

**GABRIEL MALUF NAPOLEÃO**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E ADAPTABILIDADE DE COMBINAÇÕES DE  
CULTIVARES COPA DE LARANJEIRAS EM DOIS PORTA-ENXERTOS**

**Botucatu**

**2022**



**GABRIEL MALUF NAPOLEÃO**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E ADAPTABILIDADE DE COMBINAÇÕES DE  
CULTIVARES COPA DE LARANJEIRAS EM DOIS PORTA-ENXERTOS**

**Dissertação apresentada à Faculdade  
de Ciências Agrônomicas da Unesp  
Câmpus de Botucatu, para obtenção do  
título de Mestre em  
Agronomia/Horticultura.**

**Orientadora: Prof. Dra. Sarita Leonel**

**Coorientador: Prof. Dr. Jackson Mirellys  
Azevedo Souza**

**Botucatu**

**2022**

N216d

Napoleão, Gabriel Maluf

Desempenho agrônomo e adaptabilidade de combinações de cultivares copa de laranjeiras em dois porta-enxertos / Gabriel Maluf Napoleão. -- Botucatu, 2022

78 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientadora: Sarita Leonel

Coorientador: Jackson Mirellys Azevedo Souza

1. Citros. 2. Porta-enxerto. 3. Novas cultivares. 4. Qualidade de frutos. 5. Clima mesotérmico. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DESEMPENHO AGRONÔMICO E ADAPTABILIDADE DE COMBINAÇÕES DE CULTIVARES COPA DE LARANJEIRAS EM DOIS PORTA-ENXERTOS

**AUTOR: GABRIEL MALUF NAPOLEÃO**


**ORIENTADORA: SARITA LEONEL**

**COORIENTADOR: JACKSON MIRELLYS AZEVÊDO SOUZA**

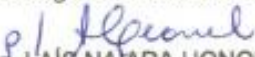
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof.ª Dr.ª SARITA LEONEL (Participação Virtual)  
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu UNESP



Prof. Dr. ALOISIO COSTA SAMPAIO (Participação Virtual)  
Ciências Biológicas / Faculdade de Ciências de Bauru - UNESP



Profa. Dra. LAÍS NATARA HONORATO MONTEIRO (Participação Virtual)  
Departamento de Exatas / Centro Universitário de Votuporanga (UNIFEV)

Botucatu, 03 de março de 2022



*À minha amada mãe, Nadja Naira Maluf.*

*Dedico.*



## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar à minha mãe e aos meus amados familiares que se foram, por terem sido a luz que me guiou pelo caminho que me trouxe até aqui;

À minha namorada Caroline pela paciência, carinho e companheirismo durante essa trajetória;

À Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Horticultura), pela oportunidade e esforços dedicados à excelência da formação dos seus alunos;

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

Ao meu irmão Yuri por toda amizade e apoio;

À minha família por todo apoio e carinho durante essa trajetória;

À minha orientadora Profa. Dra. Sarita Leonel, pela confiança em mim depositada, por toda ajuda, paciência, competência e amizade;

Ao meu coorientador Prof. Dr. Jackson Mirellys Azevedo Souza por toda ajuda oferecida;

A todos meus amigos, em especial ao Gabriel Ruffino, que tem estado ao meu lado desde sempre;

Aos meus amigos da República Pinga Pura por terem sido minha segunda família;

Aos amigos e companheiros de trabalho da pós-graduação, Renan, Júlia, Rafaelly, Patrícia, Vitor, João, Paulo e Herbert por toda ajuda e amizade oferecida;

Ao meu animal de estimação “Baloo” por fazer meus dias mais felizes;

Aos servidores técnicos do Departamento de Produção Vegetal por todo auxílio durante a realização do experimento;

Aos professores do Departamento de Produção Vegetal por todo conhecimento transmitido;

A todos aqueles que estiveram ao meu lado e contribuíram para que esse objetivo fosse alcançado, meu muito obrigado!



## RESUMO

A citricultura é uma das atividades mais importantes para a agroindústria brasileira, entretanto a produção de laranjas no país é baseada na utilização de um número reduzido de cultivares, fator que limita a competitividade do setor. Portanto, faz-se indispensável o uso de genótipos adaptados às diversas condições edafoclimáticas das diferentes regiões de cultivo. Diante disto, objetivou-se caracterizar os diferentes estádios fenológicos e avaliar o desempenho horticultural das laranjeiras 'Folha Murcha' e 'Charmute de Brotas' enxertadas em limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle', no município de São Manuel, São Paulo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, num esquema fatorial 2x2, sendo as duas cultivares copa sobre os porta enxertos, resultando em quatro tratamentos. As combinações foram avaliadas segundo seu ciclo fenológico (maio de 2020 a julho de 2021), curva de maturação (agosto de 2019 a janeiro de 2021), desempenho vegetativo e produtivo (safra 2019/2020 e 2020/2021) além das características físicas e química dos seus frutos (safra 2019/2020). As plantas, de ambas as copas, enxertadas em limoeiro 'Cravo' apresentaram um ciclo produtivo mais precoce com relação às enxertadas em citrumeleiro 'Swingle'. Verificou-se que a laranjeira 'Charmute de Brotas' apresentou plantas mais produtivas, além de produzir frutos com qualidade físicas e químicas superiores aos da laranjeira 'Folha Murcha'. As plantas de 'Folha Murcha' enxertadas em citrumeleiro 'Swingle' apresentaram os menores valores de produção acumulada, entretanto essa deficiência pode ser compensada pelo menor porte e valores elevados de eficiência produtiva, observados para esses genótipos.

**Palavras-chave:** *Citrus sinensis* (L.) Osbeck; *Citrus limonia* Osbeck; *Citrus paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.; clima mesotérmico.



## ABSTRACT

Citriculture is one of the activities for the Brazilian agroindustry, although the production of oranges in the country is more based on the use of a reduced number of cultivars, a factor that limits the competitiveness of the sector. Therefore, it is necessary to use genotypes adapted to the different edaphoclimatic conditions of the different regions of the national territory. In view of this, the objective was to characterize the different phenological stages and to evaluate the horticultural performance of 'Folha Murcha' and 'Charmute de Brotas' orange trees grafted on 'Rangpu' lime and 'Swingle' citrumelo, in the municipality of São Manuel, São Paulo. The experimental design used was in, randomized blocks, in a 2x2 factorial scheme, as two rootstock cultivars, resulting in four treatments. The combinations were evaluated according to their phenological cycle (May 2020 to July 2021), maturation curve (August 2019 to January 2021), vegetative and productive performance (2019/2020 and 2020/2021 harvests) in addition to physical and chemical of its fruits (2019/2020 harvest). The plants, from both scions, grafted on 'Rangpur' lime presents an earlier productive cycle in relation to those grafted on 'Swingle citrumelo. The orange tree 'Charmute de Brotas' presented more productive trees, in addition to producing fruits with physical and chemical quality superior to those of orange tree 'Folha Murcha'. The 'Folha Murcha' plants grafted on 'Swingle' citrumelo showed the lowest values of accumulated yield, however this deficiency can be compensated by the smaller size and high values of productive efficiency, observed for these genotypes.

**Keywords:** *Citrus sinensis* (L.) Osbeck; *Citrus limonia* Osbeck; *Citrus paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.; mesothermal climate.



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1 - CICLOS FENOLÓGICOS E MATURAÇÃO DOS FRUTOS DE COMBINAÇÕES DE CULTIVARES COPA E PORTA-ENXERTOS NA CITRICULTURA</b> .....	<b>23</b>
1.1 INTRODUÇÃO.....	24
1.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	25
1.2.1 Caracterização da área experimental .....	25
1.2.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	26
1.2.3 Ciclos fenológicos .....	27
1.2.4 Curva de maturação dos frutos.....	28
1.2.5 Análises físicas e químicas.....	28
1.2.6 Análise estatística .....	29
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
1.3.1 Ciclos fenológicos .....	29
1.3.2 Curva de maturação .....	31
1.4 CONCLUSÕES.....	39
LITERATURA CITADA.....	40
<b>CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO HORTICULTURAL E QUALIDADE DOS FRUTOS DAS LARANJEIRAS ‘FOLHA MURCHA’ E ‘CHARMUTE DE BROTAS’ SOBRE DOIS PORTA-ENXERTOS, NA REGIÃO CENTRO-OESTE PAULISTA</b> .....	<b>43</b>
2.1 INTRODUÇÃO.....	44
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	48
2.2.1 Caracterização da área experimental .....	48
2.2.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	50
2.2.3 Avaliação do desempenho vegetativo .....	51

2.2.4	Avaliação do desempenho produtivo .....	52
2.2.5	Qualidade dos frutos .....	53
2.2.6	Análise estatística .....	55
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
2.3.1	Desempenho vegetativo.....	55
2.3.2	Desempenho produtivo .....	57
2.3.3	Qualidade dos frutos .....	62
2.4	CONCLUSÕES .....	67
	REFERÊNCIAS .....	69
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>73</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>75</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

As plantas do gênero *Citrus* são utilizadas pelo homem há muitos séculos. O primeiro registro da utilização e disseminação dos citros na forma de sementes ou frutos, data de cerca de 2.000 anos a.c., o qual consta em uma lista de tributos oferecidos ao imperador chinês da época (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017). A citação mais atual sobre a origem das plantas cítricas foi feita por Wu et al. (2018), os quais utilizaram conhecimentos de genômica, filogenética e análises biogeográficas, propondo que o centro de origem das espécies cítricas foram as encostas sudeste do Himalaia, em uma região que inclui a área oriental de Assam, norte de Mainmar e oeste de Yunnan.

Os citros foram introduzidos na América por Cristóvão Colombo, no ano de 1493. Os primeiros países do continente a receberem as plantas foram as Antilhas e o Haiti, posteriormente, foram levados ao México e Estados Unidos. No Brasil os citros foram trazidos pelos portugueses, através das expedições colonizadoras. Entretanto a citricultura brasileira se tornou importante economicamente por volta de 1900, através da comercialização de seus frutos ao natural (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

A produção industrial de suco de laranja para exportação teve início na década de 1960, no estado de São Paulo (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017) e foi um fator fundamental para o desenvolvimento nacional do setor. O início do desenvolvimento da citricultura no estado de São Paulo está relacionado às boas condições edafoclimáticas da região e a desaceleração da atividade cafeeira que ocorreu na época (BORGES; COSTA, 2006). Outro fator decisivo para a propulsão da indústria citrícola no Brasil foi a tentativa de preencher as lacunas do mercado mundial, deixadas pelos Estados Unidos, que devido às geadas ocorridas na Florida em 1962, tiveram uma significativa baixa na produção de frutos cítricos (NEVES, 2010).

A citricultura vem sendo ao longo dos anos uma atividade extremamente importante para o Brasil, gerando renda através de empregos diretos e indiretos, em todos os segmentos da sua cadeia produtiva (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017). Atualmente, o Brasil produz aproximadamente 17 milhões de toneladas de laranjas por ano, sendo o maior produtor de citros do mundo, seguido da China e Estados

Unidos (FAO, 2021). Quanto à exportação, o Brasil é o líder mundial seguido dos Estados Unidos, nesses países os estados da Flórida e de São Paulo representam cerca de 80% da produção de frutos destinada ao processamento (NEVES et al., 2019).

A produção de laranja no Brasil está distribuída em todas as regiões, mas de modo bastante heterogêneo. Em 2020 o estado de São Paulo foi responsável por cerca de 75% dessa produção, seguido de Minas Gerais com cerca de 6% e do Paraná com cerca de 4,7% (IBGE, 2021). A safra de laranja de 2020/2021 do cinturão citrícola de São Paulo/Sudoeste Mineiro encerrou em 268,63 milhões de caixas de 40,8 kg. Esses números demonstram uma queda de 30,55% no volume produzido, quando comparados com a safra anterior, configurando a maior quebra de safra entre os anos que a cultura sofreu com os efeitos da bianualidade negativa desde o início da série histórica, em 1988 (FUNDECITRUS, 2021).

Os citros pertencem à família *Rutaceae*, cujas espécies estão distribuídas em três gêneros: *Citrus*, *Poncirus* e *Fortunella* (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017). O gênero *Citrus* é o mais importante do ponto de vista econômico, em que as espécies de destaque pertencem aos grupos das laranjas doces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], tangerinas (*Citrus reticulata*, Blanco) e (*Citrus clementina*, hort. ex Tanaka), mexericas (*Citrus deliciosa*, Ten.), limões verdadeiros [*Citrus limon* (L.) Brum. F.] e [*Citrus aurantiifolia* (Christm.), Swingle], limas ácidas [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], limas doces (*Citrus limettioides*, Tanaka), pomelos (*Citrus paradisi* Macfad.) e cidras (*Citrus medica*, L.) (BASTOS et al., 2014).

O grupo mais expressivo na citricultura mundial é o das laranjas doces, o qual representa dois terços de todo plantio (BASTOS et al., 2014). A produção dos frutos pode ser direcionada tanto para a indústria de suco como para o mercado *in natura* (MOURÃO FILHO et al., 2008). As laranjas doces podem ser subdivididas em quatro grandes grupos: comum, laranjas-de-umbigo, de baixa acidez e sanguíneas. Dentro desses grupos as cultivares podem ser subdivididas com relação a maturação de seus frutos, que pode ser precoce, meia-estação ou tardia (LORENZI et al., 2006).

As laranjas doces mais plantadas e comercializadas no Brasil são as cultivares Pêra, considerada de meia-estação e as cultivares Valência, Natal e Folha Murcha, consideradas de maturação tardia (BASTOS et al., 2014), entre elas as de maturação

tardia são as mais cultivadas para o processamento industrial (STUCHI et al., 2020). Na safra de laranja de 2020/2021 do cinturão citrícola de São Paulo/Sudoeste Mineiro a cultivar Pêra representou 35,6% das árvores produtivas da região, enquanto as cultivares Valência e Folha Murcha representaram 33,5%, seguidas da cultivar Natal com 11,25% (FUNDECITRUS, 2021).

Apesar da existência de diversos gêneros, espécies, cultivares e clones de citros, a citricultura brasileira, tem como base genética, um número reduzido de cultivares. Esse fato afeta de forma negativa o setor, seja pelo aumento da vulnerabilidade da cultura às pragas e doenças, seja por limitar a produção e o período de colheita dos frutos, principalmente quando há maior demanda em detrimento da oferta, época em que os preços são mais elevados. O uso de novas cultivares avaliadas e recomendadas pelas instituições de pesquisa, poderá mitigar os riscos e os danos fitossanitários e agregar características desejáveis, como escalonamento da colheita, maior produtividade e qualidade dos frutos para atender as exigências do mercado (BASTOS et al., 2014).

A cultivar Folha Murcha foi selecionada em Araruama no estado do Rio de Janeiro. Acredita-se que sua origem se deu por meio da mutação espontânea da laranja 'Valência', 'Pêra' ou 'Seleta' (ARAUJO; VASCONCELLOS, 1974; SALIBE, 1987; LEITE JÚNIOR, 1992; OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2008). A Laranjeira 'Folha Murcha' entrou para o Registro Nacional de Cultivares (RNC) em 1999, com o número 02122, registro este, requerido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pela Citrovan Mudas LTDA – ME (MAPA, 2022).

A característica particular dessa cultivar é o formato de suas folhas, que são enroladas e retorcidas, fator que lhe conferiu o nome (DONADIO et al., 1995), sendo que tal fato pode ser explicado ao estudar-se suas células epidérmicas. A 'Folha Murcha' apresenta um crescimento desigual em suas células epidérmicas nas duas faces das folhas, há um crescimento tardio das células da superfície abaxial, que continua a se expandir após o desenvolvimento da epiderme adaxial, fato que promove o enrolamento de suas folhas (PACE, 1984).

As plantas de 'Folha Murcha' apresentam maturação tardia, vigor moderado, copas de tamanho médio e forma arredondada. Os frutos possuem um formato

levemente ovalado, tamanho médio, casca de textura ligeiramente rugosa de difícil remoção manual e um baixo número de sementes. A polpa é de cor laranja, cor típica das laranjas doces, possui um alto rendimento de suco e baixa acidez. A produção dos frutos pode ser destinada tanto para o mercado *in natura* quanto para indústria de suco de laranja (BASTOS et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2017).

Em experimento cujo objetivo foi avaliar a qualidade pós-colheita dos frutos de laranjeira 'Folha Murcha' na região centro-oeste paulista, Bueno et al. (2016) relataram que a média de rendimento de suco foi de 52% e o diâmetro e massa média dos frutos foram de 7,2 cm e 195,1 g, respectivamente. Foram encontrados também os valores médios de sólidos solúveis presentes nos frutos avaliados durante o estudo, valores esses de 8 a 9 °Brix (BUENO et al., 2016).

A cultivar Charmute de Brotas não possui origem conhecida, acreditando-se que teria sido selecionada no município paulista de Engenheiro Coelho. Essa cultivar se caracteriza por apresentar altas produções de frutos de elevada qualidade, com pequeno número de sementes e período de colheita que se estende de outubro a abril, em vista da permanência dos seus frutos por um longo período nas plantas, sem que haja perda em qualidade, categorizando-a como uma cultivar de maturação tardia (NASCIMENTO et al., 2005). A laranjeira 'Charmute de Brotas' foi registrada pelo IAC e pela Citrovan Mudas LTDA – ME, no RNC em 2011, com o número 26668 (MAPA, 2022).

Embora a laranjeira 'Folha Murcha' seja considerada uma excelente opção para produção fora de safra, ela vem sofrendo a concorrência da 'Charmute de Brotas', que se mostra mais produtiva e com frutos praticamente desprovidos de sementes (POMPEU JÚNIOR; SALVA; BLUMER, 2004). Em estudo cujo objetivo foi comparar as características comerciais das cultivares de laranjas doces mais utilizadas nos pomares brasileiros, Nascimento et al., (2005), demonstraram que a 'Charmute de Brotas' produz frutos com menor número de sementes e rendimento de suco semelhantes aos produzidos pelas laranjeiras 'Folha Murcha'.

Essas variações podem estar associadas aos porta enxertos, que induzem diferenças marcantes em diversas características das variedades copas (BOWMAN; JOUBERT, 2020), como vigor, juvenilidade, período de maturação dos frutos, absorção e utilização de nutrientes, tolerância à seca, resistência às pragas e

doenças, afetando também a qualidade pós-colheita dos frutos. Portanto, as principais características agrônômicas das plantas cítricas são determinadas pela interação da copa e porta-enxerto, fato que torna a escolha do porta-enxerto um fator imprescindível para o sucesso de um pomar comercial de citros (BASTOS et al., 2014; MARTÍNEZ-CUENCA; PRIMO-CAPELA; FORNER-GINER, 2016; OUSTRIC et al., 2017).

De acordo com Nascimento et al., (2005) parece haver consenso de que as laranjeiras 'Pêra' são mais afetadas por pragas e doenças, têm pouca longevidade, com colheita dos frutos durante o período de seca, quando estão com menor quantidade de suco, o que diminui a rentabilidade do pomar. Somado a isso, a produção de frutos extemporâneos, com distribuição da safra ao longo do ano, uma das maiores vantagens da laranjeira 'Pêra', vem perdendo a importância devido às maiores dificuldades no controle fitossanitário, adicionada à competição com outras cultivares, como a 'Folha Murcha' e a Charmute de Brotas.

Assim como para as variedades copa, o uso de porta-enxertos no Brasil sempre foi baseado na utilização de poucas cultivares. Seu uso teve início no século XX, com destaque para a laranjeira 'Caipira' (*C. sinensis* (L.) Osbeck) como porta-enxerto predominante. No entanto, sua baixa resistência à seca e à gomose de *Phytophthora* motivou a substituição pela laranjeira 'Azeda' (*C. aurantium* L.) em 1920. O uso dessa cultivar como o principal porta-enxerto do Brasil se deu até o surgimento do vírus da tristeza dos citros (CTV), na década de 1940, no Vale do Paraíba, SP. A partir daí iniciou-se sua substituição pelo porta-enxerto limoeiro 'Cravo' (*Citrus x limonia*), cultivar considerada tolerante ao CTV e a deficiência hídrica. (POMPEU JÚNIOR, 2005; EFROM; SOUZA, 2018).

O limoeiro 'Cravo' é um híbrido natural de *Citrus medica* (L.), e tangerineira (*C. reticulata*) (CURK et al., 2016). Possui origem provavelmente na Índia, onde ficou conhecido como limeira 'Rangpur' (HODGSON, 1967; SWINGLE, 1967). No Brasil, já se utilizou o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em 80% dos pomares cítricos, em decorrência de suas características, como: vigor, maior tolerância ao estresse hídrico, alta produtividade e maturação precoce dos frutos (POMPEU JUNIOR et al., 2002; POMPEU JUNIOR, 2005).

Uma característica muito marcante do uso do limoeiro 'Cravo' como porta-enxerto é sua influência positiva no vigor das copas das laranjeiras, fator que, por estar ligado a produtividade, é de grande importância para o sucesso de um pomar comercial de citros. Carvalho (2017), ao comparar o desenvolvimento vegetativo da limeira ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka) e quatro cultivares de laranjeiras doces, sobre dois porta-enxertos, constatou que devido seu elevado vigor, todas as cultivares enxertadas em limoeiro 'Cravo' apresentaram plantas com as maiores médias de altura.

Ao avaliarem o desempenho agrônômico de 14 clones de laranjeiras 'Natal' e 'Valência' sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo', nas condições de Bebedouro, SP, Stuchi et al. (2020) relataram que a produção média anual, no período de 2001 a 2008 foi de 60,8 kg planta<sup>-1</sup>, valor que corresponde a produtividade de 21,7 t ha<sup>-1</sup>. Cantuarias-Avilés et al. (2011), avaliaram a performance da cultivar Folha Murcha sobre 12 porta-enxertos, em sequeiro. Os dados foram coletados em pomar com idade de 3 a 7 anos e os resultados evidenciaram que quando enxertada sobre o porta-enxerto 'limoeiro 'Cravo' a produtividade acumulada (2004-2008) dessa cultivar foi de 61,47 t ha<sup>-1</sup>.

Embora produzam uma quantidade adequada de frutos, plantas de 'Folha Murcha' quando enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' apresentam, em termos de massa de frutos produzidas por unidade de volume de copa, uma baixa eficiência produtiva (CANTUARIAS-AVILÉS, 2009). Em estudo cujo objetivo foi avaliar o comportamento da cultivar Folha Murcha enxertadas em seis porta-enxertos, Stenzel et al. (2005) concluíram que apesar de apresentarem uma baixa eficiência produtiva, as laranjeiras 'Folha Murcha' enxertadas em limoeiro 'Cravo' apresentaram uma produção acumulada superior à dos outros porta-enxertos, com exceção da laranjeira 'Caipira', da qual não diferiu estatisticamente.

No estado de São Paulo o uso do limoeiro 'Cravo' liderou por muitos anos a preferência dos citricultores, onde a característica mais apreciada foi e ainda é, sua resistência à seca, já que grande parte da citricultura paulista está situada em regiões de déficit hídrico sazonal. Em relação à fitossanidade, o limoeiro 'Cravo' é tolerante ao CTV, entretanto é suscetível a exocorte e ao declínio (CRISTOFANI et al., 2005) e a partir de 2001, à morte súbita dos citros (MSC) (BASSANEZI et al., 2003).

O limoeiro 'Cravo' foi o principal porta-enxerto da citricultura brasileira, desde a década de 1960. No entanto, a sua suscetibilidade ao declínio e a MSC, contribuíram para a vulnerabilidade do setor, por determinado período (BASTOS, et al., 2014). Nos viveiros comerciais do estado de São Paulo, o limoeiro 'Cravo' chegou a representar 77% das mudas produzidas. Em 2003, essa produção caiu para 40% devido a confirmação da sua intolerância à MSC (POMPEU JUNIOR et al., 2005). Diante de tal cenário faz-se indispensável a introdução de novas cultivares para diversificar as bases genéticas utilizadas pelos citricultores brasileiros (RODRIGUES et al., 2019).

O híbrido citrumeleiro 'Swingle' [*P. trifoliata* (L.) Raf x *C. paradisi* Macf.] foi desenvolvido em 1907, no estado da Flórida (EUA) pelo botânico Walter S. Swingle, obtido através do cruzamento do pomelo 'Duncan' com *Poncirus trifoliata*. (HUTCHISON, 1974). Este porta-enxerto proporciona à copa um porte mediano, ideal para plantio semi-adensado, colheita um pouco mais tardia se comparada ao limoeiro 'Cravo', produção de frutos de alta qualidade, tolerância às geadas e aos diversos problemas fitossanitários. A característica visual mais marcante do citrumeleiro 'Swingle' é o fato do diâmetro do tronco ser maior do que o da variedade enxertada (MATTOS JÚNIOR et al., 2005). Para alcançar um tamanho de fruto similar ao do porta-enxerto limoeiro 'Cravo', esse porta enxerto é muito exigente em adubação, principalmente em relação ao potássio (BASTOS et al., 2014).

Em 1940, o citrumeleiro 'Swingle' foi introduzido como porta-enxerto nos pomares do Estado de São Paulo, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Apesar de apresentar incompatibilidade com algumas cultivares importantes, como a laranjeira 'Pera', o porta-enxerto citrumeleiro 'Swingle' proporcionou boa produtividade em diversas cultivares de laranjeiras (TEÓFILO SOBRINHO et al., 1991; POMPEU JUNIOR, 2005). Por ser tolerante à CTV, ao declínio e à MSC e além de possuir resistência à gomose de *Phytophthora* spp. o citrumeleiro 'Swingle' foi a escolha preferida dos produtores na diversificação dos porta-enxertos desde a queda na utilização do limoeiro 'Cravo' para tal fim (POMPEU JUNIOR, 2005).

Resultados encontrados por Girardi et al. (2017) indicam que o porta-enxerto citrumeleiro 'Swingle' quando combinado às cultivares de maturação tardia demonstram um bom desempenho nas condições edafoclimáticas do estado de São Paulo, confirmando ser uma excelente opção como substituto do limoeiro 'Cravo' na

região. Zekri (2000) em estudo cujo objetivo foi determinar a adaptabilidade e desempenho horticultural da cultivar Valência sobre quatro porta-enxertos comerciais, sob plantio adensado no sudeste da Flórida, Estados Unidos, concluiu que plantas sobre citrumeleiro 'Swingle' tiveram uma eficiência produtiva superior aos dos outros porta-enxertos avaliados.

Diante do exposto, evidencia-se a importância de se avaliar o desempenho agrônômico das cultivares de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos em diversas condições de clima e solo, com o intuito de introduzir novas cultivares no território nacional ou avaliar a performance de materiais já tradicionais em novas regiões. Objetivou-se com este trabalho caracterizar as diferentes fases fenológicas e avaliar o desempenho horticultural das cultivares copas de laranjeira Folha Murcha e Charmute de Brotas sobre dois porta-enxertos, limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle', na região centro oeste do estado de São Paulo, no município de São Manuel.

## CAPÍTULO 1

### **Ciclos fenológicos e maturação dos frutos de combinações de cultivares copa e porta-enxertos na citricultura<sup>1</sup>**

Resumo: O cultivo de laranjas doces no Brasil está limitado à utilização de um reduzido número de combinações entre copas e porta-enxertos, fator que contribui para diminuir o potencial comercial da citricultura. Com o objetivo de fornecer opções de diversificação genotípica para os pomares de citros do centro-oeste paulista, o experimento avaliou os ciclos fenológicos e a curva de maturação dos frutos das laranjeiras ‘Folha Murcha’ e ‘Charmute de Brotas’ enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’. Foi avaliada a duração em dias e graus dia dos intervalos fenológicos. Os frutos foram avaliados segundo a coloração da casca, firmeza, rendimento de suco, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio*, ácido ascórbico e índice tecnológico. As plantas das duas cultivares copa, enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, apresentaram ciclo reprodutivo de menor duração. As plantas de ‘Charmute de Brotas’ enxertadas sobre citrumeleiro ‘Swingle’ apresentaram melhor índice de cor e maior teor de sólidos solúveis e índice tecnológico, ao final da maturação.

Palavras-chave: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Citrus limonia* Osbeck, *Citrus paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., clima mesotérmico, porta-enxertos

### **Phenological cycles and fruit maturity of different scion-rootstock combinations in citrus**

Abstract: The cultivation of sweet oranges in Brazil is limited to the use of a small number of the scions and rootstocks combinations, a factor that contributes to reduce the commercial potential of citrus orchards. Aiming to provide genotypic diversification options for citrus orchards in central-western of São Paulo state, the experiment evaluated the phenological cycles and fruit maturity curve of ‘Folha Murcha’ and ‘Charmute de Brotas’ orange trees budded onto ‘Rangpur’ lime and ‘Swingle’ citrumelo. The duration in days and degree days of phenological intervals was evaluated. Fruits were evaluated according to peel color, firmness, juice yield, soluble solids, titratable acidity, ratio, ascorbic acid, and technological index. The trees of the two scion cultivars, grafted on the ‘Rangpur’ lime, showed a shorter reproductive cycle. The

---

<sup>1</sup> Capítulo redigido de acordo com as normas do periódico **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**

trees of the combination 'Charmute de Brotas' budded on 'Swingle' citrumelo showed better color index and higher soluble solids content and technological index at the end of ripening.

Key words: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Citrus limonia* Osbeck, *Citrus paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., mesothermal climate, rootstocks

## 1.1 INTRODUÇÃO

A citricultura paulista responde pelo maior volume de frutos produzidos no país e é basicamente direcionada à produção de laranjas para as indústrias de suco exportável. Apesar da liderança na produção e exportação de suco de laranja o Brasil ainda não possui notoriedade na citricultura de mesa (Neves et al., 2019). No entanto, tem sido verificado um crescente interesse do setor produtivo, na diversificação de cultivares copa, destinadas para o consumo da fruta ao natural (Carvalho et al., 2020).

De modo a reduzir o período de déficit de oferta, o perfil dos pomares tem sido ajustado na busca por maior equilíbrio na quantidade de árvores com maturação precoce, de meia estação e tardias (Carvalho et al., 2021). O plantio de diferentes cultivares é também uma forma de manejar o controle fitossanitário e reduzir os impactos das adversidades climáticas (Carvalho et al., 2019).

No processo de seleção e introdução de novas cultivares copa de citros, diversos fatores devem ser considerados com vista a se alcançar as demandas de qualidade impostas pelo mercado, como condição ambiental, o sistema de produção e a escolha do porta-enxerto (Rodrigues et al., 2019). Este último afeta diretamente o tamanho dos frutos, a quantidade de água e nutrientes absorvidos, a qualidade do suco, os teores de açúcares, a época de maturação, dentre outros.

Sendo assim, estudos de base fenológica sobre a interação copa x porta-enxerto x ambiente são fundamentais para a compreensão das respostas das plantas em termos de crescimento e desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (Oliveira et al., 2017). Estudos desta natureza permitem a identificação da duração do ciclo reprodutivo de cada combinação copa x porta-enxerto, visando o escalonamento da produção para a época de menor oferta dos frutos nas regiões produtoras tradicionais e diminuição dos riscos de insucesso, na introdução de novas cultivares (Arruda et al., 2011).

Neste sentido, o estudo do acúmulo térmico por meio da quantificação de graus-dia, unidade de calor que quantifica as horas, em que a temperatura permanece acima da temperatura basal da espécie, torna-se uma importante ferramenta de previsão fenológica (Rivadeneira, 2012).

Para a citricultura, esse cálculo é utilizado para medir a duração de cada estágio fenológico da planta e o tempo de maturação dos frutos das cultivares, nas diferentes regiões de cultivo (Hardy; Khurshid, 2007).

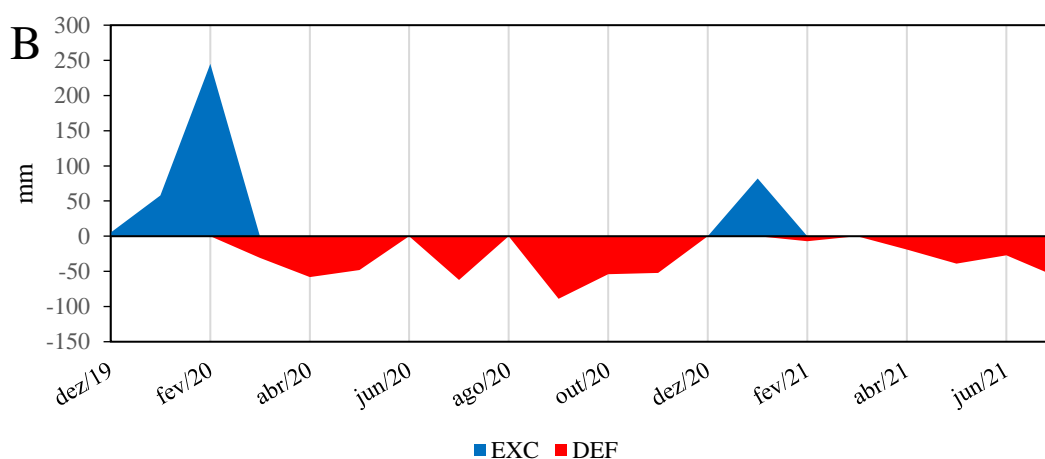
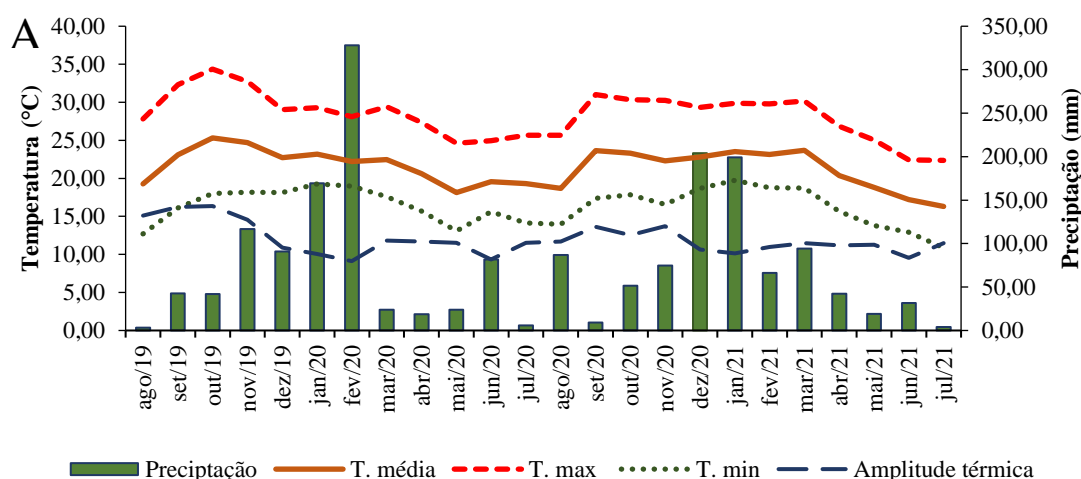
Em associação aos estudos fenológicos, é fundamental compreender a curva de maturação dos frutos. Ao longo da maturação as características físicas, físico-química e bioquímicas dos frutos variam em razão das condições edafoclimáticas do ambiente de cultivo e das características varietais de cada cultivar (Volpe et al., 2002). Sendo assim, a avaliação da curva de maturação é um dos primeiros procedimentos a ser realizado na caracterização de novos genótipos, pois permite não somente diferenciar as cultivares bem como auxilia na tomada de decisão no que se refere, por exemplo, à definição do ponto de colheita mais adequado (Beber; Álvares; Kusdra, 2018).

Portanto, estudos de base fenológica e de curvas de maturação dos frutos são necessários para o adequado estabelecimento de novas combinações copa x porta-enxerto, ou mesmo daquelas já tradicionais em novas regiões produtoras. Considerando a expansão da citricultura de mesa no centro oeste paulista e a necessidade de diversificação das combinações copa e porta-enxertos, objetivou-se avaliar a fenologia e a curva de maturação das cultivares ‘Folha Murcha’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] e ‘Charmute de Brotas’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] sobre os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) e citrumeleiro ‘Swingle’ [*Citrus paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.].

## 1.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 1.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), Campus de Botucatu, SP, localizada no município de São Manuel, SP, situada a 22° 44’28’’ S e 48° 34’ 37’’ W e altitude de 740 m. O clima da região segundo a classificação de Köppen-Geiger é o temperado quente (mesotérmico), úmido do tipo Cfa, onde a temperatura média do mês mais quente situa-se acima de 22°C e a precipitação pluvial média anual em 1377 mm (Cunha; Martins, 2009). Os dados climáticos e de balanço hídrico da área experimental durante o período de realização do experimento estão apresentados na Figura 1. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Embrapa, 2013).



	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21	jul/21
EXC	5	58	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	0	0	0	0	0	0
DEF	0	0	0	-31	-58	-48	0	-62	0	-89	-54	-52	0	0	-7	0	-19	-39	-27	-57

**Figura 1:** Precipitação, amplitude térmica, temperaturas mensais médias, máximas e mínimas do período de caracterização fenológica, maturação dos frutos e épocas de colheita (A). Balanço hídrico climático do período entre dezembro de 2019 a julho de 2021 (B). FCA/UNESP, São Manuel, 2021.

A área experimental foi composta por plantas com quatro anos de idade, cultivadas em espaçamento de 4 metros entre plantas e 6 metros entre linhas, com um estande de 417 plantas por hectare. Os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas e as fertilizações ocorreram conforme as análises de solo e os requisitos da cultura.

### 1.2.2 Tratamentos e delineamento experimental

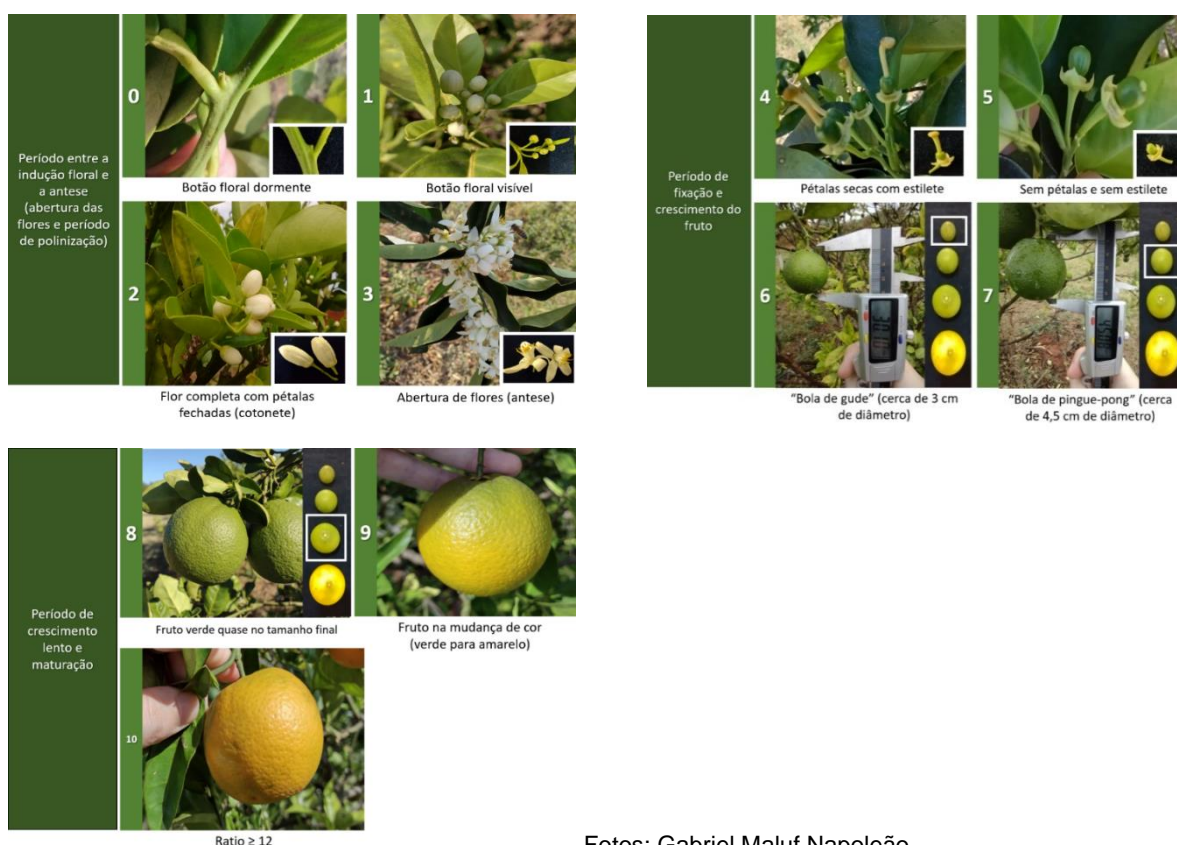
Foram avaliadas as cultivares de laranjeiras ‘Folha Murcha’ (FM) e ‘Charmute de Brotas’ (CB), enxertadas sobre os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo’ (LC) e citrumeleiro ‘Swingle’ (CS). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x2 sendo

duas cultivares copa e dois porta-enxertos, distribuídos em quatro repetições de duas plantas por parcela, totalizando 32 plantas úteis, com plantas bordadura externas ao ensaio.

### 1.2.3 Ciclos fenológicos

Para a caracterização fenológica, cada planta foi dividida em quatro quadrantes, e em cada quadrante dois ramos foram avaliados, seguindo a escala fenológica adaptada de Barbasso et al. (2005) (Figura 2).

Foram atribuídas notas de 0 a 10 às plantas, com intervalos de 20 dias, quando os frutos iniciaram a fase de mudança externa de cor, sendo cada intervalo definido pelo estágio fenológico predominante.



Fotos: Gabriel Maluf Napoleão.

**Figura 2:** Escala de notas atribuídas às fases de desenvolvimento reprodutivo das plantas cítricas (BARBASSO et al., 2005).

Os cálculos do acúmulo de graus-dia (GD), para os diferentes subperíodos, foram feitos segundo Ometto (1981), utilizando-se as equações (Eq. 1, 2, 3):

Fórmula A: quando:  $T_m > 12,8 \text{ °C}$  e  $T_M < 36 \text{ °C}$

$$GD = \frac{T_M + T_m}{2} - T_b \quad (1)$$

Fórmula B: quando  $T_m < 12,8\text{ °C}$  e  $T_M < 36\text{ °C}$

$$GD = \frac{(T_M - T_b)^2}{2(T_M - T_m)} \quad (2)$$

Fórmula C: quando  $T_m > 12,8\text{ °C}$  e  $T_M > 36\text{ °C}$

$$GD = 2 \frac{(T_M - T_m)(T_m - T_b) + (T_M - T_m)^2 - (T_M - T_B)^2}{2(T_M - T_m)} \quad (3)$$

Onde:  $T_m$  = temperatura mínima do ar;  $T_M$  = temperatura máxima do ar;  $T_b$  = temperatura base inferior ( $12,8\text{ °C}$ );  $T_B$  = limite superior de temperatura ( $36\text{ °C}$ ).

#### 1.2.4 Curva de maturação dos frutos

Para o estabelecimento da curva de maturação foram avaliados cinco frutos de cada repetição, coletados a cada 20 dias, totalizando vinte frutos por tratamento, em cada coleta. Os frutos foram coletados na porção mais externa da copa em cada quadrante, numa altura média de 1,5 m do solo. Para a laranjeira CB o período de avaliação ocorreu do dia 01 de agosto ao dia 17 de outubro de 2019 e para a laranjeira FM do dia 01 de agosto de 2019 ao dia 23 de janeiro de 2020.

O período em que ocorreram as avaliações para o estabelecimento da curva de maturação baseou-se no tempo que os frutos de cada cultivar levaram do estágio de frutos mudando de cor (Figura 2), até alcançarem o *ratio* (sólidos solúveis/acidez titulável) entre 8 e 15, considerado apropriado para a colheita (Beber et al., 2018).

#### 1.2.5 Análises físicas e químicas

O índice de cor (IC) foi avaliado utilizando-se um colorímetro Minolta Chroma Meter CR-410, aferindo dois pontos equidistantes dos frutos. A firmeza dos frutos (FF) foi obtida com o auxílio de texturômetro (TA. XT Plus Texture Analyzer) com sonda de compressão SMS P/2 (Stable Micro Systems), velocidade de  $1,0\text{ mm s}^{-1}$ , comprimindo a fruta por 10 mm do ponto de contato. A leitura foi realizada na orientação equatorial do fruto e o resultado expresso em Newtons (N). A massa dos frutos (MF) e a massa do suco (MS) foram obtidas através de pesagem em balança eletrônica, expressas em gramas (g).

O rendimento de suco (RS) foi determinado após a medição da massa do suco e calculado por meio da relação massa do suco/massa do fruto, expresso em porcentagem. O teor de sólidos solúveis foi determinado através da leitura de três gotas da polpa em refratômetro digital,

expresso em °Brix. A acidez titulável foi medida através do método de titulação de 25 mL de suco com a solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo como indicador a fenolftaleína, sendo expressa em porcentagem de ácido cítrico (IAL, 2005). O *ratio* foi determinado por meio da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

O teor de ácido ascórbico (AA) foi determinado de acordo com metodologia da redução do indicador 2,6-diclorofenol indolfenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico, por meio de titulação. Foram pesados 10 mL do suco e colocados em erlenmeyer com 50 ml de solução de ácido oxálico. Os resultados foram expressos em mg 100 mL<sup>-1</sup>. O índice tecnológico (IT) foi calculado por meio da fórmula de Di Giorgi et al. (1990) e expresso em kg SS caixa<sup>-1</sup> (Eq. 1):

$$IT = \frac{RS \times SS \times 40,8}{10.000} \quad (4)$$

Onde: RS = rendimento de suco (%); SS = sólidos solúveis (°Brix); 40,8 = peso padrão da caixa utilizada para colheita de laranjas (kg).

### 1.2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância. Na avaliação da curva de maturação, utilizou-se o delineamento de parcelas subdivididas no tempo, tendo como parcelas os porta-enxertos, também comparados pelo teste Tukey e os dias como subparcelas por meio de análise de regressão. Para todas as variáveis, foi utilizado o software de análise de dados AgroEstat.

## 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1.3.1 Ciclos fenológicos

Em relação à duração do ciclo, mensurado em dias e graus-dia, não foi observada interação significativa entre as cultivares copa e porta-enxertos, entretanto houve diferença significativa entre os porta-enxertos. As plantas de FM e CB enxertadas em CS apresentaram ciclo mais longo em relação às plantas enxertadas em LC (Tabela 1). Houve uma antecipação de aproximadamente 31 dias no ciclo das plantas enxertadas em LC, quando comparadas às enxertadas em CS, confirmando o caráter deste porta-enxerto, em promover a maturação precoce dos frutos das cultivares copa nele enxertadas (Carvalho et al., 2021). Stenzel et al. (2005) ao avaliarem o crescimento dos frutos da laranjeira FM sobre diferentes porta-enxertos, na região de Londrina, Paraná, também constataram que, quando enxertadas em LC, as plantas eram mais precoces, em relação aos outros porta-enxertos.

**Tabela 1:** Duração do ciclo (notas 0 a 9) das laranjeiras ‘Folha Murcha’ e ‘Charmute de Brotas’ sobre os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’, mensurados em dias e graus-dia. São Manuel, SP, 2020 a 2021.

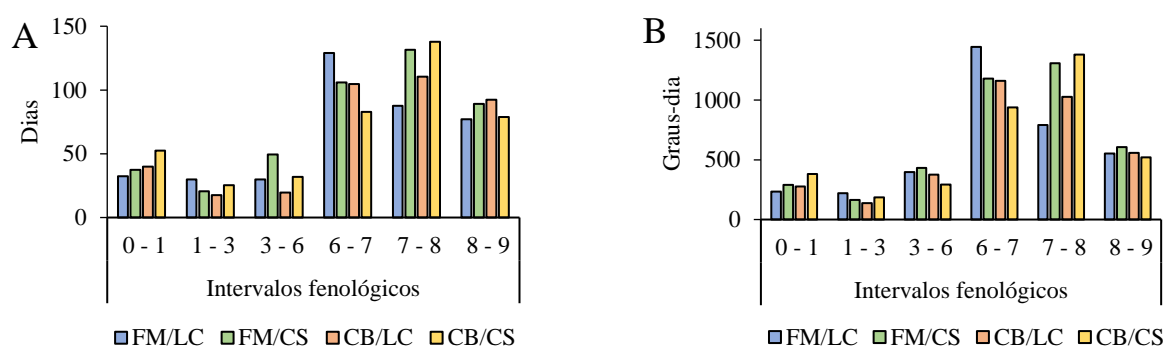
<b>Porta-enxerto</b>	<b>Dias (0-9)</b>	<b>Graus-dia (0-9)</b>
Limoeiro ‘Cravo’	390,44 b	3522,56 b
Citrumeleiro ‘Swingle’	421,63 a	3689,62 a
DMS	0,07	0,02
CV (%)	1,07	0,23
Teste F	5,37*	20,45**

\*\* = diferem estatisticamente a 1% de significância; \* = diferem estatisticamente a 5% de significância. DMS = Diferença mínima significativa. CV = Coeficiente de variação.

Não houve diferença estatística para a duração dos intervalos fenológicos, entre as combinações copa/porta-enxerto. Verificou-se que em média a duração do subperíodo (0-1) foi de 40 dias, acumulando 294,33 GD, enquanto as plantas permaneceram no subperíodo (1-3) por 23 dias, com um acúmulo de 176 GD, independente da combinação. Portanto, o intervalo entre o estágio de botão floral e a antese (0-3) foi de 63 dias e foram acumulados 470,33 GD (Figura 3A e B).

Em regiões subtropicais, a indução floral das plantas cítricas ocorre, principalmente, pela baixa temperatura e o déficit hídrico (Rivadenneira, 2012). A época de florescimento dos citros apresenta um padrão entre os grupos varietais, ocorrendo entre os meses de junho a outubro para as laranjeiras doces (Martins et al., 2014). As combinações copa/porta-enxerto não apresentaram influência sobre a época de florescimento, uma vez que a mesma ocorreu no mês de agosto de 2020, para todas as combinações (Figura 3A e B).

O período entre a antese e o início da maturação dos frutos (subperíodo 3-9) foi de 377 dias e foram acumulados 3238,5 GD, ocorrendo entre os meses de setembro de 2020 e julho de 2021. Os subperíodos mais longos foram os 6-7 e 7-8 com duração de 105 e 116 dias, acumulando 1180 e 1126, 14 GD, respectivamente (Figura 3A e B), intervalo este que compreende os períodos de crescimento exponencial e linear dos frutos (Degli Esposti et al., 2008). Nascimento et al. (2018), constataram que os subperíodos cujo intervalos mais se estenderam foram os relativos ao crescimento dos frutos.



Médias obtidas segundo teste Tukey a 5% de significância. FM = laranjeira 'Folha Murcha'; CB = laranjeira 'Charmute de Brotas'; LC = limoeiro 'Cravo'; CS = citrumeleiro 'Swingle'.

**Figura 3:** Intervalos fenológicos das combinações copa e porta-enxerto mensuradas em dias (Figura A) e em graus-dia (Figura B). São Manuel, SP, 2020 a 2021.

### 1.3.2 Curva de maturação

Em relação à curva de maturação, para os frutos da cultivar FM observou-se influência significativa dos DAPA (dias após a primeira avaliação) sobre a variável IC ( $p < 0,01$ ), não havendo diferença estatística entre os porta-enxertos. As duas combinações apresentaram ajuste quadrático para o IC, sendo que este alcançou seu valor máximo (2,87) em 94 DAPA (Figura 4A). Os valores de IC foram baixos durante a maturação dos frutos de FM, alcançando um valor médio próximo a zero, aos 180 DAPA (Figura 4A), indicando que os frutos apresentaram uma coloração de casca esverdeada durante todo o período (Santos et al., 2010). O decréscimo no IC ocorreu durante os meses de outubro de 2019 a janeiro de 2020, período este, onde foram verificadas temperaturas elevadas e baixa amplitude térmica (Figura 1).

Para que ocorram mudanças na coloração da casca dos frutos cítricos, é necessário que haja a degradação das clorofilas e a síntese dos carotenoides (Pérez et al., 2004). Este processo é influenciado pelo clima (Medina, et al., 2005), no qual temperaturas elevadas e baixa amplitude térmica o desfavorecem (Arruda et al., 2011). Tais condições climáticas elevam os valores de sólidos solúveis presentes nos frutos cítricos, porém este tipo de ambiente induz a produção de frutos com casca mais esverdeada (Beber et al., 2018).

Para os frutos da cultivar CB houve efeito significativo entre os porta enxertos ( $p < 0,05$ ) e os DAPA ( $p < 0,05$ ), isoladamente. Ambas as combinações apresentaram crescimento linear do IC, em função dos DAPA (Figura 4B). Durante a maturação dos frutos da laranjeira CB (agosto a outubro de 2019) a temperatura e a amplitude térmica mantiveram-se elevadas (Figura 1),

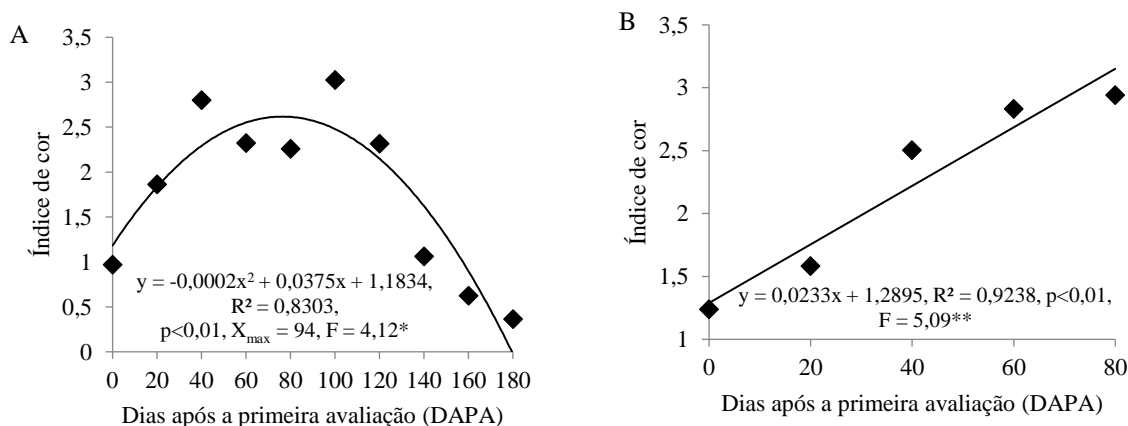
condições ambientais consideradas adequadas para a degradação da clorofila e a síntese dos carotenoides na casca dos frutos cítricos (Santos et al., 2010; Arruda et al., 2011).

As plantas de CB enxertadas sobre CS produziram frutos com valor médio de IC superior aos das plantas enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ (Tabela 2). Carvalho et al. (2020), ao avaliarem as características físicas dos frutos da cultivar ‘Salustiana’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], não encontraram diferenças significativas, para a cor do flavedo, entre os porta-enxertos LC e CS, evidenciando que, além da influência dos porta-enxertos, as condições climáticas dos locais de cultivo, notadamente a amplitude térmica e a luminosidade, afetam diretamente o IC dos frutos.

**Tabela 2:** Valores médios de Índice de cor, sólidos solúveis, acidez titulável e Índice tecnológico dos frutos da laranjeira ‘Charmute de Brotas’ enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’, em função do período de coleta e avaliação dos frutos. São Manuel, SP, 2019.

Porta-enxerto	Índice de cor	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (% ácido cítrico)
Limoeiro ‘Cravo’	1,75 b	9,24 b	0,85 b
Citrumeleiro ‘Swingle’	2,68 a	11,00 a	1,00 a
DMS	1,75	0,62	0,13
CV (%)	28,29	11,13	12,36
Teste F	12,23*	15,46*	18,07*

\*\* = diferem estatisticamente a 1% de significância; \* = diferem estatisticamente a 5% de significância.

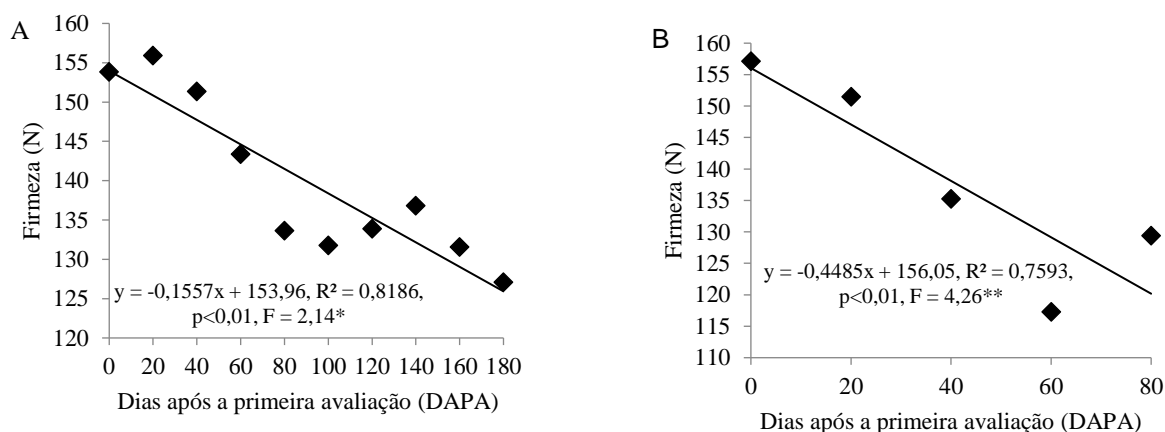


\*\* = diferem estatisticamente a 1% de significância; \* = diferem estatisticamente a 5% de significância.

**Figura 4:** Índice de cor dos frutos das laranjeiras ‘Folha Murcha’ (A) e ‘Charmute de Brotas’ (B) enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’, em função do período de coleta e avaliação dos frutos. São Manuel, SP, 2019.

Não houve interação significativa entre as combinações copa/porta-enxertos e os DAPA, em relação à FF, para ambas as cultivares copa. Entretanto, verificou-se influência significativa dos

DAPA ( $p < 0,01$ ), apresentando redução linear para todas as combinações (Figura 5A e B). A FF está relacionada à força de coesão entre as pectinas, sendo que com o decorrer da maturação, as pectinas insolúveis são transformadas em solúveis, por meio da atuação de enzimas pectinolíticas, resultando no amolecimento dos frutos (Moura et al., 2019).



\*\* = diferem estatisticamente a 1% de significância; \* = diferem estatisticamente a 5% de significância.

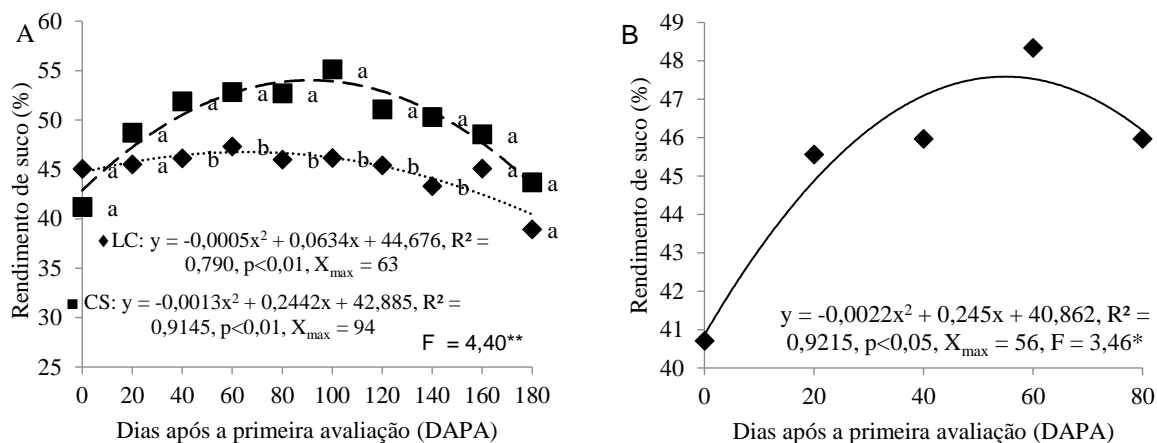
**Figura 5:** Firmeza dos frutos das laranjeiras ‘Folha Murcha’ (A) e ‘Charmute de Brotas’ (B) enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’, em função do período de coleta e avaliação dos frutos. São Manuel, SP, 2019.

Para a variável RS dos frutos produzidos pela laranjeira FM, observou-se interação significativa entre as combinações copa/porta-enxerto e os DAPA ( $p < 0,01$ ). Utilizou-se um modelo quadrático para o ajuste do RS, para ambas as combinações. Os frutos das plantas de FM enxertados em LC alcançaram o valor máximo de RS (46,64%) aos 63 DAPA, enquanto para os frutos das plantas enxertadas em CS, o valor máximo de RS (54,34%) foi atingido aos 94 DAPA. Entre 60 e 140 DAPA, as plantas de FM enxertadas sobre CS induziram o desenvolvimento de frutos com médias de RS superior aos das plantas sobre LC, no entanto aos 160 e 180 DAPA, as duas combinações apresentaram valores de RS similares (Figura 6A).

Nos frutos da laranjeira CB, a variável RS foi afetada significativamente apenas pelos DAPA ( $p < 0,05$ ), havendo um incremento quadrático nos valores de RS em função dos DAPA, atingindo o valor máximo (47,67 %) aos 56 DAPA (Figura 6B).

Para as cultivares copa, o RS variou de 40 a 55% entre a primeira e a última avaliação, valores acima dos 35% exigidos pela indústria (Beber et al., 2018).

Beber et al. (2018), ao avaliarem diferentes cultivares de laranjeira sobre o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ em Rio Branco, Acre, obtiveram RS entre 35 e 45%. Sartori et al. (2002) reportaram valores de RS que oscilaram de 50% a 60%.



\*\* = diferem estatisticamente a 1% de significância; diferem estatisticamente a 5% de significância. LC = limoeiro 'Cravo'; CS = citrumeleiro 'Swingle'.

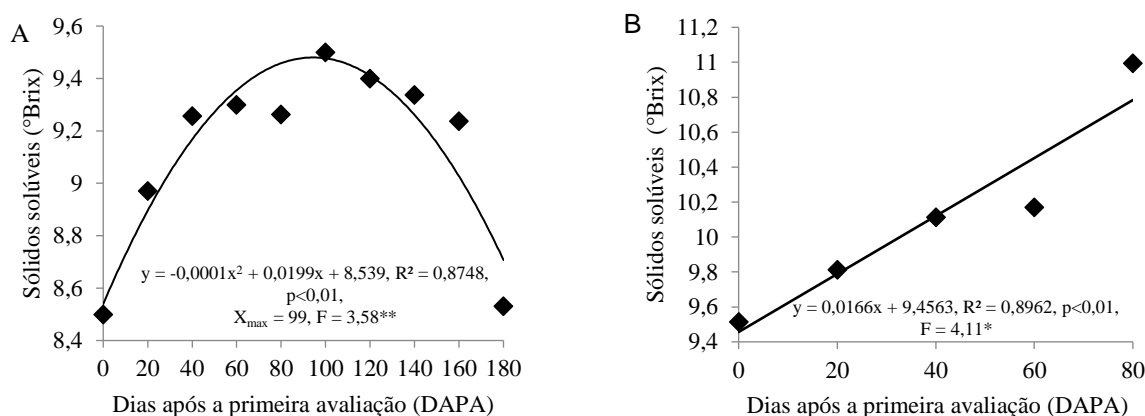
**Figura 6:** Rendimento de suco dos frutos das laranjeiras 'Folha Murcha' (A) e 'Charmute de Brotas' (B) enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle', em função do período de coleta e avaliação dos frutos. São Manuel, SP, 2019.

Houve efeito significativo dos DAPA sobre a variável SS para ambas as cultivares copa (Figura 7A e B). Para a cultivar CB houve diferença significativa dos valores médios de SS e entre os porta-enxertos, isoladamente. Durante a curva de maturação, os frutos produzidos pelas plantas enxertadas em CS apresentaram um teor médio de SS de 11 °Brix, enquanto os frutos das plantas enxertadas em LC 9,24 °Brix (Tabela 2). Para atender os requisitos estabelecidos pela norma de classificação de frutos cítricos de mesa, os frutos devem apresentar um teor de 10 °Brix ou mais (Ceagesp, 2011). Por isso a utilização do porta-enxerto CS é mais indicada para este fim. Entretanto, os porta-enxertos apresentaram médias de SS acima de 9 °Brix, valor exigido pela indústria de suco (Sartori et al., 2002).

Nos frutos de CB os valores de SS aumentaram linearmente em função dos DAPA, alcançando um valor de 10,93 °Brix aos 180 DAPA (Figura 7B), confirmando o caráter de maturação tardia dessa cultivar (Nascimento et al., 2005). Rodrigues et al. (2019) ao avaliarem o desempenho da laranjeira 'Pera' em diferentes porta-enxertos e condições edafoclimáticas, obtiveram valores médios de SS entre 8,40 e 9,40 °Brix. Sampaio et al. (2016) encontraram um valor médio de 10,92 °Brix para os frutos de laranjeira 'Pêra' em oito porta-enxertos, sob condições de sequeiro, na região de Cruz das Almas, Bahia.

Os frutos da laranjeira FM apresentaram um incremento quadrático de SS em função dos DAPA, atingindo valor máximo (9,25 °Brix) aos 99 DAPA (Figura 7A). Segundo Pérez; Sánchez (2004), o decréscimo dos valores de SS, observados nos dias posteriores ao ponto de

valor máximo, pode ter relação com a diluição do suco presente nos frutos, devido ao aumento das chuvas que ocorreram no período, como também observado no presente estudo (Figura 1).



\*\*

= diferem estatisticamente a 1% de significância; \* = diferem estatisticamente a 5% de significância.

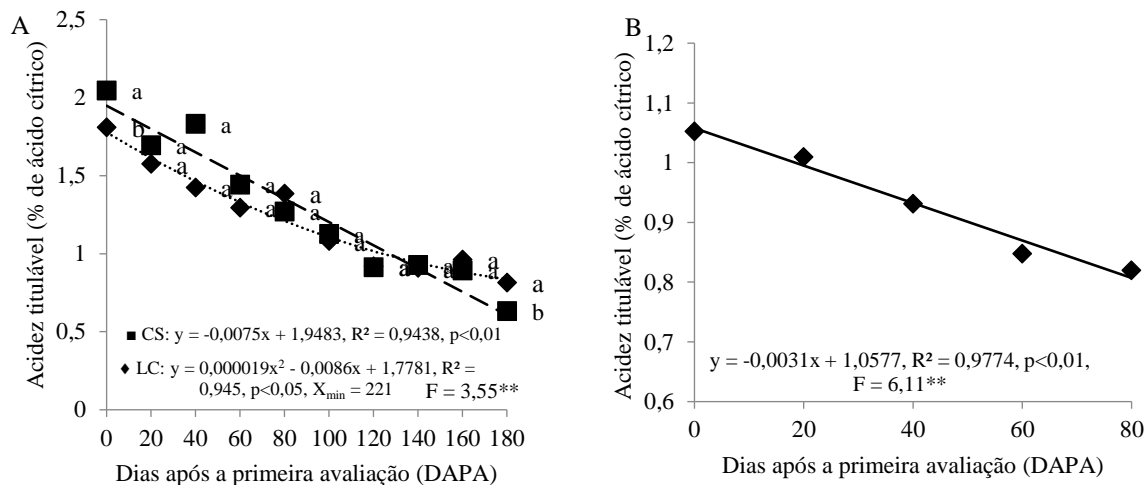
**Figura 7:** Sólidos solúveis dos frutos das laranjeiras ‘Folha Murcha’ (A) e ‘Charmute de Brotas’ (B) enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’, em função do período de coleta e avaliação dos frutos. São Manuel, SP, 2019.

Nos frutos produzidos pela laranjeira FM houve interação significativa para AT entre as combinações copa/porta-enxerto e os DAPA ( $p < 0,01$ ). Os valores de AT dos frutos produzidos pelas plantas de FM enxertadas em LC apresentaram redução quadrática, enquanto para os frutos das plantas enxertadas em CS, os valores de AT decresceram linearmente durante a curva de maturação. Aos 180 DAPA os frutos das plantas de FM sobre CS apresentaram valores de AT inferiores aos das plantas enxertadas em LC (Figura 8A).

Resultados similares foram encontrados por Stenzel et al. (2006) ao avaliarem as curvas de maturação dos frutos de FM sobre diferentes porta-enxertos. Auler et al. (2009), relataram uma queda linear nos valores de AT durante a maturação os frutos da laranjeira ‘Valência’, enxertadas em seis porta-enxertos. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de os ácidos orgânicos serem convertidos em açúcares, ou utilizados no processo respiratório (Beber et al., 2018).

Para a laranjeira CB os valores de AT não apresentaram interação significativa entre as combinações copa/porta-enxerto e os DAPA, entretanto observou-se que os valores de AT sofreram influência dos porta-enxertos ( $p < 0,05$ ) e dos DAPA ( $p < 0,01$ ), isoladamente (Tabela 2 e Figura 8B). Durante a maturação dos frutos, nos dois porta enxertos, observou-se um decréscimo linear nos valores de AT, em função dos DAPA (Figura 8B). O porta-enxerto CS induziu a produção de frutos com teores de ácido cítrico superiores aos das plantas enxertadas em LC, com médias de 1,00 e 0,85% de ácido cítrico, respectivamente (Tabela 2).

Carvalho et al. (2020) e Gonzatto et al. (2017), reportaram diferenças significativas para a AT entre os porta-enxertos LC e CS. Tais resultados demonstram que as condições edafoclimáticas de cada região e o genótipo utilizado, influenciam diretamente nos teores de ácido cítrico presentes nos frutos, evidenciando a necessidade dos estudos de desempenho agrônomo das diversas combinações copa/porta-enxertos em diferentes regiões de cultivo.



\*\* = diferem estatisticamente a 1% de significância; \* = diferem estatisticamente a 5% de significância. LC = limoeiro 'Cravo'; CS = citrumeleiro 'Swingle'.

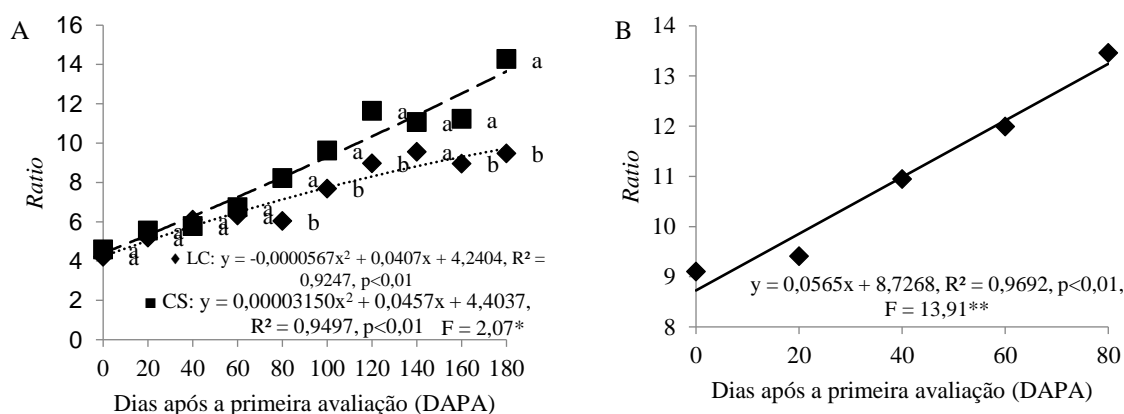
**Figura 8:** Acidez titulável dos frutos das laranjeiras 'Folha Murcha' (A) e 'Charmute de Brotas' (B) enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle', em função do período de coleta e avaliação dos frutos. São Manuel, SP, 2019.

Houve interação significativa entre as combinações copa/porta-enxerto e os DAPA ( $p < 0,05$ ) para o *ratio* dos frutos da laranjeira FM, com uma progressão quadrática, em função dos DAPA, nos porta-enxertos. O incremento dos valores de *ratio* para os dois porta-enxertos foram semelhantes até 60 DAPA, porém entre 80 e 180 DAPA, os frutos produzidos pelas plantas de FM enxertadas em CS apresentaram um incremento mais acentuado em relação aos produzidos pelas plantas enxertadas em LC (Figura 9A). Os DAPA influenciaram significativamente os valores do *ratio* ( $p < 0,01$ ) presente nos frutos produzidos pelas plantas de CB, durante a curva de maturação. Observou-se, um acréscimo linear positivo em função dos DAPA, para ambos os porta-enxertos (Figura 9B).

Segundo Couto; Canniatti-Brazaca (2010), valores de *ratio* entre 12 e 13 são ideais para frutos destinados ao processamento industrial. Os frutos das plantas de FM enxertadas em CS alcançaram o ponto ideal de colheita aos 180 DAPA e os frutos de CB, em ambos os porta-enxertos, aos 80 DAPA (Figura 9A e B). A colheita dos frutos de CB deve ser efetuada no

mês de outubro, enquanto os frutos de FM podem ser colhidos entre os meses de janeiro e fevereiro, nas condições edafoclimáticas de São Manuel, São Paulo.

Estes resultados indicam que a cultivar CB pode ser uma opção de cultivo para entressafra das laranjeiras tradicionalmente utilizadas no estado de São Paulo, uma vez que seus frutos podem ser colhidos entre as safras da laranjeira ‘Pêra’ e das laranjeiras de maturação tardia, tradicionalmente utilizadas.



\*\* = diferem estatisticamente a 1% de significância; \* = diferem estatisticamente a 5% de significância. LC = limoeiro 'Cravo'; CS = citrumeleiro 'Swingle'.

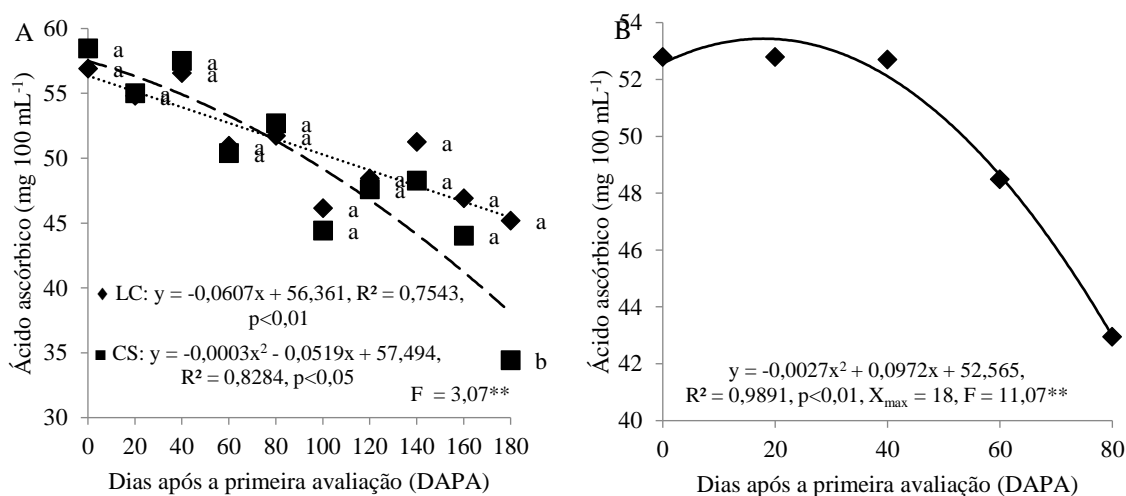
**Figura 9:** *Ratio* dos frutos das laranjeiras 'Folha Murcha' (A) e 'Charmute de Brotas' (B) enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle', em função do período de coleta e avaliação dos frutos. São Manuel, SP, 2019.

Os teores de AA dos frutos da cultivar FM foram significativamente afetados pela interação entre as combinações copa/porta-enxerto e os DAPA ( $p < 0,05$ ). O conteúdo de AA decresceu linearmente durante a maturação dos frutos produzidos pelas plantas de FM enxertadas em LC, enquanto um modelo quadrático foi utilizado para o ajuste dos valores de AA em função dos DAPA, para os frutos produzidos pelas plantas enxertadas em CS. Os teores de AA decresceram de forma similar durante a curva de maturação, entretanto aos 180 DAPA, os frutos produzidos pelas plantas enxertadas em LC apresentaram um valor médio superior aos induzidos pelo CS. O conteúdo de AA presente nos frutos da cultivar CB apresentaram efeito significativo dos DAPA ( $p < 0,01$ ), resultando em uma redução quadrática do 18 DAPA, em diante (Figura 10A e B).

O AA é um importante antioxidante natural, sendo este um dos principais indicativos da qualidade do suco de laranja (Legua et al., 2014). Durante a maturação dos frutos das laranjeiras, há um decréscimo nos teores de AA presentes na polpa, variando de 35 a 70 mg  $100\text{mL}^{-1}$  no ponto de colheita (Alós et al., 2014). A quantificação do AA presente nos frutos

cítricos está diretamente relacionada ao genótipo utilizado e às condições edafoclimáticas da região de cultivo (Carvalho et al., 2020).

Ao avaliarem diferentes genótipos de laranjeiras enxertadas em LC, Beber et al. (2018) verificaram reduções de ajustes quadrático e linear para os teores de AA nos frutos, sendo que as médias variaram entre 128,02 e 104,73 mg 100 g<sup>-1</sup>. Carvalho et al. (2020) não observaram diferença significativa para os valores de AA presentes nos frutos da laranjeira ‘Salustiana’ enxertada sobre LC e CS, os quais apresentaram médias iguais a 58,4 e 56,2 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente.



\*\* = diferem estatisticamente a 1% de significância. LC = limoeiro ‘Cravo’; CS = citrumeleiro ‘Swingle’.

**Figura 10:** Ácido ascórbico dos frutos das laranjeiras ‘Folha Murcha’ (A) e ‘Charmute de Brotas’ (B) enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’, em função do período de coleta e avaliação dos frutos. São Manuel, SP, 2019.

Não foi observada interação significativa entre as combinações copa/porta-enxerto e os DAPA, para o índice tecnológico. Todavia, houve efeito isolado dos porta-enxertos e dos DAPA sobre a variável. O porta-enxerto CS induziu a formação de frutos com valores médios de IT superiores aos das plantas enxertadas em LC em ambas as cultivares copa (Tabela 3). O IT é uma variável importante na escolha de cultivares promissoras para indústria de suco de laranja (Beber et al., 2018), podendo ser um quesito indicativo para a utilização do porta-enxerto CS no centro-oeste paulista.

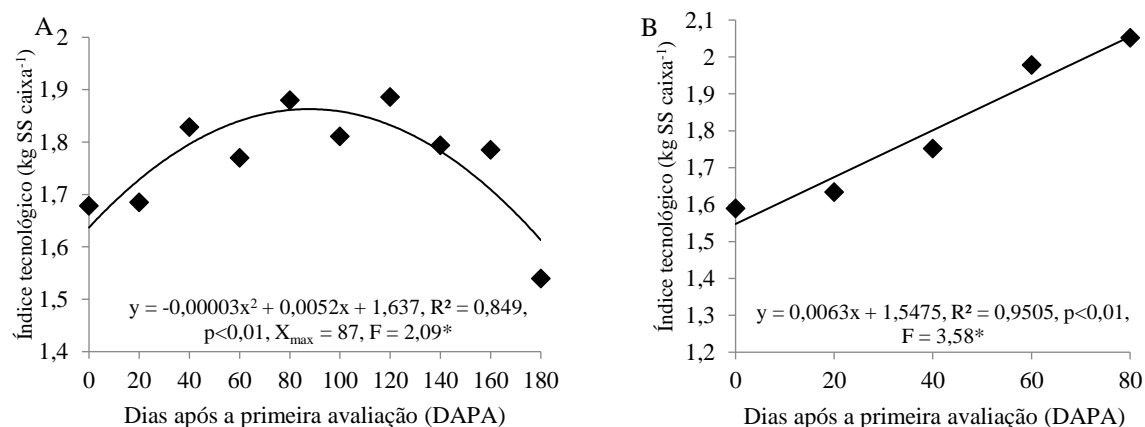
Em relação aos frutos da cultivar FM verificou-se um ajuste quadrático em função dos DAPA, para os valores de IT, atingindo seu ponto máximo (1,86 kg SS caixa<sup>-1</sup>) aos 87 DAPA. Enquanto os frutos da cultivar CB apresentaram um acréscimo linear com relação ao IT (Figura 12A e B). A redução nos valores de IT presente nos frutos da laranjeira FM pode ser explicada

pelo fato do mesmo ser calculado com base nos valores de RS e SS, sendo, portanto, influenciados por todos os fatores que afetam essas variáveis (Volpe, 2002).

**Tabela 3:** Valores médios de Índice tecnológico dos frutos da laranja 'Folha Murcha' e laranja 'Charmute de Brotas' enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle', em função do período de coleta e avaliação dos frutos. São Manuel, SP, 2019.

Porta-enxertos	Índice tecnológico (Kg SS caixa <sup>-1</sup> )	
	Folha Murcha	Charmute de Brotas
Limoeiro 'Cravo'	1,46 b	1,46 b
Citrumeleiro 'Swingle'	2,06 a	2,13 a
DMS	0,20	0,74
CV (%)	32,15	23,61
Teste F	30,38*	38,05**

\*\* = diferem estatisticamente a 1% de significância; \* = diferem estatisticamente a 5% de significância.



\* = diferem estatisticamente a 5% de significância.

**Figura 11:** Índice tecnológico dos frutos das laranjeiras 'Folha Murcha' (A) e 'Charmute de Brotas' (B) enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle', em função do período de coleta e avaliação dos frutos. São Manuel, SP, 2019.

## 1.4 CONCLUSÕES

O início da maturação dos frutos das plantas enxertadas em limoeiro 'Cravo' antecedeu ao das plantas enxertadas em citrumeleiro 'Swingle'.

O ciclo das laranjeiras 'Charmute de Brotas' e 'Folha Murcha' é reduzido em 31 dias quando enxertadas sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo'.

Nas condições do centro-oeste paulista, os frutos da cultivar 'Charmute de Brotas' quando enxertadas sobre o citrumeleiro 'Swingle' apresentam os maiores valores de índice de cor, sólidos solúveis e índice tecnológico, ao final da maturação. Enquanto frutos da cultivar

‘Folha Murcha’ sobre este mesmo porta-enxerto apresentam maiores valores de *ratio* e rendimento de suco.

### LITERATURA CITADA

Alós, E.; Rodrigo, M. J.; Zacarías, L. Differential transcriptional regulation of l- ascorbic acid content in peel and pulp of citrus fruits during development and maturation. *Planta* 239, 1113–1128, 2014.

Arruda, M. C.; Fischer, I. H.; Zanette, M. M.; Silva, B. L. da; Santos C. A. J. P. Qualidade físico-química de frutos de laranja Valência provenientes de cultivos orgânico e convencional. *Citrus Research & Technology*, 32 (2):103-108, 2011.

Barbasso, D. V.; Pedro júnior, M. J.; Pio, R. Caracterização fenológica de variedades do tipo Murcott em três porta-enxertos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 399-403, 2005.

Beber, P. M.; Álvares, V. S. de; Kusdra, J. F. Qualidade industrial e maturação de frutos de laranjeiras-doce em Rio Branco, Acre. *Citrus Research & Technology*, [S.L.], v. 39, p. 1-9, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/crt.10317>.

Carvalho, D. U.; Cruz, M. A. da; Colombo, R. C.; Watanabe, L. S.; Tazima, Z. H.; Neves, C. S. V. J. Determination of organic acids and carbohydrates in ‘Salustiana’ orange fruit from different rootstocks. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 23, e2018329, 2020.

Carvalho, H.W.L.; Carvalho, L.M.; Teodoro, A.V.; Girardi, E.A.; Soares Filho, W.S.; Passos, O.S. Yield, fruit quality, and survival of ‘Pera’ sweet Orange on eight rootstocks in tropical cohesive soils. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, V. 56, e2151, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02151>.

Carvalho, S. A. de; Girardi, E. A.; Mourão Filho, F. de A. A.; Ferrarezi, R. S.; Della Coletta Filho, H. Advances in citrus propagation in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 41, n. 6, p. 2-35, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019422>.

Couto, M. A. L., & Canniatti-Brazaca, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Food Science and Technology*, 30, 15-19, 2010.

Cunha, A. R.; Martins, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Irriga*, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2013). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 353p.

Degli Esposti, M. D.; de Siqueira, D. L.; Roberto Cecon, P. Crescimento de frutos da tangerineira ‘Poncã’ (*Citrus reticulata* Blanco). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 657-661, 2008.

Di Giorgi, F., Ide, B. Y., Dib, K., Marchi, R. J., Trioni, H. R., & Wagner, R. L. (1990). Contribuição ao estudo do comportamento de algumas variedades de citros e suas implicações agroindustriais. *Laranja*, 11, 567-612.

Gonzatto, M. P.; Kovaleski, A. P.; Böettcher, G. N.; Bender, R. J.; Oliveira, R. P. de; Schwarz, S. F. Horticultural performance of Lee tangelo grafted onto six rootstocks in South

Brazil. Citrus Research & Technology, [S.I.], v. 37, n. 1, p. 47-55, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/crt.icc048>.

Hardy, S.; Khurshid, T. Calculating heat units for citrus. Primefacts, p. 1-3, 2007. Instituto Adolfo Lutz (2005). Métodos Físicoquímicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IAC.

Legua, P.; Bellver, R.; Forner, J. B.; Forner-Giner, M. A. Plant growth yield and fruit quality of 'Lane Late' navel orange on four citrus rootstocks. Spanish Journal of Agricultural Research, 9(1), 271-279, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/20110901-172-10>.

Medina, C. L.; Rena, A. B.; Siqueira, D. L. & Machado, E. C. Fisiologia dos citros. In: Mattos Júnior D, Negri JD, Pio RM & Pompeu Júnior J. Citros. 1.ed. Campinas, Instituto Agrônômico, p. 149- 195, 2005.

Moura, F. T. de; Macedo, E. N. M. de; Silva, S. M. de; Martins, L. P.; Sousa, F. A. R. M. da; Silva, A. F. da; Silva, E. F. da; Rodrigues, T. L. de. Danos por impacto e seus efeitos na qualidade pós-colheita de citros armazenados sob condições ambientes. In: Souza, A. A.; Andrade, D. E.; Oliveira, E. J. O. de; Santos, F. dos; Lopes, J. E. F.; Neves, O. F.; Lima, L. C. de; Ferreira Filho, N.; Oliveira, V. A. de. Tópicos em ciências agrárias. Belo Horizonte: Poisson, 2019. v. 3, cap. 4, p. 24-28, 2019.

Nascimento, F. S. S.; Ribeiro, V. G.; Bastos, D. C.; SÁ, J. F. de; Nascimento, P. H. D. Thermal requirements of citrus fruits budded onto rootstocks in the low-middle region of the são francisco river basin. Revista Caatinga, 31 (2):336-343, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252018v31n209rc>.

Nascimento, L. M.; Pompeu Junior, J.; de Negri, J. D. Laranja Charmute de Brotas: promissora variedade tardia. Laranja, Cordeirópolis, v.26, n.1, p.69-75, 2005.

Neves, M. F.; Trombin, V. G.; Mônico Neto, L. C.; Kalaki, R. B. Orange juice chain: past, present, and future. Western Cape, South Africa: Quickfox Publishing; Citrus Growers Association, p. 174, 2019.

Oliveira, R. P. de; Schwarz, S. F.; Gonzatto, M. P.; Cantillano, R. F. F.; Castro, L. A. S. de; Lima, A. Y. B. de; Ribeiro, J. A.; Goulart, C. Diferenciação entre as laranjeiras mais cultivadas no Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, p. 26, 2017.

Ometto, J. C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: Ceres, 400p, 1981.

Pérez, Y.; Sánchez, C.M. Efecto de la época de recolección de la naranja (*Citrus sinensis* L.) variedad 'Valencia Late' sobre el procesamiento industrial de cítricos en las tres grandes regiones edafoclimáticas de Cuba. Cultivos Tropicales, La Habana, v. 25, n. 4, p. 27-31, 2004.

Rivadeneira, M.F. Grados dias acumulados em naranjas sobre pie trifólio em la zona de Concordia (Entre Rios). Horticultura Argentina, Buenos Aires, v. 31, n. 74, Ene-Abr, 2012

Rodrigues, M. J. S.; Araújo Neto, S. E.; Andrade Neto, R. C.; Soares Filho, W. S.; Girardi, E. A.; Lessa, L. S.; Almeida, U. O.; Araújo, J. M. Agronomic performance of the 'Pera' orange grafted onto nine rootstocks under the conditions of Rio Branco, Acre, Brazil. Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences, Recife, v. 14, n. 4, p. 1-8, 31 dez. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v14i4a6642>.

Sampaio, A. H. R.; Coelho Filho, M. A.; Souza, L. D.; Brito, R. B. F.; Silva, R. O. da. Yield and quality of 'pera' sweet orange grafted on different rootstocks under rainfed

conditions. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 38, n. 3, p. 1-770, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452016770>.

Santos, D. dos; Matarazzo, P. H. M.; Silva, D. F. P. da; Siqueira, D. L. de; Santos, D. C. M. dos; Lucena, C. C. de. Caracterização físico-química de frutos cítricos apirênicos produzidos em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 393-400, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2010000300016>.

Sartori, I. A.; Koller, O. C.; Schwarz, S. F.; Bender, R. J.; Schafer, G. Maturação de frutos e seis cultivares de laranjas-doces na depressão central do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 364-369, ago. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000200018>

Stenzel, N. M. C.; Neves, C. S. V. J.; Marur, C. J.; Scholz, M. B. S. dos; Gomes, J. C. Maturation curves and degree-days accumulation for fruits of 'Folha Murcha' orange trees. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 63, n. 3, p. 219-225, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-90162006000300002>.

Volpe, C. A.; Schöffef, E. R.; Barbosa, J. C. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas 'Valência' e 'Natal' na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 436-441, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000200031>

## CAPÍTULO 2

### DESEMPENHO HORTICULTURAL E QUALIDADE DOS FRUTOS DAS LARANJEIRAS 'FOLHA MURCHA' E 'CHARMUTE DE BROTAS' SOBRE DOIS PORTA-ENXERTOS, NA REGIÃO CENTRO-OESTE PAULISTA

#### RESUMO

No Brasil, a citricultura é um setor que apresenta grande relevância comercial, sobretudo na produção de laranjas destinadas a produção de suco. As laranjeiras consideradas de maturação tardia permitem uma melhor distribuição da colheita durante o ano, além de possuir excelente aptidão para a produção industrial de suco. Frente à necessidade de estudos que possibilitem a diversificação genética de cultivares utilizadas no Brasil, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho horticultural e a qualidade dos frutos das cultivares Folha Murcha e Charmute de Brotas, sobre os porta-enxertos, limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle' na região do centro-oeste paulista. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso num esquema fatorial 2x2, sendo as duas cultivares copa sobre os dois porta-enxertos, resultando em quatro tratamentos. As combinações foram avaliadas segundo seu desempenho vegetativo, produtivo, além das qualidades químicas e físicas de seus frutos. Segundo os resultados observados, a combinação as plantas de laranjeira 'Folha Murcha' apresentaram um volume de copa inferior aos de 'Charmute de Brotas'. A laranjeira 'Charmute de Brotas' apresentou plantas mais produtivas, frutos com valores de rendimento de suco, índice de cor, sólidos solúveis e ratio superiores, além de um menor número de sementes por fruto, quando comparada à laranjeira 'Folha Murcha'. A cultivar Charmute de Brotas pode ser indicada como alternativa para o cultivo na região do centro-oeste paulista, enquanto a combinação da cultivar 'Folha Murcha' no porta-enxerto citrumeleiro 'Swingle' podem ser indicadas para plantios mais adensados.

**Palavras-chave:** *Citrus sinensis* (L.) Osbeck; *Citrus limonia* Osbeck; *Citrus paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.; clima mesotérmico.

## ABSTRACT

In Brazil, citriculture is a sector that has great commercial relevance, especially in the production of oranges to produce juice. The oranges trees considered late ripening allow a better distribution of the harvest during the year, in addition to having excellent aptitude for the industrial production of juice. Faced with the need for studies that allow the genetic diversification of cultivars used in Brazil, the objective of the present work was to evaluate the horticultural performance and the quality of the fruits of the cultivars Folha Murcha and Charmute de Brotas budded on the rootstocks 'Rangpur' lime and 'Swingle' citrumelo trees in the central-west region of São Paulo. The experimental design used was randomize blocks in a 2x2 factorial scheme, with the two cultivars scion on the two rootstocks, resulting in four treatments. The combinations were evaluated according to their vegetative and productive performance, in addition to the chemical and physical qualities of their fruits. The 'Folha Murcha' trees had a lower canopy volume than those of 'Charmute de Brotas'. 'Charmute de Brotas' trees presented more productive plants, fruits with higher values of juice content, color index, soluble solids and ratio, in addition to a lower number of seeds per fruit, when compared to 'Folha Murcha' trees. The cultivar Charmute de Brotas proved to be an excellent alternative for the central-west region of São Paulo, while the cultivar 'Folha Murcha' crafted on 'Swingle' citrumelo rootstock presented a good suitability for denser orchards.

**Keywords:** *Citrus sinensis* (L.) Osbeck; *Citrus limonia* Osbeck; *Citrus paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.; mesothermal climate.

## 2.1 INTRODUÇÃO

Dentre as principais frutas produzidas, as laranjeiras [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] ocupam a primeira colocação em termos de importância comercial (BASTOS et al., 2015). A produção mundial de laranjas está concentrada principalmente nos continentes asiático e americano, que juntos são responsáveis por quase 80% dessa produção (FAO, 2021).

O Brasil detém a liderança mundial na produção de laranjas, em 2020 a área destinada para esse fim foi de aproximadamente 650 mil hectares com produção de cerca de 16 milhões de toneladas (IBGE, 2021). A laranja brasileira destaca-se por sua aptidão industrial, já que possui características ideais para a produção de suco (FRANCO, 2016). O setor se destaca nacionalmente por promover um crescimento sócio-econômico e por contribuir positivamente com a balança comercial (LOPES, 2011).

A produção de laranjas no Brasil está distribuída por todo território nacional, entretanto o estado de São Paulo é responsável por cerca de 75% dessa produção, em virtude do grande número de indústrias processadoras de suco presentes no estado (IBGE, 2021). Na safra 2020/2021 a produção de suco de laranja do cinturão citrícola do estado de São Paulo foi estimada em 817.744 toneladas, dos quais, 497.490 foram destinados à exportação (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI, 2021).

As cultivares de maturação tardia são importantes ferramentas para a produção comercial de citros, pois permitem a melhor distribuição da colheita durante o ano. Por produzirem frutos que permanecem um longo tempo na planta, sem que haja perdas em sua qualidade, essas cultivares possibilitam a colheita e comercialização dos frutos na entressafra, época em que ocorre um aumento na demanda e consequente alta nos preços (STUCHI, et al., 2020). Os frutos das cultivares Valência [*C. sisnensis* (L.) Osbeck] e Folha Murcha [*C. sisnensis* (L.) Osbeck] representam quase o total de laranjas de maturação tardia produzidas no estado de São Paulo. Na safra de laranja de 2020/2021 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/sudoeste mineiro foram produzidas 91,95 milhões de caixas de 40,8 kg de frutos de laranjas 'Valência' e 'Folha Murcha', valor que representa aproximadamente 35% da produção paulista de laranjas daquele ano (FUNDECITRUS, 2021).

A cultivar Folha Murcha foi introduzida no estado de São Paulo há mais de 50 anos pelo Banco Ativo de Germoplasma de Citros do Centro APTA Citros Sylvio Moreira do Instituto Agrônomo de Campinas. Entrou para o Registro Nacional de Cultivares (RNC) em 1999, com o número 02122, registro este, requerido pelo Instituto Agrônomo (IAC), pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pela Citrovan Mudas LTDA – ME (MAPA, 2022). Essa cultivar apresenta plantas de

porte médio, frutos ovalados, de casca ligeiramente espessa e suco com um alto teor de sólidos solúveis, característica essa que adiciona um valor industrial a cultivar (TEÓFILO et al., 1994; DONADIO et al., 1999). Segundo Oliveira et al. (2017) os frutos de 'Folha Murcha' possuem casca e polpa de cor laranja, teor de sólidos solúveis entre 10 e 11 °Brix, acidez entre 0,7 e 08%, baixo teor de óleos essenciais e porcentagem de suco de 52%.

Nos pomares do estado de São Paulo as plantas de 'Folha Murcha' são muito utilizadas como cultivares copa de maturação tardia (FUNDECITRUS, 2021), entretanto essa cultivar vem sofrendo a concorrência da cultivar Charmute de Brotas. Este genótipo foi registrado pelo IAC e pela Citrovan Mudas LTDA – ME, no RNC em 2011, com o número 26668 (MAPA, 2022). Os frutos de 'Charmute de Brotas' permanecem na planta por um longo período, aptos para consumo, fator que confere a característica de cultivar de maturação tardia (POMPEU JUNIOR; SALVA; BLUMER, 2004). Quando comparados aos frutos de 'Folha Murcha', os frutos de 'Charmute de Brotas' apresentam melhores características para o consumo *in natura*, como por exemplo um menor número de sementes por fruto (NASCIMENTO et al., 2005)

Há muitos anos, o setor citrícola tem-se beneficiado do uso da enxertia, de forma que as cultivares utilizadas como copa, através da interação com o porta-enxerto, sofrem uma influência positiva em diversas características como vigor, produtividade, composição de folhas e frutos, absorção e utilização de nutrientes, resistência à seca e aos problemas fitossanitários. Os porta-enxertos também atuam na qualidade dos frutos produzidos pelas cultivares copa (BASTOS et al., 2014).

A interação dos porta-enxertos com as diversas cultivares copa são a base da produção comercial de frutas cítricas (CASTLE, 2010), portanto sua escolha é tão importante quanto a da copa (BASTOS et al., 2014). No Brasil um número restrito de cultivares são utilizadas como copas e porta-enxertos (CARVALHO et al., 2016), como consequência desse fato a citricultura nacional sofre não só com o aumento da vulnerabilidade dos pomares ao ataque de pragas e doenças, mas também com a limitação da competitividade do setor (BASTOS et al., 2014).

Graças à influência positiva que exerce em diversas características das cultivares copa nele enxertadas, o limoeiro 'Cravo' (*Citrus x limonia*) já esteve presente em mais

de 90% dos pomares de citros do estado de São Paulo. Entretanto, entre os anos 1980 e 1990, esse porta-enxerto mostrou-se susceptível ao declínio, fazendo com que sua utilização caísse para aproximadamente 70%. Com o surgimento da morte súbita dos citros (MSC), o uso do limoeiro 'Cravo' caiu drasticamente nos pomares paulistas, pois as plantas enxertadas sobre este porta-enxerto sofrem com os sintomas causados por essa doença (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001).

No início dos anos 2000, no estado de São Paulo, diversificação de cultivares utilizadas como porta-enxerto nos pomares cítricos, com destaque para o citrumeleiro 'Swingle' (*P. trifoliata* (L.) Raf x *C. paradisi* Macf.), que teve um crescimento de 21% em sua utilização (POMPEU JUNIOR; SALVA; BLUMER, 2004). As plantas enxertadas sobre o porta-enxerto citrumeleiro 'Swingle' produzem frutos de melhor qualidade não afetadas pelos sintomas MSC, além de apresentarem tolerância ao nematoide dos citros (*Tylenchulus semipenetrans*), à gomose de *Phytophthora*, à xiloporose, à exocorte, ao declínio e às baixas temperaturas. A principal limitação para o uso deste porta-enxerto é sua incompatibilidade com algumas variedades comerciais, como a laranjeira 'Pera' [*C. sisnensis* (L.) Osbeck] (RODRIGUES et al., 2010; LIBERATO et al., 2013).

Ao comparar o desempenho agrônomico e qualidade dos frutos de laranjeira 'Valência' sobre diferentes porta-enxertos Zekri (2000) concluiu que as plantas sobre citrumeleiro 'Swingle' apresentam melhor qualidade de frutos e suco, quando comparado aos outros porta-enxertos.

Uma crescente preocupação com a sustentabilidade no cultivo de citros existe no Brasil, uma vez que o país possui grande diversidade agroclimática, caracterizada por multiplicidade de ambientes. Para um melhor aproveitamento das áreas destinadas à citricultura, faz-se indispensável o uso de genótipos adaptados aos diversos tipos de sistemas de produção presentes nas diferentes regiões do território nacional (CERQUEIRA et al., 2004).

Nesse contexto, evidencia-se a necessidade da avaliação das combinações de cultivares copa e porta-enxerto cítricos, com relação à produção e qualidade dos frutos, nas diferentes regiões do território nacional. Portanto objetivou-se com o presente estudo avaliar o desempenho horticultural e a qualidade dos frutos das cultivares copa de laranjeira 'Folha Murcha' e 'Charmute de Brotas', sobre dois porta-

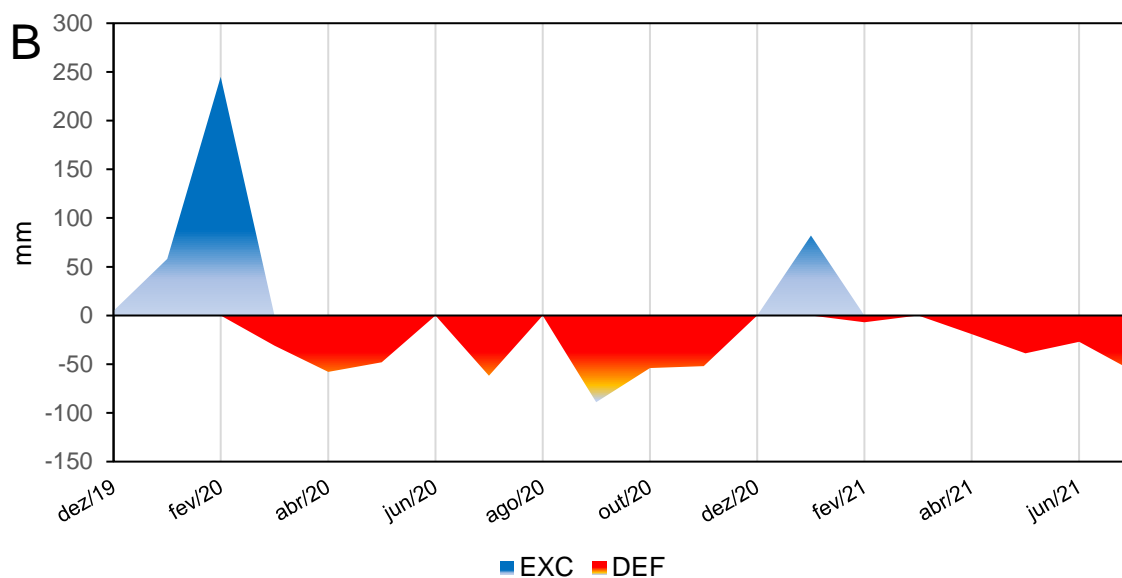
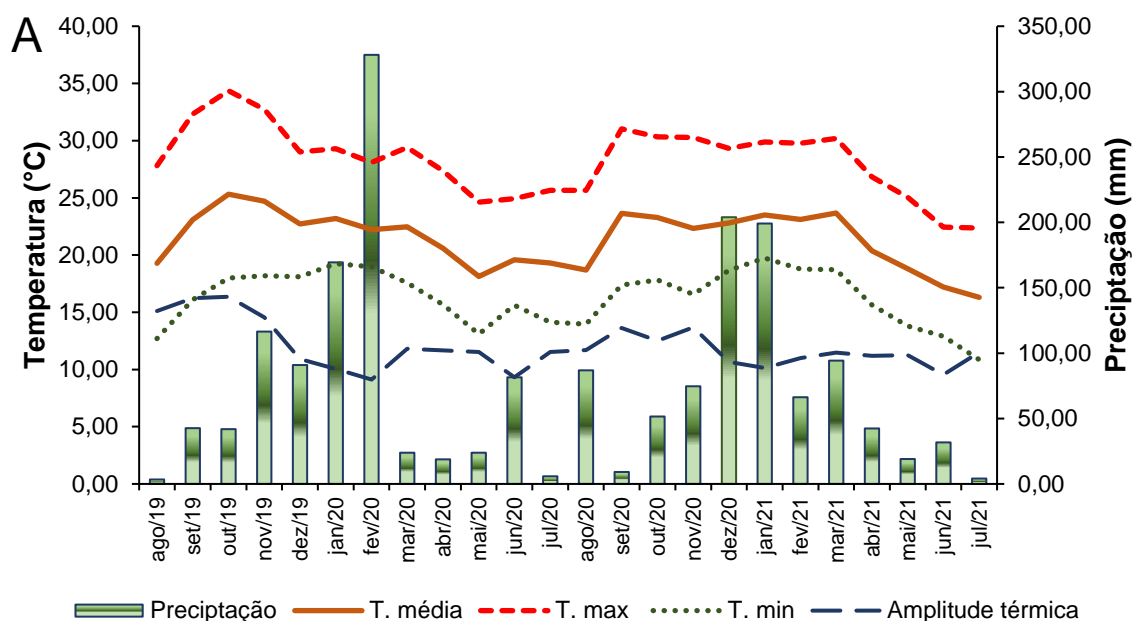
enxertos, limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle', nas condições do centro-oeste do estado de São Paulo.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Campus de Botucatu, SP, localizada no município de São Manuel, SP, situada a 22° 44'28" S e 48° 34' 37" W e altitude de 740 m. O clima da região segundo a classificação de Köppen é temperado quente (mesotérmico) úmido do tipo Cfa, onde a temperatura média do mês mais quente situa-se acima de 22°C e a precipitação pluvial média anual em 1377 mm (CUNHA; MARTINS, 2009). A figura 1 retrata os dados climáticos e balanço hídrico da área experimental durante o período de realização do trabalho. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2006).

**Figura 1:** Precipitação, amplitude térmica, temperaturas mensais médias, máximas e mínimas do período de caracterização fenológica, maturação dos frutos e épocas de colheita (A). Balanço hídrico climático do período entre agosto de 2019 a julho de 2021 (B). FCA/UNESP, São Manuel, 2021.



	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21	jul/21
EXC	5	58	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	0	0	0	0	0	0
DEF	0	0	0	-31	-58	-48	0	-62	0	-89	-54	-52	0	0	-7	0	-19	-39	-27	-57

A área experimental no qual o trabalho foi realizado já se encontrava instalada e possuía plantas com cinco anos de idade, com espaçamento de 4 metros entre plantas e 6 metros entre linhas, com um estande de 417 plantas por hectare. As mudas para Implantação do pomar foram obtidas do Núcleo de Produção de Mudanças e Matrizes de São Bento do Sapucaí, pertencente ao Departamento de Sementes Mudanças e Matrizes (DSMM) da Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (CDRS). As

adubações ocorreram de acordo com a análise de solo e os requisitos da cultura (Tabela 1 e 2).

**Tabela 1:** Análise química e teores de macronutriente na área experimental durante os anos de 2019, 2020 e 2021. São Manuel, SP.

Camadas	pH	M.O.	P resina	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	-----			mmolc/dm <sup>3</sup> -----				
<b>2019</b>											
<b>0 – 20</b>	5,1	12	14	0	17	2,7	13	6	22	39	56
<b>20 - 40</b>	5,1	9	20	0	16	2,7	42	8	52	68	76
<b>2020</b>											
<b>0 – 20</b>	4,1	9	87	3	27	3,3	11	5	19	46	41
<b>20 - 40</b>	4,0	10	60	4	24	10,6	8	3	22	46	48
<b>2021</b>											
<b>0 – 20</b>	3,9	11	28	1	32	4,8	8	4	17	49	35
<b>20 - 40</b>	4,8	15	23	1	17	4,4	8	5	17	34	50

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. FCA 2019 a 2021.

**Tabela 2:** Quantidade de calcário e adubos aplicados durante os anos de 2019, 2020 e 2021. São Manuel, SP.

Anos	Calcário (kg)	Uréia (kg)	Cloreto de potássio (kg)	Super fosfato simples (kg)
<b>2019</b>	615	220	120	180
<b>2020</b>	250	265	120	-
<b>2021</b>	1015	265	75	300

## 2.2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Para a realização da pesquisa, foram utilizadas as cultivares de laranja 'Folha Murcha' e 'Charmute de Brotas' (Figuras 2 A e B), enxertadas nos porta enxertos

limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle'. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x2 sendo duas cultivares sobre os porta-enxertos, resultando em quatro tratamentos, com quatro repetições e duas plantas por parcela experimental, totalizando 32 plantas. Deste modo, os tratamentos foram: laranja 'Folha Murcha' enxertadas em limoeiro 'Cravo'; 'Charmute de Brotas' enxertadas em limoeiro 'Cravo'; 'Folha Murcha' enxertadas em citrumeleiro 'Swingle' e 'Charmute de Brotas' enxertadas em citrumeleiro 'Swingle'.

**Figura 2:** Frutos das cultivares de laranja 'Folha Murcha' (A) e 'Charmute de Brotas' (B).



Fotos: Gabriel Maluf Napoleão

### 2.2.3 Avaliação do desempenho vegetativo

A avaliação para a determinação das variáveis biométricas ocorreu em setembro de 2021. Nesta ocasião foram mensuradas:

- a) Altura das plantas: medida em metros, utilizando-se régua graduada em centímetros.
- b) Diâmetro do tronco acima e abaixo do porta enxerto, medida em milímetros, por meio de um paquímetro digital. Foi utilizado como ponto de referência a

inserção do porta-enxerto, tomando-se o diâmetro 10 cm acima e 10 cm abaixo deste ponto.

c) Volume de copa, determinado segundo Zekri (2000):

$$V = \left(\frac{\pi}{6}\right) * A * L1 * L2 \quad (1)$$

Em que: V = volume de copa (m<sup>3</sup>); A = altura da planta (m); L1 = largura da copa paralela à linha de plantio (m); L2: largura da copa perpendicular à linha e plantio (m).

#### 2.2.4 Avaliação do desempenho produtivo

Os frutos, de cada tratamento, foram colhidos nos meses de outubro de 2019 e 2020 para a cultivar Charmute de Brotas e janeiro de 2020 e 2021 para a cultivar Folha Murcha, com a adição dos frutos colhidos durante o período da curva de maturação, de ambas as cultivares, quando os frutos atingiram um índice de maturação entre 8 e 15, considerado adequado para colheita (BASTOS et al., 2014). As variáveis analisadas foram:

- Produção (kg planta<sup>-1</sup>): quantificada pela contagem e pesagem dos frutos, que foram pesados por meio de balança digital devidamente calibrada.
- Produção acumulada (kg planta<sup>-1</sup>): obtida através da soma das produções das duas safras.
- Eficiência produtiva (kg m<sup>-3</sup>): foi utilizada a relação entre a produção acumulada e o volume de copa, partindo-se do uso da equação:

$$EF = \frac{\text{produção}}{\text{volume de copa}} \quad (2)$$

- Índice de produtividade: indica a relação entre a produção acumulada e a área de secção do tronco da planta e é calculada pela fórmula (BLUMER, 2005):

$$IP = \frac{PA}{AT} \quad (3)$$

Em que: IP = índice de produtividade (kg cm<sup>2</sup>); PA = produção acumulada (kg planta<sup>-1</sup>); AT = área de secção do tronco ( $\pi R^2$ ). A estimativa do raio médio do tronco foi calculada pela seguinte equação:

$$R = P_m/2\pi \quad (4)$$

Em que: R = raio médio da secção do tronco; P<sub>m</sub> = perímetro médio do tronco medido acima e abaixo da inserção do porta-enxerto.

e) Índice de alternância de produção: calculado segundo a expressão (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2010):

$$IAP = 1/(n-1) \times \{ |\alpha_2 - \alpha_1|/(\alpha_2 - \alpha_1) + |\alpha_3 - \alpha_2|/(\alpha_3 - \alpha_2) + \dots + |\alpha_n + \alpha_{n-1}|/(\alpha_n + \alpha_{n-1}) \} \quad (5)$$

Em que: IAP = índice de alternância de produção; n = número de anos e  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  são as produções dos anos correspondentes. O IAP pode variar de 0 a 1, quanto mais próximo de zero, menor é a alternância produtiva entre os anos.

### 2.2.5 Qualidade dos frutos

Amostras de cinco frutos por parcela foram coletadas, da colheita principal da safra 2019/2020, totalizando 40 frutos por tratamento. As análises dos frutos foram realizadas no Laboratório de Fruticultura do Departamento de Produção Vegetal, localizado na Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), Campus de Botucatu, SP e no Laboratório do Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT) também situado na FCA/UNESP Campus de Botucatu. Como exceção, o diâmetro equatorial e longitudinal dos frutos foi aferido em todos os frutos colhidos, utilizando-se um paquímetro digital. As variáveis analisadas foram:

- a) Massa dos frutos (g): obtida através de balança eletrônica devidamente tarada.
- b) Massa de suco (g): o suco foi extraído utilizando-se um espremedor elétrico e posteriormente pesado em balança elétrica devidamente tarada.
- c) Rendimento de suco: foi determinado após a medição da massa do suco, e calculado por meio da relação massa do suco/massa do fruto, expresso em porcentagem.
- d) Diâmetro e comprimento dos frutos (mm): foram medidos o diâmetro equatorial e longitudinal dos frutos com auxílio de um paquímetro digital.

- e) Número de sementes por fruto: as sementes foram extraídas com auxílio de uma pinça, posteriormente foi feita contagem e média destas sementes entre os frutos de cada cultivar.
- f) Firmeza dos frutos: Obtida com o auxílio de texturômetro (TA. XT Plus Texture Analyzer) com sonda de compressão SMS P/2 (Stable Micro Systems), velocidade de  $1,0 \text{ mm s}^{-1}$ , comprimindo a fruta por 10 mm do ponto de contato. A leitura foi realizada na orientação equatorial do fruto e o resultado expresso em Newtons.
- g) Coloração da casca: Utilizando-se um colorímetro Minolta Chroma Meter CR-300 aferindo dois pontos equidistantes dos frutos. Seguindo a metodologia de Minolta (1994), serão determinados os valores de  $a^*$ , a variação entre cor verde e a vermelha,  $b^*$ , a variação entre a cor azul e a amarela, e L, a variação da luminosidade, do negro ( $L=0$ ) ao branco ( $L=100$ ). Logo, os valores obtidos serão aplicados na fórmula:  $IC = 1000 \times a^*/(L \times b)$ , para cálculo dos índices da cor da casca (JIMENEZ-CUESTA et al., 1983).
- h) Sólidos solúveis: foi determinado através da leitura de três gotas da polpa em refratômetro digital tipo Pallette PR – 32, marca ATAGO, com compensação de temperatura automática (AOAC 2005). Os resultados foram expressos em °Brix.
- i) Acidez titulável: foi medida através do método de titulação de 25 mL de suco com a solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo como indicador a fenolftaleína, que se dá quando o potenciômetro atinge 8,1, sendo expresso em porcentagem de ácido cítrico (INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL, 1987).
- j) Ratio: foi determinado através da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.
- k) Ácido ascórbico: foi determinado de acordo com metodologia da redução do indicador 2,6-diclorofenol indolfenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico, por meio de titulação. Foram pesados 10 mL do suco e colocados em erlenmeyer com 50 mL de solução de ácido oxálico (JACOBS, 1958). Os resultados foram expressos em  $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ .
- l) Índice tecnológico ( $\text{kg SS caixa}^{-1}$ ): foi calculado por meio da fórmula de Di Giorgi et al. (1990):

$$IT = \frac{RS \times SS \times 40,8}{10.000} \quad (6)$$

Em que: RS = rendimento de suco (%); SS = sólidos solúveis (°Brix); 40,8 = peso padrão da caixa utilizada para colheita de laranjas (kg).

### 2.2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando houve significância ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste Tukey, utilizando-se o software de análise de dados AgroEstat.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Desempenho vegetativo

Houve interação significativa entre as cultivares copa e os porta-enxertos para a altura das plantas. Para a variável volume de copa foram observadas diferenças significativas entre as cultivares copa e porta-enxertos, isoladamente. Para o diâmetro do tronco acima do ponto de enxertia houve diferença estatística apenas entre os porta-enxertos (Tabela 3).

**Tabela 3:** Valores do Teste F, graus de liberdade (GL) e coeficiente de variação (CV) das variáveis diâmetro do tronco abaixo do ponto de enxertia (DB), diâmetro do tronco acima do ponto de enxertia (DA), altura da planta (AP) e volume da copa (V), das diferentes combinações de copa/porta-enxerto. São Manuel, SP, 2021.

FV	GL	DB	DA	AP	V
<b>C (A)</b>	1	4, 65 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	3,41 <sup>ns</sup>	11,25 <sup>**</sup>
<b>PE (B)</b>	1	0,26 <sup>ns</sup>	8,97 <sup>*</sup>	35,94 <sup>**</sup>	11,16 <sup>**</sup>
<b>Blocos</b>	3	3,45 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>

<b>A x B</b>	1	0,99 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	14,75 <sup>**</sup>	0,45 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>		1,36	3,22	16,81	19,85

\*\* = diferem estatisticamente a 1%; \* = diferem estatisticamente a 5% e ns não diferem estatisticamente pelo teste F a <0,05. C = Copa; PE = Porta-enxerto.

O limoeiro 'Cravo' foi responsável por induzir valores médios de volume de copa e diâmetro de tronco acima do ponto de enxertia superiores em relação ao citrumeleiro 'Swingle' (Tabela 4). Os porta-enxertos desempenham uma importante influência sobre as laranjeiras nele enxertadas, sabe-se que o limoeiro 'Cravo' induz às cultivares copa um elevado vigor vegetativo proporcionando diferenças marcantes na altura e volume de copa (BASTOS et al., 2014; STUCHI et al., 2020).

Na comparação dos valores médios de volume de copa entre as cultivares copa isoladamente, observou-se que a laranjeira 'Folha Murcha' apresentou valores inferiores ao da laranjeira 'Charmute de Brotas' (Tabela 4), indicando assim aptidão para plantios adensados que, segundo Stuchi (2005) podem proporcionar um aumento da produtividade por área. Azevedo et al. (2015) ao avaliarem a produção da laranjeira 'Folha Murcha' enxertadas em limoeiro 'Cravo', sob diferentes espaçamentos de plantio, observaram que o menor espaçamento entre plantas proporcionou uma produtividade de 68 t ha<sup>-1</sup>, produtividade está superior aos outros espaçamentos.

**Tabela 4:** Volume de copa e diâmetro do tronco acima do ponto de enxertia das cultivares copa e porta-enxertos. São Manuel, SP, 2021.

<b>Porta-enxertos</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Diâmetro do tronco acima do ponto de enxertia (mm)</b>	<b>Copas</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
<b>LC</b>	7,80 a	89,43 a	<b>FM</b>	5,28 b
<b>CS</b>	5,29 b	72,61 b	<b>CB</b>	7,81 a
<b>DMS</b>	0,66	0,15	<b>DMS</b>	0,66

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. FM = laranjeira 'Folha Murcha'; CB = laranjeira 'Charmute de Brotas'; LC = limoeiro 'Cravo'; CS = citrumeleiro 'Swingle'.

As plantas de laranjeira 'Charmute de Brotas' enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' apresentaram altura média inferior em relação a laranjeira 'Folha Murcha' sobre o mesmo porta-enxerto. Entretanto, as plantas de laranjeira 'Charmute de Brotas' enxertadas sobre citrumeleiro 'Swingle' apresentaram altura média superior a laranjeira 'Folha Murcha' sobre citrumeleiro 'Swingle' (Tabela 5). Segundo Portella et al. (2016) plantas de menor tamanho apresentam algumas vantagens como, facilidade nos tratos culturais, no controle fitossanitário de pragas e doenças, como também aumenta a eficiência da colheita dos frutos.

**Tabela 5:** Altura da planta, das diferentes combinações de copa/porta-enxerto. São Manuel, SP, 2021.

Altura da planta (m)		
Porta-enxertos		
Copas	LC	CS
FM	2,75 Aa	2,03 Ab
CB	2,37 Ba	2,20 Aa
DMS	0,79	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna e letras minúsculas diferentes, na linha, diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de significância. FM = laranjeira 'Folha Murcha'; CB = laranjeira 'Charmute de Brotas'; LC = limoeiro 'Cravo'; CS = citrumeleiro 'Swingle'.

### 2.3.2 Desempenho produtivo

Houve interação significativa entre as cultivares copa e porta-enxertos para a produção de frutos colhidos na safra de 2019/2020. Entretanto na safra de 2020/2021 apenas as cultivares copa apresentaram diferença significativa para a mesma variável (Tabela 6).

**Tabela 6:** Valores do Teste F, graus de liberdade (GL) e coeficiente de variação (CV) da variável produção das safras de 2019/2020 e 2020/2021, das diferentes combinações de copa/porta-enxerto. São Manuel, SP.

FV	GL	Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	
		2019/2020	2020/2021

<b>C (A)</b>	1	5,44*	33,22**
<b>PE (B)</b>	1	1,99 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>
<b>Blocos</b>	3	2,05 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>
<b>A x B</b>	1	10,28*	1,40 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>		1,91	6,33

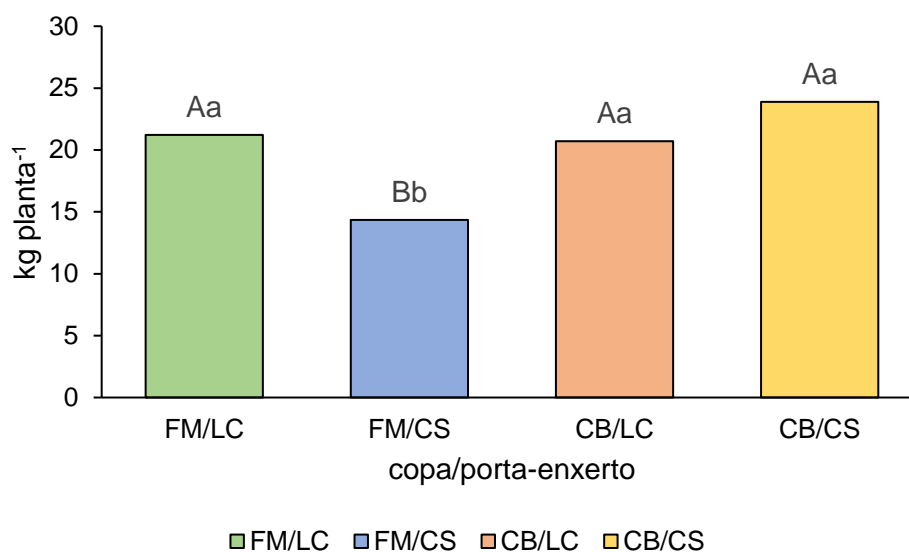
\*\* = diferem estatisticamente a 1%; \* = diferem estatisticamente a 5% e ns não diferem estatisticamente pelo teste F a <0,05. C = Copa; PE = Porta-enxerto.

As médias de produção das combinações avaliadas durante a safra de 2019/2020 variaram entre 23,89 kg planta<sup>-1</sup> e 14,35 kg planta<sup>-1</sup>, sendo a combinação de laranjeira ‘Charmute de Brotas’ sobre citrumeleiro ‘Swingle’ a mais produtiva e a combinação de laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre citrumeleiro ‘Swingle’ a que menos produziu neste período (Figura 3). Na safra 2020/2021 as plantas de laranjeira ‘Charmute de Brotas’ apresentaram uma produção superior à das plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’, com produções médias de 12,47 kg planta<sup>-1</sup> e 5,12 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 4).

Segundo Figueiredo et al. (2009) a produção esperada para laranjeiras de 5 anos de idade é de 0,72 caixas planta<sup>-1</sup>. Considerando a caixa padrão para o acondicionamento de citros para processamento, tradicionalmente utilizada de 40,8 kg, a produtividade esperada é de 29,37 kg planta<sup>-1</sup>. Levando em consideração tal afirmação, as combinações copa e porta-enxertos, em ambas as safras, obtiveram um desempenho inferior ao esperado (Figura 3 e 4).

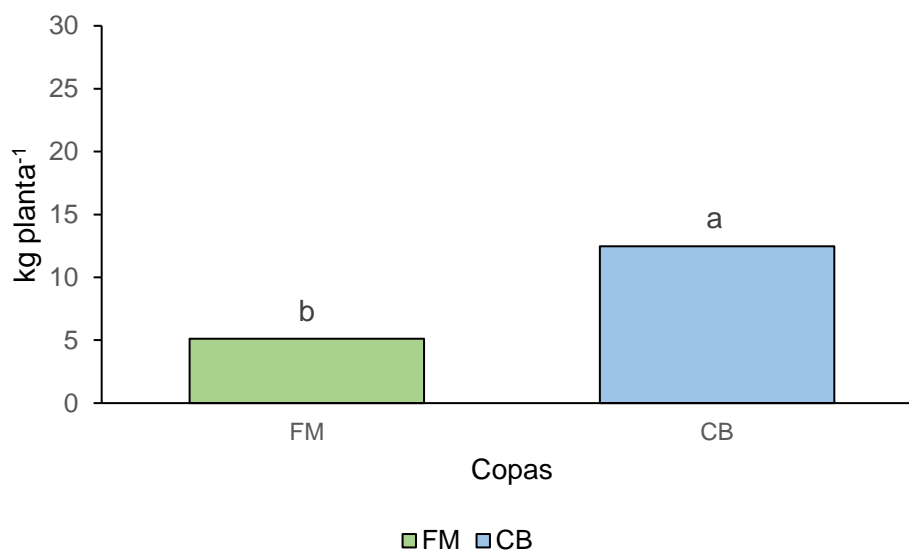
Essa quebra de safra ocorreu em todas as regiões do estado de São Paulo, variando de 35 até 50%, dependendo da região de cultivo. Este comportamento pode ser explicado pela influência negativa do clima ao longo das safras, pois durante este período ocorreram veranicos que resultaram em temperaturas elevadas e déficit hídrico, fatores esses que dificultam a fixação dos frutos recém-formados. (FUNDECITRUS, 2021).

**Figura 3:** Produção da safra de 2019/2020, das diferentes combinações de copa/porta-enxerto. São Manuel, SP.



Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as cultivares copa e letras minúsculas diferentes indicam diferença entre os porta-enxertos, segundo teste Tukey a 5% de significância. FM = laranja 'Folha Murcha'; CB = laranja 'Charmute de Brotas'; LC = limoeiro 'Cravo'; CS = citromeleiro 'Swingle'.

**Figura 4:** Produção da safra de 2020/2021 das diferentes cultivares copa. São Manuel, SP.



Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de significância. FM = laranja 'Folha Murcha'; CB = laranja 'Charmute de Brotas'.

Houve interação significativa entre as copas e os porta-enxertos para a variável produção acumulada. Avaliando-se a eficiência produtiva, verificou-se diferença

estatística entre os porta-enxertos e para o índice de alternância foi observada diferença estatística entre as copas e os porta-enxertos, isoladamente. O índice de produtividade não apresentou diferença entre os tratamentos, com um valor médio de 3,44 kg cm<sup>-2</sup> para as combinações de copas e porta-enxertos presentes do estudo (Tabela 7). Esses valores foram superiores aos apresentados por Santos (2019) que ao avaliar o desempenho inicial de sete porta-enxertos em combinação com quatro copas, observou que as médias de índice de produtividade variaram de 0,9 kg cm<sup>-2</sup> a 1,92 kg cm<sup>-2</sup> entre os tratamentos, do quarto ao sexto ano de produção, que correspondem aos três primeiros anos de produção plena do pomar.

**Tabela 7:** Valores do Teste F, graus de liberdade (GL) e coeficiente de variação (CV) das variáveis produção acumulada (PA), eficiência produtiva (EF), índice de produção (IP) e índice de alternância produtiva (IAP), das diferentes combinações de copa/porta-enxerto. São Manuel, SP, 2019/2020 e 2020/2021.

FV	GL	PA	EF	IP	IAP
<b>C (A)</b>	1	9,38**	0,22 <sup>ns</sup>	2,03 <sup>ns</sup>	48,85**
<b>PE (B)</b>	1	1,29 <sup>ns</sup>	5,53*	0,62 <sup>ns</sup>	10,63**
<b>Blocos</b>	3	1,45 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	2,95 <sup>ns</sup>	2,93 <sup>ns</sup>
<b>A x B</b>	1	10,58*	1,51 <sup>ns</sup>	4,00 <sup>ns</sup>	2,31 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>		1,14	34,14	17,00	8,70

\*\* = diferem estatisticamente a 1%; \* = diferem estatisticamente a 5% e ns não diferem estatisticamente pelo teste F a <0,05. C = Copa; PE = Porta-enxerto.

A combinação de laranjeira ‘Folha murcha’ enxertada sobre citrumeleiro ‘Swingle’ apresentou um desempenho inferior em relação aos outros tratamentos para a produção acumulada (Tabela 8). O porta-enxerto citrumeleiro ‘Swingle’ é considerado mais susceptível às condições de solo e clima desfavoráveis quando comparado ao limoeiro ‘Cravo’ (BASTOS et al., 2014). Este fato pode estar relacionado ao desempenho inferior observado para este porta enxerto, uma vez que durante o período de realização do experimento ocorreram intensos períodos de estiagem.

As plantas de laranjeira ‘Folha Murcha’ enxertadas em citrumeleiro ‘Swingle’ apresentaram valores de produção acumulada inferiores aos da laranjeira ‘Charmute

de Brotas' (Tabela 8).. Em estudo comparativo entre várias cultivares com aptidão para indústria de suco, Arenas-Arenas et al. (2017) observaram que a laranjeira 'Shamouti' apresentou a maior produção em kg planta<sup>-1</sup> entre as cultivares estudadas. Segundo Nascimento et al. (2005) a laranjeira 'Charmute de Brotas' quando comparada a laranjeira 'Folha Murcha' se mostrou mais produtiva, com frutos de alta qualidade e aptos a permanecerem um longo período na planta, sem a perda de sua qualidade.

**Tabela 8:** Produção acumulada das diferentes combinações de copa/porta-enxerto, nas safras de 2019/2020 e 2020/2021. São Manuel, SP.

<b>Produção Acumulada (kg planta<sup>-1</sup>)</b>		
<b>Porta-enxertos</b>		
<b>Copas</b>	<b>LC</b>	<b>CS</b>
<b>FM</b>	22,97 Aa	16,02 Bb
<b>CB</b>	24,02 Aa	28,91 Aa
<b>DMS</b>	0,02	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna e letras minúsculas diferentes, na linha, diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de significância. FM = laranjeira 'Folha Murcha'; CB = laranjeira 'Charmute de Brotas'; LC = limoeiro 'Cravo'; CS = citrumeleiro 'Swingle'.

O índice de alternância produtiva foi superior para o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em relação ao citrumeleiro 'Swingle'. Entre as copas, a laranjeira 'Folha Murcha' apresentou uma maior alternância produtiva quando comparada à laranjeira 'Charmute de Brotas' (Tabela 9). Cantuarias-Avilés et al. (2011), ao avaliarem o comportamento da laranjeira 'Folha Murcha', em pomar de três anos de idade, sobre 12 porta-enxertos na região norte do estado de São Paulo, observaram que o índice de alternância produtiva não diferiu entre os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle'. Entretanto destacam que numericamente o limoeiro 'Cravo' induziu o menor índice de alternância produtiva entre os porta-enxertos estudados. Essa diferença pode ter ocorrido em função das diferenças edafoclimáticas de cada região e as interações entre copa e porta-enxertos (DOMINGUES et al., 2018).

A alternância produtiva pode ocorrer pelo fato das plantas chegarem na época de florescimento com suas reservas em níveis mais baixos, por terem sido gastas na safra anterior, acarretando assim uma significativa queda no número de frutos por

árvore (FUNDECITRUS, 2021). Este fator somado com a deficiência hídrica, ocorrida no decorrer do experimento, pode explicar a quebra brusca de produção que foi observada da safra 2019/2021 a 2020/2021.

O citrumeleiro 'Swingle' apresentou uma eficiência produtiva superior em relação ao limoeiro 'Cravo', pois induziu um menor vigor vegetativo às copas nele enxertadas (Tabela 9). Portanto pode-se concluir que este porta-enxerto possui aptidão para plantios adensados, uma vez que induz uma elevada produção por unidade de área e um volume de copa inferior ao das plantas enxertadas em limoeiro 'Cravo'. Cantuarias-Avilés et al. (2011) observaram que a eficiência produtiva de plantas de 'Folha Murcha' enxertadas nos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle', não diferiram significativamente entre si, apresentando valores médios de 5,32 kg m<sup>-3</sup> e 6,86 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente.

**Tabela 9:** Índice de alternância produtiva e eficiência produtiva das cultivares copa e porta-enxertos. São Manuel 2019/2020 a 2020/2021.

Porta enxertos	Índice de alternância produtiva	Eficiência produtiva (kg m <sup>3</sup> )	Copas	Índice de alternância produtiva
<b>LC</b>	0,48 a	3,08 b	<b>FM</b>	0,54 a
<b>CS</b>	0,35 b	4,26 a	<b>CB</b>	0,29 b
<b>DMS</b>	0,02	0,89	<b>DMS</b>	0,02

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. FM = laranja 'Folha Murcha'; CB = laranja 'Charmute de Brotas'; LC = limoeiro 'Cravo'; CS = citrumeleiro 'Swingle'.

### 2.3.3 Qualidade dos frutos

Não houve interação significativa entre as combinações copa e porta-enxerto para as características físicas dos frutos. Entretanto, as variáveis rendimento de suco e comprimento do fruto diferiram significativamente entre os fatores copas e porta-enxertos, isoladamente. Para o número de sementes e o índice de cor houve diferença

entre as copas, enquanto a variável diâmetro do fruto diferiu entre os porta-enxertos (Tabela 10).

**Tabela 10:** Valores do Teste F, graus de liberdade (GL) e coeficiente de variação (CV) das variáveis rendimento de suco (RS), número de sementes (NS), firmeza do fruto (FI), índice de cor (IC), comprimento do fruto (CF) e diâmetro do fruto (DF) das diferentes combinações de copa/porta-enxerto. São Manuel, SP, 2019/2020.

FV	GL	RS	NS	FI	IC	CF	DF
<b>C (A)</b>	1	6,41*	30,77*	0,32 <sup>ns</sup>	85,94**	6,76*	0,46 <sup>ns</sup>
<b>PE (B)</b>	1	29,77*	7,12 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	4,79 <sup>ns</sup>	45,42**	114,17**
<b>Blocos</b>	3	0,43 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>
<b>A x B</b>	1	0,55 <sup>ns</sup>	2,10 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	4,2 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>		15,85	8,77	3,8	30,04	0,74	0,46

\*\* = diferem estatisticamente a 1%; \* = diferem estatisticamente a 5% e ns não diferem estatisticamente pelo teste F a <0,05. C = Copa; PE = Porta-enxerto.

O mercado mundial de citros é muito exigente quanto aos requisitos de qualidade, seja para frutos destinados à indústria de suco ou para o consumo ao natural. Segundo Bastos et al. (2014) as principais características físicas dos frutos são, para os frutos destinados ao consumo in natura, a cor da casca que deve ser uniforme e um número reduzido de sementes e para os frutos com aptidão para indústria de suco, o rendimento de suco que deve ser superior a 35%.

Em relação aos porta-enxertos o citrumeleiro 'Swingle' apresentou um rendimento de suco superior ao do limoeiro 'Cravo', enquanto entre as copas observou-se que a laranjeira 'Charmute de Brotas' induziu a formação de frutos com maior rendimento de suco, quando comparados à laranjeira 'Folha Murcha'. Quanto ao número de sementes por fruto a laranjeira 'Charmute de Brotas' apresentou número inferior de sementes em relação à laranjeira 'Folha Murcha' (Tabela 11).

Nascimento et al. (2005) ao compararem o rendimento de suco e número de sementes dos frutos da laranjeira 'Charmute de Brotas' com os frutos das laranjeiras 'Folha Murcha' e 'Valência' observaram que a laranjeira 'Charmute de Brotas' induziu um menor número de sementes e um maior rendimento de suco. Tazima et al. (2013),

ao avaliarem os frutos de tangerineira Satsuma 'Okitsu' enxertadas em nove porta enxertos, reportaram que as plantas enxertadas sobre citrumeleiro 'Swingle' produziram frutos com rendimento de suco superior aos das plantas enxertadas em limoeiro 'Cravo'.

Na colheita, os frutos da laranjeira 'Charmute de Brotas' apresentaram valores superiores de índice de cor em relação a laranjeira 'Folha Murcha' (Tabela 9). Os frutos da laranjeira 'Charmute de brotas' apresentaram uma coloração de casca próxima ao laranja intenso, enquanto a laranjeira 'Folha Murcha' apresentou uma coloração de casca próxima ao verde claro (SANTOS et al., 2010). Os valores inferiores da coloração externa dos frutos pode ser consequência da baixa degradação da clorofila, que podem ter sido estimuladas principalmente pelas temperaturas nas condições experimentais (SPÓSITO et al., 2006). Segundo Neves et al. (2010) a baixa qualidade visual dos frutos cítricos pode dificultar as exportações brasileiras do fruto ao natural.

Os frutos obtidos nas plantas enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' apresentam maiores comprimentos e diâmetros em relação às plantas sobre o porta-enxerto citrumeleiro 'Swingle'. Enquanto a laranjeira 'Charmute de Brotas' apresentou frutos com comprimento superior em relação aos frutos da laranjeira 'Folha Murcha', não diferindo para a variável diâmetro dos frutos (Tabela 11).

Na comercialização de frutas e hortaliças existe uma grande diferenciação de valor, medidas pelo tamanho e qualidade dos frutos a serem comercializados no mercado atacadista. Para as laranjas comuns e de umbigo as categorias são divididas segundo seu diâmetro equatorial, em que os frutos de classe A possuem um diâmetro equatorial maior que 70 mm, os frutos de classe B entre 65 e 70 mm e os de classe C menor que 65 mm (CEAGESP, 2017). Portanto, conclui-se que mesmo apresentando diâmetros inferiores, o porta-enxerto citrumeleiro 'Swingle' induziu a produção de frutos com diâmetros próximos aos frutos pertencentes a classe A segundo a classificação do CEAGESP, São Paulo, SP (Tabela 11).

**Tabela 11:** Rendimento de suco, número de sementes, índice de cor, comprimento de fruto e diâmetro dos frutos das cultivares copa e porta-enxerto. São Manuel, SP, 2019/2020.

Porta enxertos	Rendimento de suco (%)	Número de sementes	Índice de cor	Comprimento dos frutos (mm)	Diâmetro dos frutos (mm)
<b>LC</b>	37,35 b	-	-	76,70 a	77,51 a
<b>CS</b>	47,52 a	-	-	71,52 b	69,64 b
<b>DMS</b>	45,13	-	-	0,13	0,02
<b>Copas</b>					
<b>FM</b>	40,18 b	9,12 a	-0,49 b	72,75 b	
<b>CB</b>	44,70 a	4,42 b	4,55 a	75,47 a	
<b>DMS</b>	43,70	0,60	0,91	0,13	

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. FM = laranja 'Folha Murcha'; CB = laranja 'Charmute de Brotas'; LC = limoeiro 'Cravo'; CS = citrumeleiro 'Swingle'.

Houve interação significativa entre os fatores para a variável índice tecnológico. Para a variável sólidos solúveis foi observada diferença entre os fatores copa e porta-enxerto, isoladamente. Observou-se que a variável ratio diferiu estatisticamente apenas entre as copas. Não foram observadas diferenças significativas para as variáveis, acidez titulável e ácido ascórbico com valores médios de 0,81 % e 49,18 mg 100 ml<sup>-1</sup>, respectivamente, para todas as combinações (Tabela 12). Esses valores estão, dentro das médias desejáveis para a produção de laranjas com aptidão para o consumo ao natural e para indústria de suco (VARSEL, 1980; BASTOS et al., 2014).

**Tabela 12:** Valores do Teste F, graus de liberdade (GL) e coeficiente de variação (CV) das variáveis sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ratio, ácido ascórbico (AA) e índice tecnológico (IT) das diferentes combinações de copa/porta-enxerto. São Manuel, SP, 2019/2020.

FV	GL	SS	AT	Ratio	AA	IT
C (A)	1	50,22**	0,89 <sup>ns</sup>	11,05**	3,90 <sup>ns</sup>	49,36**
PE (B)	1	16,527**	0,13 <sup>ns</sup>	2,14 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	51,71**
Blocos	3	2,4 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>
A x B	1	0,03 <sup>ns</sup>	2,21 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	5,97*
CV (%)		2,18	14,7	21,59	5,3	22,43

\*\* = diferem estatisticamente a 1%; \* = diferem estatisticamente a 5% e ns não diferem estatisticamente pelo teste F a <0,05. C = Copa; PE = Porta-enxerto.

O porta-enxerto citrumeleiro 'Swingle' foi responsável por induzir valores médios de sólidos solúveis totais superiores ao limoeiro 'Cravo', enquanto as plantas de laranja 'Folha Murcha' produziram frutos com teor de sólidos solúveis inferiores em relação a laranja 'Charmute de Brotas'. Observou-se também que para a variável *ratio* os frutos produzidos pelas plantas de laranja 'Charmute de Brotas' apresentaram um valor médio superior ao da laranja 'Folha Murcha' (Tabela 13). Cantuarias-Avilés et al. (2011), reportaram que a combinação de laranja 'Folha Murcha' enxertada em limoeiro 'Cravo' induziu a produção de frutos de qualidade inferior, com baixos teores de sólidos solúveis.

Segundo Bastos et al. (2014) para um fruto de laranja de qualidade superior almeja-se teores de sólidos solúveis de cerca de 10 °Brix, acidez titulável variando de 0,5% a 1% e *ratio* superior a 8 para frutos de mesa e 14 para frutos destinados a produção de suco. Adotando-se esses valores como parâmetro, pode ser observado que apesar das condições climáticas desfavoráveis que ocorreram durante os anos da realização do presente estudo, os frutos da laranja 'Charmute de Brotas' alcançaram valores adequados de sólidos solúveis e *ratio* para o consumo ao natural e para a indústria de suco, enquanto os frutos da laranja 'Folha Murcha' apresentaram valores adequados para o consumo ao natural. Isso mostra que embora tenham ocorrido prejuízos sobre as variáveis produtivas, a qualidade dos frutos da laranja 'Charmute de Brotas' não foi afetada pelo déficit hídrico.

**Tabela 13:** Sólidos solúveis totais e *ratio* das cultivares copa e porta-enxerto. São Manuel, SP, 2019/2020.

Porta enxertos	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Copas	Sólidos solúveis totais (°Brix)	<i>Ratio</i>
LC	8,81 b	FM	8,37 b	10,22 b
CS	10,03 a	CB	10,47 a	14,26 a
DMS	0,04	DMS	0,04	2,73

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. FM = laranja 'Folha Murcha'; CB = laranja 'Charmute de Brotas'; LC = limoeiro 'Cravo'; CS = citrumeleiro 'Swingle'.

A combinação de laranjeira ‘Charmute de Brotas’ sobre citrumeleiro ‘Swingle’ induziu a produção de frutos com as maiores médias de índice tecnológico, diferindo significativamente em relação à copa e porta-enxertos apenas da combinação ‘Folha Murcha’ sobre limoeiro ‘Cravo’, responsável pelos menores valores médios da variável (Tabela 14). Stenzel et al. (2005), reportaram que frutos de laranjeira ‘Folha Murcha’ enxertados em limoeiro ‘Cravo’ apresentaram um valor médio de 2,6 kg SS caixa<sup>-1</sup>. Cantuarias-Avilés et al. (2011), ao avaliarem o comportamento da laranjeira ‘Folha Murcha’ enxertada em diferentes porta-enxertos, observaram que os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’ induziram a produção de frutos com médias de índice tecnológico de 2,48 e 2,61 kg de SS por caixa de 40,8 kg, respectivamente. Adotando-se esses resultados como parâmetro, observa-se que a única combinação responsável por médias de índice tecnológico aceitáveis é a de laranjeira ‘Charmute de Brotas’ sobre citrumeleiro ‘Swingle’ (Tabela 14).

**Tabela 14:** Índice tecnológico das diferentes combinações de copa/porta-enxerto, nas safras de 2019/2020. São Manuel, SP.

Índice tecnológico (kg SS caixa <sup>-1</sup> )		
Porta-enxertos		
Copas	LC	CS
FM	1,02 Bb	1,69 Ba
CB	1,67 Ab	2,23 Aa
DMS	0,14	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna e letras minúsculas diferentes, na linha, diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de significância. FM = laranjeira ‘Folha Murcha’; CB = laranjeira ‘Charmute de Brotas’; LC = limoeiro ‘Cravo’; CS = citrumeleiro ‘Swingle’.

## 2.4 CONCLUSÕES

A laranjeira ‘Charmute de Brotas’ destacou-se como opção para a citricultura do centro oeste paulista, mostrando-se uma cultivar de elevado desempenho, mesmo sobre condições adversas de déficit hídrico e altas temperaturas. Apesar da baixa produção por planta induzida pela laranjeira ‘Folha Murcha’ e o porta-enxerto citrumeleiro ‘Swingle’, essa deficiência pode ser compensada pelo seu menor porte,

permitindo o adensamento de plantio, promovendo o ganho produtivo por unidade de área, além de facilitar os tratamentos fitossanitários e culturais.

## REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International**. 13th ed. Washington, p. 1015, 1992.

ARENAS-ARENAS, F. J.; GONZÁLEZ-CHIMENO, A. B.; ROMERO-RODRÍGUEZ, E.; HERVALEJO, A.. Characterization of different cultivars of citrus fruit for juice in the south of Spain. **Citrus Research & Technology**, [S.l.], v. 38, n. 2, p. 151-159., 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/crt.icc112>.

AZEVEDO, F. A.; PACHECO, C. A. de; SCHINOR, E. H.; CARVALHO, S. A.; CONCEIÇÃO, P. M. da. Produtividade de laranja Folha Murcha enxertada em limoeiro Cravo sob adensamento de plantio. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 2, p. 184-188, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0374>.

BASTOS, D. C. et al. 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. Petrolina: **Embrapa Semiárido**, p. 30, 2015. (Embrapa Semiárido. Documentos, 266).

BLUMER, S. Citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos nanicantes para a laranja 'Valência' (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, p. 118, 2005.

CANTUARIAS-AVILÉS, T. E.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S.; SILVA, S. R.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E. Tree performance and fruit yield and quality of 'Okitsu' Satsuma mandarin grafted on 12 rootstocks. **Scientia Horticulturae** 123: 318-322, 2010.

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. **Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado** (ALICE), 2016.

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

Cartilha Técnica: A medida das frutas - São Paulo: CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Centro de Qualidade, Pesquisa e Desenvolvimento**, 16 p, 2017.

CERQUEIRA, E. C. et al. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n.3, p.515-519, 2004.

Di Giorgi, F., Ide, B. Y., Dib, K., Marchi, R. J., Trioni, H. R., & Wagner, R. L. (1990). Contribuição ao estudo do comportamento de algumas variedades de citros e suas implicações agroindustriais. **Laranja**, 11, 567-612.

DOMINGUES, A. R.; NEVES, C. S. V. J.; YADA, I. F. U.; LEITE JUNIOR, R. P.; TAZIMA, Z. H. Performance of 'Cadenera' orange trees grafted on five rootstocks. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 4, p. 755-764, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018764>.

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

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 14 de setembro de 2021.

FIGUEIREDO, M. G.; BARROS, A. L. M.; FRIZZONE, J. A. Consumo de fertilizantes e produtividade da laranja em São Paulo ao longo das décadas de 1970, 1980 e 1990. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 47, n. 3, p. 637-650, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/resr/v47n3/v47n3a05>.

FRANCO, A. S. M. O suco de laranja brasileiro no mercado global. **Análise Conjuntural**, Curitiba, v.38, n.1, p.11-12, 2016.

FUNDECITRUS (Fundo de Defesa da Citricultura). Reestimativa da safra de laranja 2020/2021 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro – fechamento em abril/2021. **Fundo de Defesa da Citricultura**, 2021. Disponível em [https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes\\_relatorios/0421\\_Fechamento\\_da\\_Safra\\_de\\_Laranja.pdf](https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0421_Fechamento_da_Safra_de_Laranja.pdf). Acesso em: 16 de setembro de 2021.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, abril de 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Acessado em 14 de setembro de 2021.

JACOBS, M. B. The chemical analysis of foods and food products. New York: **Van Nostrand**, p. 979, 1958.

JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA CAYUELA, J.; MARTINEZ-JAVEGA, J. M. Teoría y practica de la desverdización de los cítricos, 22 p., 1983.

KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro de Horti&Fruti 2021**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, p. 69, 2021.

LIBERATO, E. M. S.; LEONEL, S.; MODESTO, J. H.; SOUZA, J. M. A.; GONÇALVES, B. H. L. Uso de reguladores vegetais na germinação das sementes de Citrumelo “Swingle”. **Scientia plena**, Aracaju, v.9, n.10. 2013.

LOPES, J. M. S.; DÉO, T.F.G; ANDRADE, B. J. M; GIROTO, M.; FELIPE, A. L. S.; JUNIOR, C. E. I.; BUENO, C. E. M. S.; SILVA, T. F.; LIMA, F. C. C. Importância econômica do citros no Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. Garça, v. 10, n. 20, 2011.

MINOLTA. Precise color: communication color control from feeling to instrumentation. Japão, p. 49, 1994.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Registro Nacional de Cultivares (RNC). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Acessado em 06 de fevereiro de 2022.

- NASCIMENTO, L. M.; POMPEU JUNIOR, J.; DE NEGRI, J. D. Laranja Charmute de Brotas: promissora variedade tardia. **Laranja**, v.26, n.1, p.69-75, 2005.
- NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. O Retrato da Citricultura Brasileira. Elaborado por: MARKESTRAT (Centro de Pesquisa e Projetos em Marketing e Estratégia). Coordenador: Marcos Fava Neves. Ribeirão Preto, SP, 2010. 138 p.
- OLIVEIRA, R. P. de; SCHWARZ, S. F.; GONZATTO, M. P.; CANTILLANO, R. F. F.; CASTRO, L. A. S. de; LIMA, A. Y. B. de; RIBEIRO, J. A.; GOULART, C. Diferenciação entre as laranjeiras mais cultivadas no Rio Grande do Sul. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, p. 26, 2017.
- POMPEU JUNIOR, J.; SALVA, R.; BLUMER, S. Copas e Porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 25, n. 2, p. 413-426, 2004.
- RODRIGUES, F. A.; FREITAS, G. F.; MOREIRA, R. A.; PASQUAL, M. Caracterização dos frutos e germinação de sementes dos porta-enxertos trifoliata 'Flyingdragon' e citrumelo 'Swingle'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. 2010.
- SANTOS, J. C. Avaliação inicial de combinações de copa/porta-enxertos de citros na região metropolitana de Manaus, AM. 2019. 129 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.
- SANTOS, D. dos; MATARAZZO, P. H. M.; SILVA, D. F. P. da; SIQUEIRA, D. L. de; SANTOS, D. C. M. dos; LUCENA, C. C. de. Caracterização físico-química de frutos cítricos apirênicos produzidos em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 393-400, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2010000300016>.
- SPÓSITO, M. B.; JULIANETTI, A.; BARBASSO, D. V. Determinação do índice de cor mínimo necessário para a colheita de laranja doce valência a ser submetida ao processo de desverdecimento. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 27, n. 2, p. 373-379, 2006.
- STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; SILVA, S. R.; SEMPIONATO, O. R.; PAROLIN, L. G.; MÜLLER, G. W.; DONADIO, L. C. Desempenho de clones pré-imunizados de laranjeiras Valência e Natal no Norte do Estado de São Paulo. **Citrus Research & Technology**, [S.L.], v. 41, p. 1-10, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/crt.20919>.
- STUCHI, E. S. Adensamento de plantio: estratégia para a produtividade e lucratividade na citricultura. **Revista Ciência e Prática**, 16, p. 5-6, 2005.
- TAZIMA, Z. H.; NEVES, C. S. V. J.; YADA, I. F. U.; LEITE JÚNIOR, R. P. Performance of 'Oktisu' Satsuma Mandarin on nine rootstocks. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 70, n. 6, p. 422-427, 2013
- TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JUNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O. Comportamento de três variedades comerciais de laranjas enxertadas sobre o citrumelo Swingle. **Laranja**, v.12, p.487-502, 1991.
- VARSEL, C. Citrus juice processing as related to quality and nutrition. In: NAGY, S.; ATTWAY, J. A. **Citrus nutrition and quality**. Washington: American Chemical Society, chap. 11, p. 225-271, 1980.

YILDIZ, E.; DEMIRKESER, T. H.; KAPLANKIRAN, M. Growth, yield, and fruit quality of 'Rhode Red Valencia' and 'Valencia Late' sweet oranges grown on three rootstocks in eastern Mediterranean. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.73, n.2, p.142-146, 2013. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392013000200009>.

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

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os frutos da laranjeira 'Charmute de Brotas' apresentaram características físicas e químicas superiores aos da laranjeira 'Folha Murcha', tanto para os parâmetros exigidos pela indústria de suco, como para a produção de frutos de mesa. Além de poderem ser colhidos entre as safras da laranjeira 'Pêra' e das laranjeiras de maturação tardia, tradicionalmente utilizadas. Mostrando-se como uma excelente opção para os citricultores da região centro-oeste do estado de São Paulo.

É notório que houve uma forte influência negativa do clima sobre a produtividade das combinações copa/porta-enxertos avaliadas no presente estudo. Ao longo da realização do experimento, ocorreram períodos de estiagem e temperaturas elevadas que prejudicaram a fixação e o desenvolvimento dos frutos. Evidencia-se, portanto, a necessidade do uso de irrigação nos pomares de citros do Brasil, visando mitigar os danos causados pelos períodos de veranico, que vêm se tornando cada vez mais comuns no país.

Embora a combinação 'Folha Murcha'/citrumeleiro 'Swigle' tenha apresentado uma produção inferior às outras combinações, seu menor porte e elevada eficiência produtiva indicam aptidão para plantios adensados. O adensamento de plantio é uma tendência na citricultura brasileira, pois este tipo de cultivo permite um aumento na produtividade do pomar, sem que haja a necessidade de expansão da área utilizada.

Diante do exposto fica evidente a necessidade de novos estudos que relacionem a utilização das cultivares de citros e as diferentes condições edafoclimáticas presentes no território nacional, somando-se às soluções para os entraves que o setor citrícola enfrenta atualmente.



## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. M., VASCONCELLOS, H. O. Informações sobre a qualidade da laranja 'Folha-Murcha' cultivada no Estado do Rio de Janeiro. **Arquivo da Universidade Federal Rural**, v.4, n.1, p.19-28., 1974.
- BASSANEZI, R. B.; GIMENES-FERNANDES, N.; MASSARI, C. A. Resultados do levantamento detalhado da morte súbita dos citros na região afetada: junho a setembro de 2002. Araraquara: **Fundecitrus**, p. 9, 2002.
- BASTOS, D. C. et al. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.281, p.36-45, 2014.
- BORGES, A. C. G.; COSTA, V. M. H. M. A evolução do agronegócio citrícola paulista e o perfil da intervenção do estado. **Revista Uniara**, Araraquara, v. 17, n. 18, p. 101-123, 2006.
- BOWMAN K. D.; JOUBERT J., Citrus rootstocks, in: TALON, M., CARUSO, M., GMITTER JR, F. G. The Genus Citrus, **Elsevier**, Amsterdam, p. 105-127, 2020.
- CANTUARIAS-AVILÉS, T. E. Avaliação horticultural da laranjeira 'Folha Murcha', tangerineira 'Satsuma' e limeira ácida 'Tahiti' sobre doze porta-enxertos. 2009. 130 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009.
- CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MOURÃO FILHO, F. A. A. de; STUCHI, E. S.; SILVA, S. R. da; ESPINOZA-NUÑEZ, E. Horticultural performance of 'Folha Murcha' sweet orange onto twelve rootstocks. **Scientia Horticulturae**, [S.L.], v. 129, n. 2, p. 259-265, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2011.03.039>.
- CARVALHO, W. S. G. de. Eficiência produtiva e porte de cultivares de citros enxertadas sobre porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e 'Flying dragon', em cultivo irrigado. Dissertação (Mestrado – Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, **Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias**. UENF, Campo dos Goytacazes, 59 f, 2017.
- CRISTOFANI, M., NOVELLI, V. M., PERIN, M. S., OLIVEIRA, A. C. de, OLIVEIRA, R. P., BASTIANELL, M., MACHADO, M. A. Programa de melhoramento de citros por hibridação controlada no Centro Apta Citros "Sylvio Moreira"/IAC Em 1997–2005. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 26, n. 1, p. 121-124, 2005.
- CURK, F.; OLLITRAUT, F.; CARCIA-LOR, A.; LURO, F.; NAVARRO, L.; OLLITRAULT, P. Phylogenetic origin of limes and lemons revealed by cytoplasmic and nuclear markers. **Annals of Botany**, [s. l.], p. 1-19, 2016.
- DONADIO, L. C., FIGUEIREDO, J. O., PIO, R. M. Variedades cítricas brasileiras. Jaboticabal: **Funep**, p. 228, 1995.
- EFROM, C. F. S.; SOUZA, P. V. D. de (Org.). Citricultura do Rio Grande do Sul: indicações técnicas. 1. ed. Porto Alegre: **Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação** - SEAPI; DDPA, 2018.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 23 de agosto de 2021.

FUNDECITRUS (Fundo de Defesa da Citricultura). Reestimativa da safra de laranja 2020/2021 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro – fechamento em abril/2021. **Fundo de Defesa da Citricultura**, 2021. Disponível em [https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes\\_relatorios/0421\\_Fechamento\\_da\\_Safra\\_de\\_Laranja.pdf](https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0421_Fechamento_da_Safra_de_Laranja.pdf). Acesso em: 24 de agosto de 2021.

GIRARDI, E. A.; CERQUEIRA, T. S. C.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. E.; SILVA, S. R.; Stuchi, E. S. Sunki mandarin and Swingle citrumelo as rootstocks for rainfed cultivation of late-season sweet orange selections in northern São Paulo state, Brazil. **Bragantia**, 76(4), 501-511., 2017.

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

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

LEITE JÚNIOR, R. P. Cultivares copas e porta-enxertos. In: A citricultura no Paraná. Londrina: **Instituto Agrônômico do Paraná**, 1992. 288p. (Circular, 72).

LORENZI, H. et al. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). São Paulo: **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, p. 640, 2006.

MARTÍNEZ-CUENCA, M.; PRIMO-CAPELLA, A.; FORNER-GINER, M. A. Influence of Rootstock on Citrus Tree Growth: effects on photosynthesis and carbohydrate distribution, plant size, yield, fruit quality, and dwarfing genotypes. **Plant Growth**, [S.L.], 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/64825>.

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

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Registro Nacional de Cultivares (RNC). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Acessado em 06 de fevereiro de 2022.

MOURÃO FILHO, F. A. A.; MENDES, B. M. J; DONADIO, L. C. Citros. In: BRUCKER, C. H. (Ed.) **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 177-224, 2008.

NASCIMENTO, L. M.; POMPEU JUNIOR, J.; DE NEGRI, J. D. Laranja Charmute de Brotas: promissora variedade tardia. **Laranja**, v.26, n.1, p.69-75, 2005.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**, São Paulo: Citrus BR, p. 138, 2010.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MÔNACO NETO, L. C.; KALAKI, R. B. Orange juice chain: past, present and future. **Western Cape**, South Africa: Quickfox Publishing; Citrus Growers Association, p. 174, 2019.

OLIVEIRA, R. P. de; SCHWARZ, S. F.; GONZATTO, M. P.; CANTILLANO, R. F. F.; CASTRO, L. A. S. de; LIMA, A. Y. B. de; RIBEIRO, J. A.; GOULART, C. Diferenciação entre as laranjeiras mais cultivadas no Rio Grande do Sul. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, p. 26, 2017.

- OUSTRIC, J.; LOURKISTI, R.; GIANNETTINI, J.; BERTI, L.; SANTINI, J. Tetraploid Carrizo citrange rootstock (*Citrus sinensis* Osb. × *Poncirus trifoliata* L. Raf.) enhances natural chilling stress tolerance of common clementine (*Citrus clementina* Hort. ex Tan). **Journal of Plant Physiology**, v. 214, p. 108–115, 2017.
- PACE, L. B. Estudo da epiderme foliar de duas cultivares de *Citrus sinensis*: laranja folha murcha e laranja Pêra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, p. 622-31, 1984.
- POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico/FUNDAG, p. 63-104, 2005.
- POMPEU JÚNIOR, J.; LARANJEIRA, F. F.; BLUMER, S. Laranjeiras ‘Valência’ enxertadas em híbridos de trifoliata. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 93-97, 2002.
- POMPEU JUNIOR, J.; SALVA, R.; BLUMER, S. Copas e Porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 25, n. 2, p. 413-426, 2004.
- RODRIGUES, M. J. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; ANDRADE NETO, R. C.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARDI, E. A.; LESSA, L. S.; ALMEIDA, U. O.; ARAÚJO, J. M. Agronomic performance of the ‘Pera’ orange grafted onto nine rootstocks under the conditions of Rio Branco, Acre, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences**, Recife, v. 14, n. 4, p. 1-8, 31 dez. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v14i4a6642>.
- SALIBE, A. A. Clones nucelares de citros no Estado de São Paulo. **Laranja**, v.2, n.8, p.443-66, 1987.
- SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C. Citros: do Plantio à Colheita. **UFV-MG**, p. 278, 2017.
- STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J.; GONZALEZ, M. G. N.; SCHOLZ, M. B. S. dos; GOMES, J. C. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos frutos da laranjeira ‘Folha Murcha’ sobre seis porta-enxertos no Norte do Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1281-1286, 2005.
- STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; SILVA, S. R.; SEMPIONATO, O. R.; PAROLIN, L. G.; MÜLLER, G. W.; DONADIO, L. C. Desempenho de clones pré-imunizados de laranjeiras Valência e Natal no Norte do Estado de São Paulo. **Citrus Research & Technology**, [S.L.], v. 41, p. 1-10, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/crt.20919>.
- SWINGLE, W.T. The botany of *Citrus* and its wild relatives. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHELOR, L.D. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, v. 1, cap. 3, p. 190–430, 1967.
- WU, G. A.; TEROL, J.; IBANEZ, V.; LÓPEZ-GARCÍA, A.; PÉREZ-ROMÁN, E.; BORREDA, C.; DOMINGO, C.; TADEO, F. R.; CARBONELL-CABALLERO, J.; ALONSO, R.; CURK, F.; DU, D.; OLLITRAULT, P.; ROOSE, M. L.; DOPAZO, J.; GMITTER JR, F. G.; ROKSHAR, D. S.; TALON, M. Genomics of the origin and evolution of *Citrus*. **Nature**, [s. l.], v. 554, p. 311-316, 2018.

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