorá' apresentaram maior concentração de sólidos solúveis (10,02 e 10,08 °Brix, respectivamente), ainda o fruto da 'Sincorá' apresentou maior acidez titulável (0,546 %). Todas as copas nos porta-enxertos 'Riverside' e tangerineira 'Sunki' Tropical se destacaram na produção de frutos com maior concentração de sólidos solúveis (10,86 e 10,54 °Brix). O porta-enxerto tangerineira 'Sunki' Tropical influenciou todas as copas a produzir frutos com maior acidez titulável (0,539 %).

Tabela 4. pH, sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix), acidez titulável e ácido ascórbico do frutos de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos, Embrapa Semiárido, Juazeiro, BA, 2018.

Cultivares	pH	Sólidos Solúveis ( $^{\circ}$ Brix)	Acidez Titulável (%)	Ácido ascórbico (mg.100g)
Copa				
Natal	4,37a	9,18b	0,372b	57,52a
Pera	4,18a	10,02a	0,418b	59,31a
Sincorá	4,46a	10,08a	0,546a	68,40a
P-Valor	0,414	0,026	0,002	0,058
CV(%)	11,72	8,56	23,92	18,12
Porta-enxerto				
Indio	4,34a	9,51b	0,377b	62,72a
Limoeiro Cravo	4,16a	8,31c	0,471ab	60,00a
Riverside	4,36a	10,68a	0,395b	63,06a
Tangerineira Sunki Tropical	4,48a	10,54a	0,539a	61,19a
P-Valor	0,634	0,000	0,015	0,932
CV(%)	11,72	8,56	23,92	18,12

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste t de Student. Cultivares utilizadas: Natal (Natal CNPMF 112), Pera (Pera D9), Sincorá (BRS-002), Limoeiro cravo (Cravo Santa Cruz) e Tangerineira Sunki tropical ('Sunki' seleção Tropical).

Dentro dos padrões de qualidade, os frutos da copa 'Natal' estavam imaturos (CEAGESP, 2011; HORTIBRASIL, 2019). Isso pode ter ocorrido devido essa cultivar apresentar maturação mais tardia quando comparada as outras cultivares utilizadas no estudo, necessitando de mais tempo para a maturação dos frutos (PASSOS et al., 2014). O maior acúmulo de  $^{\circ}$ Brix em frutos das copas sobre os porta-enxertos 'Riverside' e tangerineira 'Sunki' tropical pode ter sido causado pela maturação precoce da fruta influenciada por estes porta-enxertos (BASTOS et al., 2014; CRUZ et al., 2019). Estes mesmos porta-enxertos na literatura já demonstraram que podem ser utilizados com laranjeiras e que tem capacidade competitiva em relação aos porta-enxertos tradicionais (PASSOS, 2013; SOARES FILHO et al., 2003b).

Outra característica química importante na qualidade dos frutos para aceitação do mercado é a acidez titulável, a qual deve estar entre 0,5 % e 1 % (BASTOS et al., 2014). O presente estudo apresentou valores bem abaixo do recomendado e do encontrado na literatura para todas as copas, com 0,94% para

'Pera' (STUCHI et al., 2018), 0,9% para 'Natal' (PASSOS et al. 2014) e 1,16% para 'Sincorá' (PASSOS; SOARES FILHO, 2006). O porta-enxerto tangerineira 'Sunki Tropical' foi o que melhor influenciou todas as copas no estudo, mas com valor menor do relatado por AULER et al. (2008).

O pH e o ácido ascórbico não foram influenciados pelos tratamentos. Diferentemente do estudo, Couto et al. (2018) encontrou diferentes valores para pH, entre 3,07 mg/100g para 'Baianinha' e 4,44 mg/100g para 'Pera Rio', e menores valores para ácido ascórbico. Não diferente, Lemos et al. (2012) também encontraram menores concentrações de ácido ascórbico nos frutos da cultivar 'Pera' (31,98 mg/100g).

Nas variáveis físicas e químicas como a espessura da casca, cromaticidade da polpa, ângulo de matiz da polpa e, relação sólidos solúveis e acidez titulável (Tabela 5), foi encontrada interação entre os fatores copa e porta-enxerto.

As combinações que apresentaram as menores espessuras da casca foram 'Natal x Limoeiro Cravo', 'Pera x Limoeiro Cravo', 'Pera x Tangerineira Sunki Tropical', 'Sincorá x Indio' e 'Sincorá x Riverside' (4,07, 4,59, 3,40, 4,38, 4,10 mm, respectivamente). Dentre os aspectos físicos, a espessura da casca deve ser menor para facilitar o descascamento (BASTOS et al., 2014). Para a combinação 'Pera x Limoeiro Cravo' Lemos et al. (2012) encontraram valor semelhante ao apresentado.

Para a cromaticidade da casca, variável que mostra a intensidade da cor da casca destaca-se 'Natal x Tangerineira Sunki Tropical' (65,90), 'Pera x Riverside' (67,96), 'Pera x Tangerineira Sunki Tropical' (68,49) e 'Sincorá x Limoeiro Cravo' (80,22). Enquanto o maior ângulo de matiz da casca foi encontrado nas combinações 'Natal x Indio' (107,92), 'Natal x Limoeiro Cravo' (104,93), 'Pera x Indio' (109,50), 'Sincorá x Indio' (96,91) e 'Sincorá x Tangerineira Sunki Tropical' (103,99). Os ângulos acima de 100 indicam que as cascas dos frutos contem a coloração amarelo-esverdeado, enquanto as demais combinações no presente estudo apresentaram a casca com coloração amarela.

A relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) não diferiram entre os porta-enxertos na copa 'Natal', enquanto nas copas 'Pera' e 'Sincorá' a maior relação SS/AT foi encontrada para o porta-enxerto 'Riverside' (32,90 e 27,28, respectivamente). A relação SS/AT é expressa pelo balanço entre esses componentes no suco, a fim de equilibrar o sabor, que pode ser mais ou menos ácido dependendo da região produtora e/ou das características do cultivar (COUTO;

CANNIATTI-BRAZACA, 2010). Para o mercado interno, o mínimo exigido para SS/AT é 9,5 (CEAGESP, 2011; HORTIBRASIL, 2019). Já para processamento do suco, a relação SS/AT deve estar em torno de 14 (BASTOS et al., 2014). Entretanto, no presente trabalho foi encontrado alta relação (13,26 a 32,90), o qual foi proporcionado pelos baixos teores de acidez titulável.

Tabela 5. Espessura da casca (mm), cromaticidade da casca ( $C^*$ ), ângulo de matiz da casca ( $h^*$ ) e relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de frutos de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos, Embrapa Semiárido, Juazeiro, BA, 2018.

Porta-enxerto	Copa		
	Natal	Pera	Sincorá
Espessura da casca (mm)			
Indio	4,92Aa	3,99Aa	4,38Ab
Limoeiro Cravo	4,07Ba	4,59Ba	5,77Aa
Riverside	4,93Aa	4,21Aa	4,10Ab
Tangerineira Sunki Tropical	4,16ABa	3,40Ba	4,94Aab
P-Valor		0,043	
CV(%)		15,08	
Cromaticidade da casca ( $C^*$ )			
Indio	48,11Ac	48,20Ab	57,18Ab
Limoeiro Cravo	49,54Cbc	63,43Ba	80,22Aa
Riverside	62,81Aab	67,96Aa	65,14Ab
Tangerineira Sunki Tropical	65,90Aa	68,49Aa	56,49Ab
P-Valor		0,010	
CV(%)		13,08	
Ângulo de matiz da casca ( $h^*$ )			
Indio	107,92Aa	109,50Aa	96,91Aa
Limoeiro Cravo	104,93Aa	83,33Bb	80,48Bb
Riverside	89,09Ab	84,61Ab	92,55Aab
Tangerineira Sunki Tropical	87,21Bb	86,52Bb	103,99Aa
P-Valor		0,011	
CV(%)		9,63	
SS/AT			
Indio	25,74Aa	26,76Aab	24,29Aab
Limoeiro Cravo	21,88Aa	22,55Ab	13,26Ac
Riverside	23,60Aa	32,90Aa	27,28Aa
Tangerineira Sunki Tropical	30,54Aa	18,99Bb	18,41Bbc
P-Valor		0,041	
CV(%)		21,33	

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste t de Student. Cultivares utilizadas: Natal (Natal CNPMF 112), Pera (Pera D9), Sincorá (BRS-002), Limoeiro cravo (Cravo Santa Cruz) e Tangerineira Sunki tropical ('Sunki' seleção Tropical).

## CONCLUSÃO

A copa 'Sincorá' de forma independente dos porta-enxertos apresentou as melhores características físicas e químicas dos frutos, enquanto os porta-enxertos que melhor influenciaram os frutos das cultivares copas foram o limoeiro 'Cravo Santa cruz' para as análises físicas e a Tangerineira 'Sunki' seleção Tropical para análises químicas.

Todas as combinações copa e porta-enxerto cumpriram as exigências do mercado, com exceção do rendimento do suco, mostrando novas possibilidades para a citricultura tanto na diversificação quanto na ampliação para regiões semiáridas.

## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, U.; TRIPATHI, I.; KIM, H.; BOWMAN, K. D. Rootstock effects on metabolite composition in leaves and roots of young navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) and pummelo (*C. grandis* L. Osbeck) trees. **Trees**, v.33, p.243-265, 2019.

AMORIM, M. S.; GIRARDI, E. A.; FRANÇA, N. O.; GESTEIRA, A. S.; SOARES FILHO, W. S.; PASSOS, O. S. Initial performance of alternative citrus scion and rootstock combinations on the northern coast of the state of Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.40, n.4, e-480, 2018.

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, n. 1, p. 229-234, 2008.

BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F.; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.281, p.36-45, 2014.

BASTOS, D. C.; PASSOS, O. S.; ATAÍDE, E. M.; SÁ, J. F. de; GIRARDI, E. A.; AZEVEDO, C. L. L. Cultivo de citros no Semiárido brasileiro. **Embrapa Semiárido**, Petrolina, Documentos 266, 30 p., 2015.

CEAGESP - Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. Programa brasileiro para modernização da horticultura. Normas de classificação de citros de mesa. **Centro de qualidade em horticultura**, São Paulo, 12p., 2011.

CONTINELLA, A.; PANNITTERI, C.; MALFA, S. L.; LEGUA, P.; DISTEFANO, G.; NICOLOSI, E.; GENTILE, A. Influence of different rootstocks on yield precocity and fruit quality of 'Tarocco Scirè' pigmented sweet Orange. **Scientia Horticulturae**, v.230, p. 62-67, 2018.

COUTO, C. A.; SOUZA, E. R. B.; MORGADO, C. M. A.; OGATA, T.; CUNHA JÚNIOR, L. C. Citrus Sinensis cultivars: alternatives for diversification of brazilian orchards. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.40, n.5, e-097, 2018.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p.15-19, 2010.

CRUZ, M. A.; NEVES, C. S. V. J.; CARVALHO, D. U.; COLOMBO, R. C.; LEITE JÚNIOR, R. P.; TAZIMA, Z. H. 'Navelina' sweet orange trees on five rootstocks in Northern Parana state, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.41, n.3, e-006, 2019.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Médias anuais da Estação Agrometeorológica de Bebedouro**. Petrolina, 2015. Disponível em: <[http://www.cpsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-anua I.html](http://www.cpsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-anua%20I.html)>. Acesso em agosto de 2019.

ERPEN, L.; MUNIZ, F. R.; MORAES, T. S.; TAVANO, E. C. R. Análise do cultivo da laranja no Estado de São Paulo de 2001 a 2015. **Revista IPecege**, Piracicaba, v.4, p.33-43, 2018.

FAO. Citrus fruit fresh and processed - statistical bulletin 2016. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome, 2017.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A., 2018. Pacote Experimental Designs (Portuguese). **R package version 3.5.3**. 2019

HORTIBRASIL. **Normas de Classificação da Laranja (*Citrus sinensis* Osbeck) para o Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros.** Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/laranja/arquivos/norma.html>>. Acesso em agosto de 2019.

IBGE. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, 91 p., 2019.

KIST, Benno Bernardo. Anuário brasileiro da fruticultura 2018. **Editora Gazeta Santa Cruz**, Santa Cruz do Sul, 88p., 2018.

KONICA MINOLTA OPTICS. Precise color communication: color control from perception to Instrumentation. **Minolta Co. Ltd.**, Japan, 59 p., 2007.

LEMOS, L. M. C.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; LEMOS, J. P. Características físico-químicas da laranja-pera em função da posição na copa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.4, p.1091-1097, 2012.

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

MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O.; POMPEU JUNIOR, J. CITROS: principais informações e recomendações de cultivo. **IAC**, Campinas, 2005.

MEDEIROS, R. C.; MUSSER, R. S.; SILVA, M. M.; SANTOS, J. P. O.; NASCIMENTO JÚNIOR, I. R. Análise exploratória das características morfológicas e qualitativas de variedades de laranjeiras de mesa da coleção em brejão - PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 500-507, 2013.

PASSOS, O. S.; ALMEIDA, C. O.; SOARES FILHO, W. S. S. Necessidade de diversificação e alternativa de produção. In: ALMEIDA, A. O.; PASSOS, O. S. **Citricultura brasileira em busca de novos rumos: desafios e oportunidades na região Nordeste**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, p. 59-72, 2011.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Laranjeira BRS 002 - 'Sincorá': Opção para mesa e indústria. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, 2p., 2006.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; SILVA, A. C. M.; BARBOSA, C.J. Laranjeira 'Natal CNPMF 112'. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, 2 p., 2014.

PASSOS, Orlando Sampaio. Citrandarins: Os porta-enxertos 'Indio', 'Riverside' e 'San Diego'. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, 4 p., 2013.

PEIXOTO, C.P.; CERQUEIRA, E.C.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M.T.; LEDO, C.A.S.; MATOS, F.S.; OLIVEIRA, J.G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 439-443, 2006.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2019. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

RITENOUR, M. A.; ALBRIGO, L. G.; BURNS, J. K.; MILLER, W. M. Granulation in Florida Citrus. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v. 117, p. 358-361, 2004.

SOARES FILHO, W. S. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S. Limoeiro 'Cravo Santa Cruz': variedade com maior número de sementes. **Embrapa Mandioca e fruticultura**, Cruz das Almas, 2p., 2003a.

SOARES FILHO, W. S. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S. Tangerineira 'Sunki Tropical': variedade com maior número de sementes e tolerância à morte súbita dos citros. **Embrapa Mandioca e fruticultura**, Cruz das Almas, 2p., 2003b.

STROHECKER, R., HENNING, H. M. **Análises de vitaminas:** métodos comprovados. Madrid: Paz Montalvo, 428 p., 1967.

STUCHI, E. S.; SOBRINHO, A. P. C.; SOARES FILHO, W. S.; PASSOS, O. S. Desempenho da laranjeira 'Pera CNPMF D-6' e de outros clones obtidos por microenxertia em Bebedouro, região norte do Estado de São Paulo. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, Circular Técnica 122, 6p., 2018.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas com laranjeiras atualmente são voltadas para a obtenção e/ou introdução de cultivares superiores, tanto para porta-enxertos quanto para copas visa obter características desejáveis da fruta para consumo *in natura* e para industrialização, além da adaptação a diferentes ambientes e tolerância a diversos fatores abióticos. Especificamente no presente estudo, as cultivares estudadas em condições semiáridas adaptaram-se bem, demonstrando um potencial promissor para a região.

De modo geral, os resultados obtidos corroboram com a hipótese de que as cultivares copa e porta-enxerto devem ser escolhidas considerando o comportamento de sua combinação em interação com o meio ambiente. A influência do porta-enxerto sobre as copas das laranjeiras originou diferentes resultados, revelando que as informações obtidas a partir da ecofisiologia, da fenologia, da produção e da qualidade dos frutos de laranjeiras são importantes para reforçar a necessidade de incentivar mais estudos que avaliem novas combinações de laranjeiras com potencial para o cultivo no Semiárido brasileiro, com vistas a servir de base para o desenvolvimento de outros estudos voltados para a elaboração de estratégias eficientes da diversificação, conservação e melhoramento genético da espécie no país.

## Apêndices

### Capítulo 1

**Apêndice A.** Análise de variância para os valores de fotossíntese (*A*), condutância (*gs*), transpiração (*E*), eficiência da carboxilação (*A/Ci*), concentração de CO<sub>2</sub> intercelular (*Ci*) e clorofila total (CT) de cada cultivar copa em função dos porta-enxertos (P.E.) e tempo (T), obtidas pelo método de máxima verossimilhança residual (REML).

Variável	Natal		Pera		Sincorá		
	F calculado	P-Valor	F calculado	P-Valor	F calculado	P-Valor	
<b>A</b>	Intercept	3552,323	<0,0001	5661,755	<0,0001	6040,395	<0,0001
	P.E.	11,026	0,0048	26,613	0,0003	23,606	0,0005
	Tempo	41,995	<0,0001	69,169	<0,0001	62,297	<0,0001
	P.E. X T	9,073	<0,0001	14,285	<0,0001	12,816	<0,0001
	AIC	305,45		275,34		292,7	
	BIC	382,6		352,49		369,85	
<b>gs</b>	Intercept	2667,5177	<0,0001	3886,282	<0,0001	6713,637	<0,0001
	P.E.	11,3985	0,0044	20,018	0,0008	42,124	0,0001
	Tempo	23,7628	<0,0001	29,919	<0,0001	62,086	<0,0001
	P.E. X T	8,82	<0,0001	10,798	<0,0001	17,273	<0,0001
	AIC	-254,82		-272,33		-290,9	
	BIC	-177,67		-195,17		-213,75	
<b>E</b>	Intercept	3653,166	<0,0001	2430,3364	<0,0001	3954,77	<0,0001
	P.E.	27,219	0,0003	1,2133	0,3733	8,85	0,0088
	Tempo	26,701	<0,0001	38,6578	<0,0001	54,14	<0,0001
	P.E. X T	6,942	<0,0001	4,0315	<0,0001	6,304	<0,0001
	AIC	150,24		145,81		130,86	
	BIC	227,39		222,96		208,01	
<b>A/ci</b>	Intercept	3754,078	<0,0001	7255,783	<0,0001	2649,72	<0,0001
	P.E.	14,685	0,0021	41,171	0,0001	8,5694	0,0096
	Tempo	74,797	<0,0001	127,461	<0,0001	61,7428	<0,0001
	P.E. X T	9,967	<0,0001	16,446	<0,0001	9,3293	<0,0001
	AIC	-369,43		-399,89		-351,87	
	BIC	-292,28		-322,74		-274,71	
<b>Ci</b>	Intercept	10069,017	<0,0001	15901,293	<0,0001	16481,946	<0,0001
	P.E.	0,626	0,6209	0,693	0,5847	4,839	0,0395
	Tempo	24,068	<0,0001	22,972	<0,0001	16,547	<0,0001
	P.E. X T	3,277	0,0002	1,354	0,1828	1,293	0,2196
	AIC	657,18		640,37		644,18	
	BIC	734,34		717,53		721,33	
<b>CT</b>	Intercept	20583,256	<0,0001	18757,715	<0,0001	17321,528	<0,0001

P.E.	0,394	0,7614	0,463	0,7171	0,716	0,0088
Tempo	44,204	<0,0001	22,479	<0,0001	34,567	<0,0001
P.E. X T	1,984	0,0217	1,9	0,0293	1,846	<0,0001
AIC	466,94		496,1		469,56	
BIC	544,09		573,25		546,71	