

Universidade Federal do Amazonas  
Faculdade de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical

**COMBINAÇÕES COPA - PORTA-ENXERTO ALTERNATIVAS  
PARA PRODUÇÃO DE LARANJA DOCE NA REGIÃO  
METROPOLITANA DE MANAUS-AM**

**Gustavo Brazão Buzaglo**

Manaus - AM  
2021

Universidade Federal do Amazonas  
Faculdade de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical

**COMBINAÇÕES COPA - PORTA-ENXERTO ALTERNATIVAS  
PARA PRODUÇÃO DE LARANJA DOCE NA REGIÃO  
METROPOLITANA DE MANAUS-AM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical.

Orientador: Professor Dr. José Ferreira da Silva

Manaus - AM  
2021

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B992c Buzaglo, Gustavo Brazão  
Combinações copa - porta-enxerto alternativas para produção de laranja doce na região metropolitana de Manaus-AM / Gustavo Brazão Buzaglo . 2021  
40 f.: 31 cm.

Orientador: José Ferreira da Silva  
Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Citrus sinensis. 2. Produtividade. 3. Qualidade do fruto. 4. Diversificação. 5. Citricultura. I. Silva, José Ferreira da. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

**Gustavo Brazão Buzaglo**

**COMBINAÇÕES COPA - PORTA-ENXERTO ALTERNATIVAS  
PARA PRODUÇÃO DE LARANJA DOCE NA REGIÃO  
METROPOLITANA DE MANAUS-AM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical.

Aprovado em 30 de abril de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Ferreira da Silva  
Universidade Federal do Amazonas



Dr. Fábio de Lima Gurgel  
Embrapa Amazônia Oriental



Dr. Carlos Alberto Franco Tucci  
Professor Emérito

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a Deus, pela minha existência e pelas oportunidades que tem me concedido;

À Universidade Federal do Amazonas e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical por oferecer a oportunidade de realização deste curso;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo;

A Embrapa pelo suporte a esta pesquisa por meio do projeto Citros Amazonas financiado pela FAPEAM;

Ao Prof. Dr. José Ferreira da Silva pelo apoio e orientação durante o curso de Pós-Graduação;

A todos os professores do programa de pós-graduação em Agronomia Tropical, pelos ensinamentos;

Ao Sr. Francisco Melo, por ter disponibilizado a área para execução da pesquisa e à fazenda Progresso pela infraestrutura e apoio durante as atividades em campo;

Às minhas amigas Milena Ribeiro, Laiane Sherly e Daniely Cunha, pela agilidade, eficiência, disponibilidade e pelo auxílio prático na execução desta pesquisa;

Aos colegas da Pós-Graduação, Lucivânia Izidoro, Patrik Onias, Marcelo Tavares, Tássia Michele, Charles Cunha, Jean Inozile, Pedro Chaves pelos momentos compartilhados durante o curso;

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Rosângela Malheiros Silva, pelo auxílio na estatística da pesquisa;

À minha família por estar sempre comigo, me apoiando e incentivando;

E a todos que de diferentes formas contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A citricultura brasileira utiliza um número limitado de porta-enxertos, embora seja grande a diversidade de espécies e clones de citros. A diversificação de porta-enxertos é uma alternativa para o aumento de produtividade e melhoria da qualidade dos frutos, garantindo também a sobrevivência das plantas perante fatores adversos. Estudos sobre desempenho de porta-enxertos cítricos no estado do Amazonas são escassos. Assim, objetivou-se com este trabalho de pesquisa avaliar o desempenho agrônômico de porta-enxertos de citros nas condições da Região Metropolitana de Manaus. O experimento foi instalado em fevereiro de 2013 no município de Rio Preto da Eva, em espaçamento 6 x 2,5 m. As variedades copas de laranjeira utilizadas foram ‘Rubi’, ‘Pera CNPMF D6’, ‘Valência Tuxpan’ e ‘Pineapple’, enxertadas sobre os porta-enxertos: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, tangerineira ‘Sunki Tropical’, citrandarins ‘Indio e ‘Riverside’ e os híbridos BRS Bravo, BRS Pompeu e LVK x LCR -038. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com 28 tratamentos, três repetições e quatro plantas na parcela. A produção de frutos foi no período de julho a setembro de 2019. Para a avaliação da qualidade dos frutos utilizou-se as características: peso, diâmetro, comprimento, rendimento de suco, sólidos solúveis, acidez titulável, ratio, pH e índice tecnológico. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ). Os porta-enxertos proporcionaram produtividades superiores aos demais conforme a variedade copa. Assim, o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ induziu maior produtividade às copas ‘Rubi’, ‘Pera CNPMF D6’, ‘Valência Tuxpan’ e ‘Pineapple’; o BRS Bravo com ‘Rubi’, ‘Pera CNPMF D6’ e ‘Valência Tuxpan’; os citrandarins ‘Riverside’ com ‘Rubi’ e ‘Pera CNPMF D6’ e ‘Indio’ com ‘Pera CNPMF D6’. Os porta-enxertos BRS Pompeu e o híbrido LVK x LCR - 038 sob as copas ‘Pera CNPMF D6’ e ‘Valência Tuxpan’, não produziram frutos, enquanto com as copas ‘Rubi’ e ‘Pineapple’ a produtividade foi inferior a todas as demais combinações. As características de qualidade do fruto variaram de acordo com a combinação copa - porta-enxerto. A sobrevivência das plantas em campo foi considerada boa, exceto para os porta-enxertos BRS Pompeu e híbrido LVK x LCR - 038 em combinação com as copas ‘Pera CNPMF D6’ e ‘Valência Tuxpan’.

**Palavras-chave:** *Citrus sinensis*, produtividade, qualidade do fruto, diversificação, citricultura.

## ABSTRACT

Brazilian citrus culture uses a limited number of rootstocks, although the diversity of citrus species and clones is great. The diversification of rootstocks is an alternative to increase productivity and improve fruit quality, while also ensuring the survival of plants against adverse factors. Studies on the performance of citrus rootstocks in the state of Amazonas are scarce. Thus, the objective of this research work was to evaluate the agronomic performance of rootstocks in the conditions of the Metropolitan Region of Manaus. The experiment was installed in February 2013 in the municipality of Rio Preto da Eva, in a 6 x 2.5 m spacing. The orange canopy varieties used were 'Rubi', 'Pera CNPMF D6', 'Valencia Tuxpan' and 'Pineapple', grafted on rootstocks: lemon tree 'Cravo Santa Cruz', tangerine 'Sunki Tropical', citrandarins 'Indio' and 'Riverside' and hybrids BRS Bravo, BRS Pompeu, LVK x LCR -038. The experimental design was in entirely randomized blocks, with 28 treatments, three replications and four plants in the plot. Fruit production was in the period from July to September 2019. For the evaluation of fruit quality, the following characteristics were used: weight, diameter, length, juice yield, soluble solids, titratable acidity, ratio, pH and technological index. The results were submitted to variance analysis and the means were grouped by the Scott-Knott test ( $P \leq 0.05$ ). The rootstocks provided higher yields than the others according to the canopy variety. Thus, the lemon tree 'Cravo Santa Cruz' induced greater productivity to the 'Rubi', 'Pera CNPMF D6', 'Valencia Tuxpan' and 'Pineapple'; BRS Bravo with 'Rubi', 'Pera CNPMF D6' and 'Valencia Tuxpan'; citrandarins 'Riverside' with 'Rubi' and 'Pera CNPMF D6' and 'Indio' with 'Pera CNPMF D6'. The rootstocks BRS Pompeu and the hybrid LVK x LCR - 038 under the 'Pera CNPMF D6' and 'Valencia Tuxpan' crowns, did not produce fruit, while with the 'Rubi' and 'Pineapple' crowns the yield was lower than all the other combinations. The quality characteristics of the fruit varied according to the canopy - rootstock combination. The survival of the plants in the field was considered good, except for the rootstocks BRS Pompeu and hybrid LVK x LCR - 038 in combination with the 'Pera CNPMF D6' and 'Valencia Tuxpan' canopies.

**Keywords:** *Citrus sinensis*, productivity, fruit quality, diversification, citriculture.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental. Rio Preto da Eva, AM. 2019.....	18
Tabela 2. Relação de porta-enxertos e copas utilizados no estudo. Rio Preto da Eva, AM. 2019. .....	18
Tabela 3. Combinações copa – porta-enxertos utilizadas no estudo. Rio Preto da Eva, AM. 2019.....	19
Tabela 4. Desdobramento da interação copa - porta-enxerto para número de frutos por planta, produção, produtividade e porcentagem de sobrevivência de laranjeira ‘Rubi’, ‘Pêra CNPMF D6’, ‘Valência Tuxpan’ e ‘Pineapple’ dentro de cada porta-enxerto. Rio Preto da Eva, AM, 2019.....	25
Tabela 5. Desdobramento da interação copa – porta-enxerto para peso, comprimento, diâmetro dos frutos, rendimento de suco, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, ratio e índice tecnológico dos frutos das laranjeiras ‘Rubi’, ‘Pêra CNPMF D6’, ‘Valência Tuxpan’ e ‘Pineapple’ dentro de cada porta-enxerto. Rio Preto da Eva, AM, 2019. ....	30



# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
2 OBJETIVOS .....	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	13
3.1 Citricultura no Amazonas.....	13
3.2 Enxertia .....	13
3.3 Variedades copa de laranja.....	14
3.4 Porta-enxertos de citros.....	15
3.5 Diversificação de genótipos de copas e porta-enxertos.....	16
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	17
4.1 Localização e caracterização da área experimental.....	17
4.2 Variedades copa e porta-enxerto utilizadas no estudo .....	18
4.3 Produção de frutos.....	18
4.4 Qualidade dos frutos.....	20
4.4.1 Avaliações físicas.....	20
4.4.2 Avaliações químicas.....	20
4.5 Delineamento experimental e análise estatística .....	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
5.1 Efeitos de sete porta-enxertos de citros sobre o desempenho da laranjeira ‘Rubi’ .....	21
5.2 Efeitos de sete porta-enxertos de citros sobre o desempenho da laranjeira ‘Pêra CNPMF D6’ .....	24
5.3 Efeitos de sete porta-enxertos de citros sobre o desempenho da laranjeira ‘Valência Tuxpan’ .....	28
5.4 Efeitos de sete porta-enxertos de citros sobre o desempenho da laranjeira ‘Pineapple’ ...	32
6 CONCLUSÕES.....	36
7 REFERÊNCIAS .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

Os citros são espécies frutíferas, cultivadas em mais de 140 países, que possuem clima tropical, subtropical e mediterrâneo, ocupam posição importante no comércio internacional de produtos agrícolas (LIU et al., 2015). O Brasil é o principal produtor mundial de laranja doce *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, 70% da produção brasileira é destinada à indústria de suco, o que torna o país também maior produtor e exportador de suco concentrado e congelado (USDA, 2019).

O estado do Amazonas é o segundo maior produtor de laranja, da região Norte do País, tendo produzido mais de 65 mil toneladas de frutos em 2020 (IBGE, 2021). Carvalho et al. (2015) relataram que o estado apresenta condições climáticas favoráveis à cultura. Entretanto, a expansão do cultivo é relativamente recente, a maior parte da produção ainda é proveniente de pequenos pomares, com baixa adoção de tecnologias de cultivo (CARVALHO et al., 2019).

As plantas cítricas cultivadas para produção comercial consistem em uma copa e um porta-enxerto, em que os atributos favoráveis da variedade copa, são combinados com aqueles do porta-enxerto (LIU et al., 2015; CARVALHO et al., 2016). No entanto, a citricultura brasileira utiliza um número limitado de porta-enxertos, havendo pouca diversificação nos pomares.

Historicamente o limoeiro ‘cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) é o principal porta-enxerto para citros no Brasil desde a década de 1960 (POMPEU JUNIOR & BLUMER, 2008). A preferência por este porta-enxerto está relacionada, entre outras razões, à sua capacidade de conferir alto vigor, boa produtividade e longevidade às copas (CUNHA SOBRINHO et al., 2013). Apesar de possuir excelentes características agrônômicas, o limoeiro cravo é suscetível ao declínio e à morte súbita, duas das principais doenças que destroem os pomares de citros no País (POMPEU JUNIOR & BLUMER, 2008; 2014).

O maior desafio para a expansão do setor citrícola no Brasil é a necessidade de diversificação de porta-enxertos adaptados aos diferentes sistemas de produção e condições ambientais (SAMPAIO et al., 2016). Inúmeros estudos sobre porta-enxertos de citros relatam a existência de variação no desempenho, devido às diferentes condições ambientais e de solo dos locais de cultivo. Por esse motivo, enfatiza-se a importância da realização de ensaios regionais para a recomendação de porta-enxertos adequados a cada região produtora (ŞEKERLI & TUZCO, 2020).

A citricultura do Amazonas encontra-se estabelecida exclusivamente sobre um único porta-enxerto, o limoeiro 'Cravo', que é altamente suscetível a importantes doenças, portanto esse fato representa, uma séria ameaça ao cultivo de citros. No cenário atual, em que a citricultura constitui uma importante atividade para a economia do estado, o estudo de novos porta-enxertos torna possível a seleção de genótipos alternativos, adaptados às condições locais, e capazes de conferir alto vigor e aumento de produtividade aos pomares.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o desempenho agronômico de porta-enxertos de citros em combinação com diferentes copas de laranjeira na Região Metropolitana de Manaus, Amazonas.

### **2.2 Objetivos específicos**

Avaliar a produção por planta, número de frutos, produtividade e porcentagem de sobrevivência das combinações copas - porta-enxertos.

Analisar as características físicas e químicas dos frutos.

Selecionar porta-enxertos adaptados às condições locais e alternativos ao uso do limoeiro 'Cravo'.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Citricultura no Amazonas**

A citricultura no estado do Amazonas teve início na década de 1970, com expansão até o início da década de 1990, quando a atividade sofreu sérios prejuízos, ocasionados pela introdução de pragas e doenças através de mudas contaminadas, vindas de outras regiões do País (SILVA et al., 2004).

Atualmente o Amazonas possui área plantada de 3895 ha e área colhida de 3241 ha, alcançando rendimento médio de 20,1 t ha<sup>-1</sup> em 2020 (IBGE, 2021). A citricultura tem desempenhado papel estratégico, no abastecimento do crescente mercado local, contribuindo para a redução de custos dos alimentos na região, ocasionados pelas longas distâncias entre o estado e os principais polos produtores (CARVALHO et al., 2019).

O cultivo de laranja no estado é favorecido pelas condições climáticas favoráveis, que permitem a produção durante praticamente todo o ano (CARVALHO et al., 2015). Porém ainda existem fatores limitantes ao crescimento da citricultura e ao aumento de produtividade, como a ausência de variedades adaptadas às condições edafoclimáticas da região (CARVALHO et al., 2019). No estado, cultiva-se principalmente a laranjeira Pêra (DIAS et al., 2013), variedade que possui grande aceitação pelo mercado consumidor e está entre as mais plantadas no Brasil (CRASQUE et al., 2020).

#### **3.2 Enxertia**

A prática da enxertia, combina um enxerto e um porta-enxerto, onde as duas partes são unidas para formar uma nova planta com a junção de características desejáveis. É uma técnica conhecida desde a antiguidade e utilizada na fruticultura para melhorar a variedade, aumentar o vigor e aumentar a tolerância das plantas a estresses bióticos e abióticos (HANANA & HAMED, 2015). A operação de enxertia envolve ferimento, cicatrização e restauração da continuidade vascular (ALBRECHT et al., 2019) e objetiva criar uma associação entre os dois organismos diferentes, e cada um com suas características, devem passar a viver em estreito relacionamento, mutuamente benéfico, para que a nova planta seja produtiva e longeva (POMPEU JUNIOR, 2005).

A enxertia dos citros já era conhecida desde o século V, no entanto, o surgimento da gomose causada por *Phytophthora* spp. na ilha dos Açores, em 1842, e o controle utilizando porta-enxertos resistentes, é considerado o ponto de transição da

citricultura de pés francos para a de plantas enxertadas (CHAPOT, 1975). No Brasil, desde a introdução dos citros por volta de 1540 e até o início do século XX, as plantas cítricas foram propagadas por sementes. Apenas quando a citricultura alcançou expressão comercial, iniciou-se o uso de plantas enxertadas (POMPEU JUNIOR, 2005).

A produção de mudas pelo método da enxertia apresenta custos mais elevados e necessita de mão de obra tecnicizada em relação ao método de propagação por sementes. No entanto, dá origem a plantas mais precoces e forma pomares uniformes, facilitando-se, assim, as operações relacionadas ao manejo e a colheita (BASTOS, 2010).

### **3.3 Variedades copa de laranja**

No grupo dos citros estão algumas das principais frutas produzidas no mundo, entre estas, as laranjas são as que possuem maior importância comercial (AGUILAR-HERNÁNDEZ et al., 2020). Seu cultivo predomina na maioria dos países citrícolas, com aproximadamente dois terços dos plantios, ficando o restante para as demais espécies (PIO et al., 2005).

As variedades copa utilizadas foram: ‘Rubi’, ‘Pêra CNPMF D6’, ‘Valência Tuxpan’ e ‘Pineapple’, descritas a seguir:

‘Rubi’: planta de porte alto e copa arredondada. Produz frutos de tamanho médio, esférico, com casca ligeiramente rugosa, coloração da polpa alaranjada e maturação meia-estação. Destaca-se para o mercado de fruta fresca (BASTOS et al., 2014).

‘Pêra CNPMF D6’: clone de laranjeira Pêra obtido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, é a variedade copa mais utilizada na citricultura do Norte e Nordeste do Brasil. Destaca-se em razão do excelente desempenho e da presença de estirpe fraca do *Citrus tristeza vírus* - CTV (BARBOSA & RODRIGUES, 2014).

‘Valência Tuxpan’: clone nucelar originado da laranjeira ‘Valência’, desenvolvido na Embrapa Mandioca e Fruticultura utilizando sementes oriundas de Tuxpan, México. Apresenta maturação tardia, com colheita entre os meses de agosto a outubro, variedade lançada com o objetivo de introduzir alternativa para ampliação do período de colheita dos pomares (PASSOS et al., 2004).

‘Pineapple’: variedade originária da Flórida. Planta de porte alto e copa arredondada, produz frutos de tamanho médio, esférico, com média de 16 sementes,

apresenta elevada produtividade e excelente qualidade de suco (BASTOS et al., 2014) e tem como característica a produção de safras precoces a início de meia-estação (PASSOS et al., 2007).

### 3.4 Porta-enxertos de citros

O porta-enxerto é um componente importante dos sistemas de produção agrícola de muitas frutas em todo o mundo. Nos citros, em particular, o uso do porta-enxerto adequado pode determinar o sucesso ou o fracasso de uma operação citrícola. (ALBRECHT et al., 2019).

Em citros o porta-enxerto influencia características morfológicas, bioquímicas, fisiológicas e genéticas da variedade copa nele enxertada, através da via de interação da copa com o porta-enxerto (SHAFQAT et al., 2019). Os efeitos dos porta-enxertos também refletem na produção das plantas, no rendimento da cultura, na qualidade do fruto e na capacidade de resistência a condições de estresse ambiental (ŞEKERLI & TUZCO, 2020).

Os porta-enxertos utilizados neste trabalho foram: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, tangerineira ‘Sunki Tropical’, os citrandarins ‘Indio’ e ‘Riverside’, e os híbridos BRS Pompeu, LVK x LCR - 038 e BRS Bravo, cujas características são apresentadas a seguir:

Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’: seleção de limoeiro ‘Cravo’ originado por mutação natural de gema, identificado no Banco Ativo de Germoplasma de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura, destaca-se por apresentar elevado número de sementes por fruto e alta taxa de poliembrionia, considerado superior ao normal da variedade; também possui rusticidade e fácil adaptação a diferentes condições de clima e solo (SOARES FILHO et al., 1999; PASSOS et al., 2007).

Tangerineira ‘Sunki Tropical’: trata-se de um clone da tangerineira ‘Sunki’ (*Citrus sunki* (Hayata) Hort. Ex Tan.), obtido pelo programa de melhoramento genético de citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Caracterizado pelo elevado número médio de sementes por fruto e pela elevada porcentagem de poliembrionia (SOARES FILHO et al., 2002; PASSOS et al. 2007).

Citrandarin ‘Indio’: citrandarins são híbridos de tangerinas com *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., reúnem as vantagens apresentadas pelos parentais e tem poder ananicante, capaz de induzir a formação de plantas compactas e produtivas (BLUMER

& POMPEU JUNIOR, 2005). O porta-enxerto ‘Indio’, é um híbrido do cruzamento entre *Citrus sunki* (Hayata) Hort. ex Tan. com *P. trifoliata*. É oriundo da estação experimental de Indio, Califórnia, pertencente ao United States Department of Agriculture e introduzido no Brasil pela Embrapa Mandioca e Fruticultura. Este genótipo apresenta ótimo comportamento, quando enxertado com laranjeiras doces, tangerineiras, limeiras ácidas e pomeleiros. Planta de porte médio, copa ereta e diâmetro médio de 2,4 m, folha trifoliada típica de *P. trifoliata* (BASTOS et al., 2014).

Citrandarin ‘Riverside’: híbrido do cruzamento entre *C. sunki* (Hayata) Hort. ex Tan. com *P. trifoliata*, e oriundo da estação experimental de Indio, Califórnia, e introduzido no Brasil pela Embrapa Mandioca e Fruticultura. Apresenta ótimo comportamento, quando enxertado com laranjeiras doces, tangerineiras, limeiras ácidas e pomeleiros (BASTOS et al. 2014). O uso dos híbridos entre *Citrus* spp. e *P. trifoliata* tem sido a estratégia mais produtiva para o desenvolvimento de novos porta-enxertos pelo programa de melhoramento de citros do United States Department of Agriculture e em outros programas de melhoramento (MCCOLLUM & BOWMAN, 2017).

BRS Pompeu: clone nucelar de híbrido, obtido pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura. É originário do cruzamento entre tangerineira ‘Sunki’ comum x Citrumelo ‘Swingle’ (CARVALHO et al., 2016)

LVK x LCR - 038: clone nucelar de híbrido obtido pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura. É originário do cruzamento entre limoeiro ‘Volkameriano’ x limoeiro ‘Cravo’ (CARVALHO et al., 2016).

BRS Bravo: é um clone nucelar de híbrido obtido pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura. É originário do cruzamento entre tangerineira ‘Sunki’ comum x (limoeiro ‘Cravo’ x *Poncirus trifoliata*). Considerado uma alternativa ao limoeiro ‘Cravo’ comum, por induzir formação de copa menor e com elevada eficiência produtiva (CARVALHO et al., 2016).

### **3.5 Diversificação de genótipos de copas e porta-enxertos**

Com as mudanças nos padrões climáticos e o surgimento de doenças, será constante a busca de novos porta-enxertos com capacidade de enfrentar alterações ambientais e certos estresses bióticos e abióticos, para sustentar a rentabilidade da citricultura (SHAFQAT et al., 2019; HUSSAIN et al., 2018).



Nos últimos anos, as pesquisas com porta-enxertos, visando a diversificação nas principais regiões citrícolas ao redor do mundo, estão voltadas à obtenção de genótipos tolerantes a salinidade, a seca (HUSSAIN et al., 2018; SHAFQAT et al., 2019; MAHMOUD et al., 2020) e principalmente a doenças, como no caso da HLB (Huanglongbing), também conhecida como greening, que é indiscutivelmente, a doença mais importante e mais devastadora dos citros em muitas partes do mundo. O uso de porta-enxertos tolerantes ao HLB é considerado uma das ferramentas mais eficazes atualmente disponíveis, para o combate à doença (MCCOLLUM & BOWMAN, 2017; BISI et al., 2020).

Para citricultura Brasileira, a diversificação de variedades copa e de porta-enxertos pode contribuir para aumentar a produtividade, melhorar a qualidade dos frutos e ampliar o período de colheita (CRASQUE et al., 2020), além de assegurar a resistência das plantas a condições adversas, como a seca e as doenças dos citros (RIBEIRO et al., 2021).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Localização e caracterização da área experimental**

O trabalho foi conduzido na fazenda FMI Citros, município de Rio Preto da Eva, Amazonas. A área experimental encontra-se a latitude 02° 41' 55,44" S, longitude 59° 25' 53,66" W e 80 m de altitude. O solo é classificado como Latossolo Amarelo (EMBRAPA, 2018). O clima é equatorial (tipo Af), temperatura alta, com valores médios de 23,5 °C e 31,2 °C para mínima e máxima respectivamente, e precipitação média anual de 2200 mm (ALVARES et al., 2013).

O pomar foi instalado em fevereiro de 2013, em espaçamento adensado 6 x 2,5 m, (667 plantas ha<sup>-1</sup>) e cultivado sem irrigação. As mudas foram originadas a partir de sementes e borbulhas de plantas matrizes do Banco Ativo de Germoplasma de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Os tratos culturais do pomar foram realizados seguindo as recomendações do Engenheiro Agrônomo responsável técnico da propriedade. A adubação de manutenção foi realizada de acordo com o resultado da análise de solo (Tabela 1), parcelada em três aplicações, sendo a primeira e segunda nos meses de setembro e dezembro de 2018, respectivamente e a terceira em fevereiro de 2019. Os demais tratos culturais foram, o

controle da podridão floral dos citros, com uso de fungicidas recomendados e o controle de plantas daninhas, realizado com roçagem na entrelinha e aplicação do herbicida glifosato (i.a.) 2 L ha<sup>-1</sup> na linha de plantio.

**Tabela 1.** Análise química do solo da área experimental. Rio Preto da Eva, AM. 2019.

Prof.	pH	P	K	B	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	Cu	Fe	Mn	Zn	V	MO
(cm)	H <sub>2</sub> O	-----mg	dm <sup>-3</sup> -----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	%	g kg <sup>-1</sup>
0 - 20	6,0	35,2	102	0,62	3,9	2,2	0,1	5,9	6	11,9	0,95	66,9	5,85	7,8	50,4	44

Prof. = profundidade do solo; SB=soma de bases; CTC= capacidade de troca de cátions; V= saturação por bases; MO= matéria orgânica. Análise realizada pelo departamento de solos da Universidade de São Paulo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

#### 4.2 Variedades copa e porta-enxerto utilizadas no estudo

Nesse estudo foram avaliados sete porta-enxertos em combinação com quatro variedades copa de laranjeira (Tabela 2), totalizando 28 combinações copa - porta-enxerto (Tabela 3). Como bordadura para o experimento foi utilizada uma linha de plantio com laranjeira ‘Pera’ enxertada em limoeiro ‘Cravo’ comum.

**Tabela 2.** Relação de porta-enxertos e copas utilizados no estudo. Rio Preto da Eva, AM. 2019.

Porta-enxertos	Copas
1 - Limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’	1 - ‘Rubi’
2 - Tangerineira ‘Sunki Tropical’	2 - ‘Pêra CNPMF D6’
3 - Citrandarin ‘Indio’	3 - Valência ‘Tuxpan’
4 - Citrandarin ‘Riverside’	4 - ‘Pineapple’
5 – BRS Pompeu	
6 - LVK x LCR – 038	
7 - BRS Bravo	

LVK: Limoeiro ‘Volkameriano’; LCR: Limoeiro ‘Cravo’.

#### 4.3 Produção de frutos

As colheitas foram realizadas entre os meses de julho e setembro de 2019 (quarta safra do pomar), de acordo com o período de amadurecimento dos frutos de cada variedade copa, para determinação do número e peso de frutos por parcela, obtidos pela contagem manual seguida da pesagem, registrando a produção de cada parcela em quilogramas.

**Tabela 3.** Combinações copa – porta-enxertos utilizadas no estudo. Rio Preto da Eva, AM. 2019.

Tratamentos	Porta-enxertos	Copas	Combinações
1	limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	‘Rubi’	‘Rubi’ x limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’
2	limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	‘Pêra CNPMF D6’	‘Pêra CNPMF D6’ x limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’
3	limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	‘Valência Tuxpan’	‘Valência Tuxpan’ x limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’
4	limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	‘Pineapple’	‘Pineapple’ x limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’
5	tangerineira ‘Sunki Tropical’	‘Rubi’	‘Rubi’ x tangerineira ‘Sunki Tropical’
6	tangerineira ‘Sunki Tropical’	‘Pêra CNPMF D6’	‘Pêra CNPMF D6’ x tangerineira ‘Sunki Tropical’
7	tangerineira ‘Sunki Tropical’	‘Valência Tuxpan’	‘Valência Tuxpan’ x tangerineira ‘Sunki Tropical’
8	tangerineira ‘Sunki Tropical’	‘Pineapple’	‘Pineapple’ x tangerineira ‘Sunki Tropical’
9	citrandarin ‘Indio’	‘Rubi’	‘Rubi’ x citrandarin ‘Indio’
10	citrandarin ‘Indio’	‘Pêra CNPMF D6’	‘Pêra CNPMF D6’ x citrandarin ‘Indio’
11	citrandarin ‘Indio’	‘Valência Tuxpan’	‘Valência Tuxpan’ x citrandarin ‘Indio’
12	citrandarin ‘Indio’	‘Pineapple’	‘Pineapple’ x citrandarin ‘Indio’
13	citrandarin ‘Riverside’	‘Rubi’	‘Rubi’ x citrandarin ‘Riverside’
14	citrandarin ‘Riverside’	‘Pêra CNPMF D6’	‘Pêra CNPMF D6’ x citrandarin ‘Riverside’
15	citrandarin ‘Riverside’	‘Valência Tuxpan’	‘Valência Tuxpan’ x citrandarin ‘Riverside’
16	citrandarin ‘Riverside’	‘Pineapple’	‘Pineapple’ x citrandarin ‘Riverside’
17	BRS Pompeu	‘Rubi’	‘Rubi’ x BRS Pompeu
18	BRS Pompeu	‘Pêra CNPMF D6’	‘Pêra CNPMF D6’ x BRS Pompeu
19	BRS Pompeu	‘Valência Tuxpan’	‘Valência Tuxpan’ x BRS Pompeu
20	BRS Pompeu	‘Pineapple’	‘Pineapple’ x BRS Pompeu
21	LVK x LCR – 038	‘Rubi’	‘Rubi’ x LVK x LCR – 038
22	LVK x LCR – 038	‘Pêra CNPMF D6’	‘Pêra CNPMF D6’ x LVK x LCR – 038
23	LVK x LCR – 038	‘Valência Tuxpan’	‘Valência Tuxpan’ x LVK x LCR – 038
24	LVK x LCR – 038	‘Pineapple’	‘Pineapple’ x LVK x LCR – 038
25	BRS Bravo	‘Rubi’	‘Rubi’ x BRS Bravo
26	BRS Bravo	‘Pêra CNPMF D6’	‘Pêra CNPMF D6’ x BRS Bravo
27	BRS Bravo	‘Valência Tuxpan’	‘Valência Tuxpan’ x BRS Bravo
28	BRS Bravo	‘Pineapple’	‘Pineapple’ x BRS Bravo

A produção por planta foi calculada pela divisão da produção pelo número de plantas na parcela, com resultado em quilogramas planta<sup>-1</sup>.

O número médio de frutos por planta foi calculado pela divisão entre o total de frutos colhidos pelo número de plantas na parcela.

A produtividade média para cada combinação copa - porta-enxerto foi estimada através do produto entre a produção por planta e o número de plantas por hectare, com resultado em t ha<sup>-1</sup>.

A sobrevivência das plantas foi calculada pela porcentagem de plantas vivas em cada parcela até 2019.

#### **4.4 Qualidade dos frutos**

Na avaliação da qualidade física e química dos frutos foram utilizadas amostras contendo 15 frutos maduros colhidos ao acaso, das plantas da área útil da parcela, com três repetições, totalizando 45 frutos por combinação copa - porta-enxerto.

##### **4.4.1 Avaliações físicas**

- a) Peso do fruto: determinado pela pesagem da amostra de 15 frutos em balança analítica, posteriormente calculada a média e o resultado expresso em gramas.
- b) Comprimento e diâmetro do fruto: as medidas foram feitas por leitura direta de cada amostra, com o auxílio de uma escala graduada em centímetros, posteriormente calculada a média, e o resultado expresso em centímetros.
- c) Rendimento de suco: determinado após a medição do volume do suco e calculado por meio da fórmula  $RS = (VS/PF) \times 100$ , onde VS = volume do suco de 15 frutos (mL) e PF = peso de 15 frutos (g), expresso em porcentagem.

##### **4.4.2 Avaliações químicas**

- a) Sólidos solúveis (SS): determinado por leitura direta em refratômetro digital Instrutherm® modelo RTD-45 e expresso em graus °Brix.
- b) Acidez titulável (AT): obtida por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), em que se mediu 10 mL de suco, adicionou-se água destilada até completar 50 mL e adicionou-se duas gotas do indicador fenolftaleína. Após agitação titulou-se a solução com hidróxido de sódio até mudança de coloração para róseo. Com o valor da quantidade de NaOH gasta foi calculada a porcentagem de ácido cítrico.

- c) pH do suco: determinado por meio de leitura direta no peagâmetro.
- d) Ratio: calculado pela divisão da quantidade de sólidos solúveis (SS) pela acidez titulável (AT).
- e) Índice tecnológico (IT): calculado pela fórmula,  $IT = (RS \times SS \times 40,8) / 10^4$ , onde: RS = rendimento do suco, SS = teor de sólidos solúveis e 40,8 = peso padrão da caixa de colheita de frutos, expressos em kg de sólidos solúveis por caixa ( $kg\ SS\ caixa^{-1}$ ) (DI GIORGI et al., 1990).

#### **4.5 Delineamento experimental e análise estatística**

Os fatores em estudo foram porta-enxertos em sete níveis e copas de laranja em quatro níveis. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições e análise em arranjo fatorial, num total de 84 parcelas experimentais.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO JÚNIOR, 2014).

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Efeitos de sete porta-enxertos de citros sobre o desempenho da laranja ‘Rubi’**

A avaliação do número de frutos por planta, indicou que as plantas enxertadas sobre os porta-enxertos BRS Bravo, citrandarin ‘Riverside’, tangerineira ‘Sunki Tropical’, Citrandarin ‘Índio’ e híbrido LVK x LCR – 038, apresentaram desempenhos superiores àquelas enxertadas no híbrido BRS Pompeu (Tabela 4).

Ao se avaliar a produção verificou-se que os porta-enxertos citrandarin ‘Riverside’, BRS Bravo e limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ sem diferir estatisticamente entre si, induziram as três maiores produções à copa ‘Rubi’ (Tabela 4).

A produção proporcionada pelos porta-enxertos citrandarin ‘Riverside’, BRS Bravo e limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, indica semelhança aos resultados obtidos por Carvalho et al. (2016), que ao testar 43 opções de porta-enxertos para produção de laranja doce no estado de Sergipe, verificaram que esses três genótipos estavam entre os melhores na indução da produção de frutos em quilogramas por planta.

Quanto à produtividade, os maiores rendimentos foram alcançados pelas plantas enxertadas sobre os porta-enxertos citrandarin ‘Riverside’, BRS Bravo e limoeiro

‘Cravo Santa Cruz’ (Tabela 4). Em combinação com os porta-enxertos citrandarin ‘Indio’, tangerineira ‘Sunki Tropical’ e os híbridos LVK x LCR – 038 e BRS Pompeu, a laranjeira ‘Rubi’ apresentou produtividade significativamente inferior.

Ao se comparar a produtividade da copa ‘Rubi’ sobre os porta-enxertos em estudo, com a produtividade média obtida no estado Amazonas que é de 20,1 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2021), observou-se que os porta-enxertos citrandarin ‘Riverside’, BRS Bravo e limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ no período avaliado, induziram produtividade superior à do Estado. Tendo os demais porta-enxertos proporcionado rendimento abaixo da média amazonense para frutos de laranja. Cabe ressaltar que, para a estimativa de produtividade considerou-se uma densidade de plantas (667 plantas ha<sup>-1</sup>), maior que a utilizada no estado. Assim, o plantio de forma adensada, pode ter contribuído para elevar a produtividade média de algumas combinações copa - porta-enxerto.

Com relação à sobrevivência das plantas, os porta-enxertos foram estatisticamente iguais, alcançando altas taxas de sobrevivências em combinação com a copa ‘Rubi’ (Tabela 4).

Da mesma forma que a produção de frutos é um fator decisivo na seleção de porta-enxertos de citros para uma determinada região, os efeitos na qualidade dos frutos também são de grande importância (MCCOLLUM & BOWMAN, 2017). A análise das características físicas e químicas dos frutos, demonstrou que houve influência dos porta-enxertos na qualidade dos frutos da laranjeira ‘Rubi’.

O peso dos frutos variou significativamente entre os porta-enxertos avaliados (Tabela 5). O citrandarin ‘Indio’ proporcionou a formação de frutos com peso superior aos demais. O híbrido BRS Pompeu e o citrandarin Riverside, foram estatisticamente semelhantes entre si e superiores ao limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e BRS Bravo. Enquanto os porta-enxertos Sunki Tropical e o híbrido LVK x LCR - 038 induziram a formação de frutos com peso inferior aos demais.

As características comprimento e diâmetro seguiram a mesma tendência do peso dos frutos (Tabela 5), ou seja, os frutos maiores foram os que apresentaram maior peso. As plantas enxertadas sobre o citrandarin ‘Indio’, produziram frutos com comprimento e diâmetro, estatisticamente superior aos demais. Já os frutos de menor comprimento e diâmetro foram produzidos pelas plantas enxertadas no híbrido LVK x LCR - 038, com exceção deste último, os demais porta-enxertos induziram a produção de frutos grandes (diâmetro superior a 71 mm) de acordo com as normas de classificação para o mercado

de citros de mesa (CEAGESP, 2011). De acordo com a classificação proposta por essa instituição, na comercialização de frutos para consumo *in natura*, apenas o diâmetro é considerado, pois através dele é estimado o número de frutos por caixa.

Em relação ao rendimento de suco, os porta-enxertos tangerineira ‘Sunki Tropical’ e BRS Bravo, proporcionaram os melhores resultados, sem diferença estatística entre si e superiores ao limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, citrandarin ‘Riverside’ e aos híbridos LVK x LCR – 038 e BRS Pompeu (Tabela 5). Esses genótipos atenderam ao rendimento de suco preconizado para a laranja doce destinada ao consumo *in natura*, que segundo o Codex Alimentarius (2005), deve ser de no mínimo 35%. Apenas o citrandarin ‘Indio’ proporcionou rendimento abaixo deste índice. A exemplo deste porta-enxerto, observou-se que, o maior peso e tamanho dos frutos nem sempre coincidiu com maior rendimento de suco.

Os sólidos solúveis constituem uma importante característica dos frutos cítricos, são formados predominantemente por açúcares, aminoácidos e vitaminas. Com o desenvolvimento e amadurecimento do fruto naturalmente ocorre o aumento no teor de sólidos solúveis, devido principalmente ao acúmulo de açúcares (PEREIRA et al., 2006).

Para os frutos da laranjeira ‘Rubi’ o maior teor de sólidos solúveis foi verificado nos frutos das plantas enxertadas no híbrido LVK x LCR - 038, que foi significativamente superior aos demais porta-enxertos (Tabela 5). Entre os demais genótipos avaliados, as concentrações de sólidos solúveis nos frutos foram inferiores a 10 °Brix, que é o mínimo exigido para as laranjas doces no mercado de fruta fresca e para a indústria (BRASIL, 2018; CEAGESP, 2011).

A acidez titulável foi superior nos frutos das plantas enxertadas sobre o híbrido LVK x LCR - 038 e limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, diferindo significativamente dos demais porta-enxertos, os quais apresentaram frutos com acidez abaixo de 0,5% de ácido cítrico (Tabela 5). Os baixos valores de acidez provavelmente estão relacionados ao período de colheita, indicando que os frutos já haviam completado a maturação, pois, segundo Pereira et al. (2006), a acidez titulável geralmente diminui com o amadurecimento dos frutos, e nas laranjas doces varia entre 0,5 e 1,0% de ácido cítrico, sendo os maiores valores para os frutos que ainda não atingiram a maturação completa.

Com relação ao pH, não se encontra estabelecido na literatura um valor mínimo como padrão de qualidade para laranja. Nessa avaliação, apenas o limoeiro ‘Cravo

Santa Cruz' e BRS Pompeu apresentaram diferença significativa entre os porta-enxertos estudados (Tabela 5).

O ratio, determinado pela razão sólidos solúveis/acidez titulável, é o índice que representa o grau de equilíbrio entre os açúcares e os ácidos orgânicos presentes no suco e para as laranjas doces também é adotado como indicativo de maturação e época de colheita (CAVALCANTE et al., 2006). Nessa avaliação, os frutos produzidos pelas plantas enxertadas sobre o citrandarin 'Indio', BRS Bravo e híbrido LVK x LCR – 038, apresentaram ratio superior aos demais (Tabela 5). Entretanto, com todos os porta-enxertos, a laranjeira 'Rubi' produziu frutos com valores de ratio acima de 7,0 e 9,5, valores mínimos estabelecidos para a indústria de suco e para consumo *in natura*, respectivamente (BRASI, 2028; CEAGESP, 2011).

Quanto ao índice tecnológico, os frutos das plantas enxertadas sobre o híbrido LVK x LCR - 038 apresentaram valor superior, diferindo estatisticamente dos demais porta-enxertos, este valor resulta dos altos valores de rendimento de suco e sólidos solúveis, também verificados para este porta-enxerto. Entretanto, é importante ressaltar que, apesar da influência positiva nesta e em outras variáveis analisadas, este porta-enxerto foi pouco expressivo em produção, e induziu a formação de frutos com peso e tamanho inferior em comparação aos outros genótipos estudados.

Os frutos da laranjeira 'Rubi' em combinação com os porta-enxertos tangerineira 'Sunki Tropical', BRS Bravo, limoeiro 'Cravo Santa Cruz', citrandarins 'Indio' e 'Riverside' e BRS Pompeu, apresentaram índice tecnológico inferior em relação ao híbrido LVK x LCR – 038 (Tabela 5).

## **5.2 Efeitos de sete porta-enxertos de citros sobre o desempenho da laranjeira 'Pêra CNPMF D6'**

Os porta-enxertos, limoeiro 'Cravo Santa Cruz', citrandarins 'Riverside', 'Indio' e BRS Bravo foram aqueles que proporcionaram a produção de maior número de frutos à copa 'Pêra CNPMF D6', sendo estatisticamente superiores aos demais porta-enxertos (Tabela 4).



**Tabela 4.** Desdobramento da interação copa - porta-enxerto para número de frutos por planta, produção, produtividade e porcentagem de sobrevivência de laranjeira ‘Rubi’, ‘Pêra CNPMF D6’, ‘Valência Tuxpan’ e ‘Pineapple’ dentro de cada porta-enxerto. Rio Preto da Eva, AM, 2019. <sup>(1)</sup>

Porta-enxertos	Número de frutos por planta	Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	Sobrevivência (%)
Copa ‘Rubi’				
Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	160,0 a	36,8 a	24,5 a	58,3 a
Tangerineira ‘Sunki Tropical’	106,9 a	20,3 b	13,5 b	75,0 a
Citrandarin ‘Indio’	83,4 a	22,3 b	14,9 b	100,0 a
Citrandarin ‘Riverside’	239,0 a	57,9 a	38,5 a	83,3 a
BRS Pompeu	2,0 b	0,6 c	0,4 c	83,3 a
LVK x LCR – 038	112,6 a	15,1 b	10,1 b	91,6 a
BRS Bravo	226,9 a	48,5 a	32,3 a	83,3 a
Copa ‘Pêra CNPMF D6’				
Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	277,3 a	47,9 a	31,9 a	75,0 a
Tangerineira ‘Sunki Tropical’	62,5 b	10,5 b	7,1 b	83,3 a
Citrandarin ‘Indio’	162,0 a	30,8 a	20,5 a	91,6 a
Citrandarin ‘Riverside’	251,4 a	41,6 a	27,7 a	91,6 a
BRS Pompeu	0,0 b	0,0 b	0,0 c	91,6 a
LVK x LCR – 038	0,0 b	0,0 b	0,0 c	0,0 b
BRS Bravo	181,9 a	34,4 a	22,9 a	100,0 a
Copa ‘Valência Tuxpan’				
Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	393,0 a	74,9 a	49,9 a	75,0 a
Tangerineira ‘Sunki Tropical’	127,2 b	33,4 b	22,2 b	83,3 a
Citrandarin ‘Indio’	200,6 b	53,0 b	35,3 b	100,0 a
Citrandarin ‘Riverside’	149,3 b	41,2 b	27,5 b	100,0 a
BRS Pompeu	0,0 c	0,0 c	0,0 c	83,3 a
LVK x LCR – 038	0,0 c	0,0 c	0,0 c	16,6 b
BRS Bravo	339,9 a	79,4 a	52,9 a	83,3 a
Copa ‘Pineapple’				
Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	545,4 a	96,2 a	64,1 a	83,3 a
Tangerineira ‘Sunki Tropical’	60,1 c	13,2 c	8,8 c	91,6 a
Citrandarin ‘Indio’	175,9 b	39,9 b	26,5 b	83,3 a
Citrandarin ‘Riverside’	168,2 b	38,9 b	25,9 b	91,6 a
BRS Pompeu	7,4 c	1,4 c	0,9 c	100,0 a
LVK x LCR – 038	67,9 c	11,8 c	7,9 c	83,3 a
BRS Bravo	22,1 b	45,1 b	30,0 b	100,0 a
CV (%)	35,28	33,24	35,19	21,1

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A laranjeira ‘Pera CNPMF D6’ enxertada sobre a tangerineira ‘Sunki Tropical’ obteve produção de frutos inferior aos outros genótipos. E em combinação com os porta-enxerto BRS Pompeu e sobre o híbrido LVK x LCR – 038 não produziu frutos na safra de 2019.

Na avaliação da produção, os melhores desempenhos foram proporcionados pelo porta-enxerto limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, seguido do citrandarin ‘Riverside’, BRS Bravo e citrandarin ‘Indio’, com produções de três a quatro vezes maiores que a das plantas enxertadas sobre a tangerineira ‘Sunki Tropical’, que nas condições do estudo foram as menos produtivas (Tabela 4).

Entre os porta-enxertos mais produtivos em combinação com a copa ‘Pêra CNPMF D6’ nesse estudo, deve-se destacar o desempenho do limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, considerado muito produtivo nos estados da Bahia e Sergipe (RIBEIRO et al., 2021; CARVALHO et al., 2016). De outro modo, o baixo desempenho produtivo proporcionado pelo porta-enxerto tangerineira ‘Sunki Tropical’, sugere uma possível falta de adaptação às condições locais, uma vez que em outras regiões este porta-enxerto tem apresentado bons resultados sob diversas copas de laranja doce (RIBEIRO et al., 2021).

Em relação a estimativa de produtividade, os porta-enxertos que induziram os maiores rendimentos foram o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, citrandarins ‘Riverside’ e ‘Indio’ e o híbrido BRS Bravo (Tabela 4). Os resultados demonstram que estes quatro porta-enxertos proporcionaram à copa ‘Pêra CNPMF D6’, produtividade superior à registrada para o estado do Amazonas (20,1 t ha<sup>-1</sup>) e para a região Norte (16,8 t ha<sup>-1</sup>) (IBGE, 2021).

Com exceção do híbrido LVK x LCR – 038, todos os porta-enxertos avaliados resultaram em altas taxas de sobrevivência das plantas até os seis anos do pomar (Tabela 4). Para a copa ‘Pêra CNPMF D6’ enxertada sobre o referido híbrido, foi verificada mortalidade total das plantas. A causa da morte pode ter sido possivelmente, gomose, causada por *Phytophthora* spp. uma vez que foram observados sintomas visuais da doença como clorose e queda de folhas, antecedendo o secamento completo e morte da planta (OLIVEIRA et al., 2011).

Quanto a qualidade dos frutos da laranjeira ‘Pêra CNPMF D6’, as análises das características físicas e químicas, demonstraram que, com exceção dos porta-enxertos BRS Pompeu e LVK x LCR – 038, os demais proporcionaram desempenhos iguais em

relação ao teor de sólidos solúveis, acidez titulável e pH. O contrário foi observado para as características, peso do fruto, comprimento, diâmetro, rendimento de suco, ratio e índice tecnológico.

Em relação à característica peso do fruto (Tabela 5), entre os porta-enxertos avaliados, o citrandarin ‘Indio’ foi aquele que induziu a produção de frutos com maior peso, sendo estatisticamente superior aos demais.

Para o tamanho dos frutos, o citrandarin ‘Indio’ e o híbrido BRS Bravo, se destacaram pelo comprimento superior, diferindo significativamente dos demais porta-enxertos (Tabela 5). Quanto ao diâmetro dos frutos (Tabela 5), todos os porta-enxertos avaliados, induziram a formação de frutos considerados de tamanho médio (entre 65 e 71 mm) de acordo com a classificação de citros de mesa (CEAGESP, 2011).

Com relação ao rendimento de suco, o porta-enxerto BRS Bravo se destacou com rendimento superior (Tabela 5), diferindo significativamente aos demais porta-enxertos. Com exceção dos porta-enxertos BRS Pompeu e LVK x LCR – 038, todos os demais induziram aos frutos de laranja ‘Pêra CNPMF D6’ rendimento de suco superior ao índice de 45%, mínimo exigido pelo mercado para a laranja ‘Pêra’ destinada ao consumo *in natura* (CEAGESP, 2011).

Os sólidos solúveis dos frutos foram iguais entre os porta-enxertos, com exceção aos híbridos BRS Pompeu e LVK x LCR – 038 que em combinação com a copa ‘Pêra CNPMF D6’ não produziram frutos (Tabela 5). Entretanto, os genótipos limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e BRS Bravo, foram aqueles que, nas condições estudadas, apresentaram teor de sólidos solúveis superiores a 10,0 °Brix, que é o mínimo estabelecido para a laranja doce, tanto no mercado *in natura* quanto para processamento industrial (BRASIL, 2018; CEAGESP, 2011).

Independente do porta-enxerto utilizado os frutos apresentaram baixa porcentagem de ácido cítrico (Tabela 5). A baixa acidez pode ser explicada pelo fato de que os frutos foram colhidos tardiamente (mês de julho). Segundo Silva et al. (2004), nos trópicos a laranja permanece na planta por cerca de quatro semanas após atingir a maturação, e quanto maior o tempo de permanência, menor é a acidez. Com a maturação dos frutos, naturalmente ocorre a diminuição da acidez, em razão da diluição provocada pelo acúmulo de água e pela utilização dos ácidos orgânicos durante o

processo de respiração, processo que se intensifica quanto maior a temperatura média local (AGUSTÌ, 2010).

Em relação ao pH, não se encontra estabelecido na literatura um valor mínimo como padrão de qualidade para laranja. Nessa avaliação, apenas os porta-enxertos BRS Pompeu e LVK x LCR – 038 apresentaram diferença significativa quanto ao pH dos frutos (Tabela 5), visto que em combinação com a laranjeira ‘Pêra CNPMF D6’ não houve produção (Tabela 4).

Quanto ao ratio do suco, foram observados valores elevados, exceto para os híbridos BRS Pompeu e LVK x LCR – 038. Os frutos da laranjeira ‘Pêra CNPMF D6’ em combinação com os demais porta-enxertos, apresentaram valores acima do mínimo estabelecido para a indústria de suco e para consumo *in natura* que é de 7,0 e 9,5 respectivamente (BRASIL, 2018; CEAGESP, 2011). O porta-enxerto limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ foi o que apresentou valor de ratio significativamente superior aos demais (Tabela 5). É importante observar que os altos valores de ratio estão em função dos baixos valores de acidez também verificados nos frutos. Segundo Agustí (2010), durante a maturação dos frutos, a relação SS/AT tende a aumentar devido à diminuição dos ácidos e aumento dos açúcares, porém o valor absoluto depende da variedade e das condições de cultivo.

Em relação ao índice tecnológico, os frutos da copa ‘Pêra CNPMF D6’ enxertada sobre BRS Bravo e limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ apresentaram resultados superiores aos demais (Tabela 5). Esses altos valores podem ser explicados pelo fato que estes porta-enxertos foram aqueles que também apresentaram os maiores rendimentos de suco e altos teores de sólidos solúveis. Os porta-enxertos citrandarin ‘Riverside’, tangerineira ‘Sunki Tropical’ e citrandarin ‘Indio’, foram estatisticamente iguais e apresentaram índice tecnológico inferior.

### **5.3 Efeitos de sete porta-enxertos de citros sobre o desempenho da laranjeira ‘Valência Tuxpan’**

A laranjeira ‘Valência Tuxpan’ apresentou elevada produção de frutos quando enxertada sobre o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e BRS Bravo, superando os demais porta-enxertos (Tabela 4). Enquanto em combinação com os híbridos BRS Pompeu e LVK x LCR - 038, não houve produção frutos, na safra de 2019.

Quanto à produção em quilogramas de frutos por planta, os melhores desempenhos foram induzidos pelos porta-enxertos BRS Bravo e limoeiro ‘Cravo Santa

Cruz'. Os citrandarins 'Indio' e 'Riverside' e tangerineira 'Sunki Tropical', apresentaram produção estatisticamente igual (Tabela 4).

Quanto à produtividade (Tabela 4), o maior rendimento foi alcançado pelo porta-enxerto BRS Bravo, seguido do limoeiro 'Cravo Santa Cruz', os quais foram estatisticamente superiores aos demais. Os porta-enxertos citrandarins 'Indio' e 'Riverside' e a tangerineira 'Sunki Tropical', apresentaram resultados estatisticamente iguais e superiores aos híbridos BRS Pompeu e LVK x LCR – 038, que em combinação com a copa 'Valência Tuxpan' não produziram frutos.

Os resultados demonstram que no período avaliado os porta-enxertos BRS Bravo, limoeiro 'Cravo Santa Cruz', citrandarins 'Indio' e 'Riverside' e a tangerineira 'Sunki Tropical' induziram à laranjeira 'Valência Tuxpan' produtividade acima das médias do Amazonas (20,1 t ha<sup>-1</sup>) e da região Norte (16,8 t ha<sup>-1</sup>) para produtividade de laranja doce (IBGE, 2021).

Quanto à sobrevivência das plantas (Tabela 4) apenas o híbrido LVK x LCR – 038 apresentou diferença significativa. Esse porta-enxerto originou plantas de vida curta, evidenciado pela menor porcentagem de sobrevivência entre os sete porta-enxertos avaliados. A morte dessas plantas pode ter sido provocada possivelmente, por gomose, causada por *Phytophthora* spp. uma vez que foram observados sintomas visuais da doença como clorose e queda de folhas, antecedendo o secamento completo e morte da planta (OLIVEIRA et al., 2011).

Quanto à qualidade dos frutos da laranjeira 'Valência Tuxpan', com exceção dos porta-enxertos BRS Pompeu e LVK x LCR – 038, os demais proporcionaram desempenhos iguais em relação às características rendimento de suco, ratio e pH. Diferente do que foi observado para as características peso do fruto, diâmetro, comprimento, sólidos solúveis, acidez titulável, e índice tecnológico.

Em relação ao peso dos frutos, os citrandarins 'Riverside' e 'Indio', apresentaram os melhores resultados (Tabela 5), e foram significativamente superiores aos demais porta-enxertos.

**Tabela 5.** Desdobramento da interação copa – porta-enxerto para peso, comprimento, diâmetro dos frutos, rendimento de suco, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, ratio e índice tecnológico dos frutos das laranjeiras ‘Rubi’, ‘Pêra CNPMF D6’, ‘Valência Tuxpan’ e ‘Pineapple’ dentro de cada porta-enxerto. Rio Preto da Eva, AM, 2019. <sup>(1)</sup>

Porta-enxertos	Peso (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Rendimento de suco (%)	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (%)	pH	Ratio (SS/AT)	Índice tecnológico (kg SS cx <sup>-1</sup> )
Copa ‘Rubi’									
Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	211,4 c	6,9 c	7,5 c	42,5 b	8,5 b	0,39 a	3,42 b	22,5 b	1,48 c
Tangerineira ‘Sunki Tropical’	175,7 d	6,7 d	7,6 b	50,6 a	8,7 b	0,35 b	4,06 a	25,0 b	1,79 b
Citrandarin ‘Indio’	302,8 a	8,2 a	8,1 a	30,6 d	8,5 b	0,31 b	4,17 a	27,4 a	1,00 d
Citrandarin ‘Riverside’	221,6 b	6,9 c	7,5 c	45,4 b	7,6 c	0,31 b	4,08 a	24,5 b	1,41 c
BRS Pompeu	228,9 b	7,6 b	7,8 b	37,6 c	7,1 c	0,30 b	3,47 b	23,3 b	1,00 d
LVK x LCR – 038	163,2 e	6,3 e	7,0 d	45,2 b	11,1 a	0,41 a	3,86 a	27,3 a	2,00 a
BRS Bravo	209,0 c	6,6 d	7,3 c	48,7 a	8,8 b	0,32 b	4,06 a	27,3 a	1,75 b
Copa ‘Pêra CNPMF D6’									
Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	177,9 c	6,8 b	6,7 b	51,1 b	10,4 a	0,10 a	3,32 a	100,7 a	2,17 a
Tangerineira ‘Sunki Tropical’	184,1 c	6,9 b	6,6 b	48,7 b	9,7 a	0,10 a	3,49 a	93,4 b	1,93 b
Citrandarin ‘Indio’	215,3 a	7,3 a	7,0 a	46,4 b	9,8 a	0,11 a	3,40 a	92,0 b	1,86 b
Citrandarin ‘Riverside’	186,1 c	6,8 b	6,8 a	48,7 b	9,7 a	0,11 a	3,59 a	88,2 b	1,94 b
BRS Pompeu	0,0 d	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,00 b	0,00 b	0,0 c	0,00 c
LVK x LCR – 038	0,0 d	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,00 b	0,00 b	0,0 c	0,00 c
BRS Bravo	196,8 b	7,1 a	7,0 a	56,2 a	10,0 a	0,11 a	3,42 a	93,4 b	2,30 a
Copa ‘Valência Tuxpan’									
Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	226,2 c	6,9 c	7,1 b	45,2 a	11,0 a	0,77 a	3,78 a	14,5 a	2,03 a
Tangerineira ‘Sunki Tropical’	261,5 b	7,4 a	7,9 a	42,6 a	9,7 b	0,76 a	3,83 a	12,8 a	1,69 b
Citrandarin ‘Indio’	280,1 a	7,5 a	7,9 a	48,2 a	9,8 b	0,62 b	3,87 a	15,8 a	1,93 a
Citrandarin ‘Riverside’	285,1 a	7,6 a	8,0 a	45,0 a	9,6 b	0,58 b	3,98 a	16,7 a	1,76 b
BRS Pompeu	0,0 d	0,0 d	0,0 c	0,0 b	0,0 c	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 c
LVK x LCR – 038	0,0 d	0,0 d	0,0 c	0,0 b	0,0 c	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 c
BRS Bravo	253,3 b	7,2 b	7,7 a	45,3 a	9,7 b	0,71 a	3,82 a	13,6 a	1,80 b
Copa ‘Pineapple’									
Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	214,3 c	6,8 b	7,1 b	44,4 b	8,0 d	0,36 b	3,81 a	22,1 c	1,45 c
Tangerineira ‘Sunki Tropical’	247,8 a	7,1 a	7,6 a	40,4 b	7,6 d	0,41 b	3,75 a	18,6 c	1,26 d
Citrandarin ‘Indio’	253,1 a	7,0 a	7,6 a	42,1 b	7,6 d	0,39 b	3,85 a	20,2 c	1,31 d
Citrandarin ‘Riverside’	254,2 a	7,0 a	7,5 a	40,9 b	8,4 c	0,41 b	3,77 a	20,9 c	1,41 c
BRS Pompeu	232,2 b	6,9 a	7,3 b	31,8 c	8,5 c	0,47 a	3,68 a	18,2 c	1,03 e
LVK x LCR – 038	184,6 d	6,6 c	7,3 b	53,5 a	10,9 a	0,37 b	3,77 a	29,9 a	2,38 a
BRS Bravo	219,7 c	6,8 b	7,1 b	42,0 b	9,3 b	0,38 b	3,75 a	24,4 b	1,60 b
CV (%)	1,91	0,99	1,26	2,62	2,07	2,30	2,32	4,60	2,25

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

As características de comprimento e diâmetro seguiram a mesma tendência do peso dos frutos, os citrandarins ‘Riverside’ e ‘Indio’ que proporcionaram maior peso, também se destacaram com maiores comprimento e diâmetro dos frutos (Tabela 5). Já para os porta-enxertos BRS Bravo, limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e tangerineira ‘Sunki Tropical’ foi observada a produção de frutos com diâmetro e comprimento inferiores em relação àqueles dos citrandarins. No entanto, independente do porta-enxerto utilizado, as plantas produziram frutos grandes (diâmetro superior a 71 mm), segundo a classificação de citros de mesa (CEAGESP, 2011).

Quanto ao rendimento de suco apenas os porta-enxertos BRS Pompeu e LVK x LCR – 038 apresentaram diferença significativa, uma vez que não houve produção de frutos da copa ‘Valência Tuxpan’ em combinação com estes porta-enxertos. Os demais proporcionaram rendimentos de suco iguais estatisticamente (Tabela 5), superando os 44% que é o mínimo estabelecido para a laranja ‘Valência’ no mercado de fruta fresca (CEAGESP, 2011), apenas o porta-enxerto tangerineira ‘Sunki Tropical’ induziu a produção de frutos com rendimento inferior ao mínimo recomendado.

Com relação ao teor de sólidos solúveis no suco, o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, foi significativamente superior aos demais (Tabela 5). Os porta-enxertos tangerineira ‘Sunki Tropical’, citrandarins ‘Indio’ e ‘Riverside’ e o híbrido BRS Bravo, induziram concentrações de sólidos solúveis abaixo de 10 °Brix, que é a concentração mínima exigida para o mercado de fruta fresca e para processamento industrial (BRASIL, 2018; CEAGESP, 2011).

A acidez titulável foi inferior nos frutos das plantas enxertadas nos citrandarins ‘Indio’ e ‘Riverside’ (Tabela 5). Já os frutos mais ácidos foram das plantas enxertadas em limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, tangerineira ‘Sunki tropical’ e BRS Bravo. Os valores de acidez estiveram dentro da faixa de 0,5 e 1,0% de ácido cítrico, citados por Pereira et al. (2006) como referência para a acidez das laranjas doces, em que os valores maiores são para frutos que ainda não atingiram a maturação completa.

Em relação ao pH, não se encontra estabelecido na literatura um valor mínimo como padrão de qualidade para laranja. Nessa avaliação, apenas os porta-enxertos BRS Pompeu e LVK x LCR – 038 apresentaram diferença significativa, visto que não houve produção de frutos da copa ‘Valência Tuxpan’ sobre estes dois porta-enxertos. Para os demais, os valores de pH dos frutos foram estatisticamente iguais (Tabela 5).

Quanto ao ratio do suco, apenas os porta-enxertos BRS Pompeu e LVK x LCR – 038 proporcionaram desempenho inferior, com os demais, os valores de ratio foram estatisticamente iguais (Tabela 5) e acima do mínimo estabelecido para a indústria de suco e para consumo *in natura*, que é de 7,0 e 9,5 respectivamente (BRASIL, 2018; CEAGESP, 2011). A relação SS/AT ou ratio representa o equilíbrio entre os açúcares e os ácidos orgânicos presentes no suco, enquanto individualmente o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável podem representar um falso indicativo de sabor do fruto (CAVALCANTE et al., 2006).

Com relação ao índice tecnológico os frutos das plantas enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e citrandarin ‘Indio’, apresentaram os melhores resultados, diferindo significativamente dos demais. Índices tecnológicos inferiores foram registrados para os frutos produzidos sobre os porta enxertos BRS Bravo, citrandarin ‘Riverside’ e tangerineira ‘Sunki Tropical’ (Tabela 5). O índice tecnológico é uma característica baseada no teor de sólidos solúveis e no rendimento de suco, assim, os frutos que apresentam altos valores para essas características também apresentam elevado índice tecnológico.

#### **5.4 Efeitos de sete porta-enxertos de citros sobre o desempenho da laranjeira ‘Pineapple’**

Na copa ‘Pineapple’, o maior número de frutos foi alcançado pelas plantas enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, que foi superior aos demais. Os porta-enxertos, BRS Bravo, e citrandarins ‘Indio’ e ‘Riverside’, proporcionaram desempenhos estatisticamente iguais e superiores aos híbridos LVK x LCR - 038, BRS Pompeu e tangerineira ‘Sunki Tropical (Tabela 4).

Em relação à produção, o melhor porta-enxerto foi o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, que proporcionou à copa ‘Pineapple’ produção superior aos demais (Tabela 4). Quanto à produtividade, o melhor desempenho também foi proporcionado pelo limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, apresentando rendimento superior a todas as demais combinações copa - porta-enxertos. O híbrido BRS Bravo e os citrandarins ‘Indio’ e ‘Riverside’ proporcionaram resultados iguais estatisticamente e foram superiores à tangerineira ‘Sunki Tropical’ e aos híbridos LVK x LCR - 038 e BRS Pompeu.

Ao se fazer a comparação com a média de produtividade para laranja doce no Estado do Amazonas que é de 20,1 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2021), verificou-se que os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, citrandarins ‘Indio’ e ‘Riverside’ e o híbrido



BRS Bravo, no período avaliado, induziram produtividade superior à média do Estado. Tendo os demais porta-enxertos apresentado produtividade inferior (Tabela 4).

Os sete porta-enxertos avaliados, em combinação com a copa ‘Pineapple’ foram estatisticamente iguais em relação à taxa de sobrevivência das plantas até os seis anos do pomar (Tabela 4).

Com relação à qualidade do fruto, as análises das características físicas e químicas, demonstraram que houve influência dos porta-enxertos nas características analisadas.

O peso dos frutos variou significativamente entre os porta-enxertos estudados (Tabela 5), os citrandarins ‘Riverside’ e ‘Indio’, bem como a tangerineira ‘Sunki Tropical’, induziram a produção de frutos com maior peso, e foram estatisticamente superiores aos genótipos BRS Pompeu, BRS Bravo e limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’. Já em combinação com o híbrido LVK x LCR - 038 os frutos da laranjeira ‘Pineapple’ apresentaram peso inferior em relação aos demais.

Os porta-enxertos tangerineira ‘Sunki Tropical’, os citrandarins ‘Riverside’ e ‘Indio’ e o híbrido BRS Pompeu proporcionaram maior comprimento aos frutos diferindo significativamente dos demais (Tabela 5). Quanto ao diâmetro os maiores valores foram observados nos frutos das plantas enxertadas sobre a tangerineira ‘Sunki Tropical’, e sobre os citrandarins ‘Riverside’ e ‘Indio’, que foram superiores aos demais. No entanto, para os sete porta-enxertos em combinação com a copa ‘Pineapple’, o diâmetro dos frutos esteve acima de 7,1 cm (Tabela 5), desse modo os frutos foram classificados como grandes (maior que 71 mm), de acordo com os padrões de comercialização de citros de mesa (CEAGESP,2011).

Para o rendimento de suco, os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, tangerineira ‘Sunki Tropical’, citrandarins ‘Indio’ e ‘Riverside’ e BRS Bravo, apresentaram desempenhos iguais, alcançando rendimento igual ou superior a 40% (Tabela 5). Portanto, acima do mínimo (35%) preconizado pelo Codex Alimentarius (2005), para as laranjas doces destinadas ao consumo *in natura*. Apenas o híbrido BRS Pompeu, não atingiu o rendimento mínimo, enquanto o híbrido LVK x LCR - 038, ainda que tenha sido o porta-enxerto a induzir menor peso e tamanho aos frutos, proporcionou rendimento de suco superior aos demais porta-enxertos.

Para o teor de sólidos solúveis nos frutos, verificou-se variação entre os diferentes porta-enxertos (Tabela 5), o valor superior foi observado nos frutos das

plantas enxertadas sobre o híbrido LVK x LCR - 038, enquanto para os demais porta-enxertos as concentrações de sólidos solúveis nos frutos estiveram abaixo de 10,0 °Brix, mínimo exigido para as laranjas doces no mercado de fruta fresca e para processamento industrial (BRASIL, 2018; CEAGESP, 2011).

Quanto a acidez titulável, os frutos das plantas enxertadas sobre o porta-enxerto BRS Pompeu apresentaram a maior porcentagem de ácido cítrico, diferindo significativamente dos demais (Tabela 5). Para os frutos da copa 'Pineapple' em combinação com todos os porta-enxertos nesta avaliação foi verificada acidez abaixo de 0,5%, esses baixos valores possivelmente estão relacionados ao período de colheita, indicando que os frutos já haviam atingido a maturação completa, pois de acordo com Pereira et al. (2006), a acidez das laranjas doces deve variar na faixa de 0,5 a 1,0% de ácido cítrico, sendo os maiores valores para os frutos que ainda não atingiram a completa maturação. Segundo Agustì (2010), na maturação dos frutos, naturalmente ocorre o decréscimo da acidez devido a diluição provocada pelo acúmulo de água e pela utilização dos ácidos orgânicos durante o processo de respiração ou ainda pela sua conversão em açúcares durante o desenvolvimento do fruto, processo que se intensifica quanto maior for a temperatura média local.

Em relação ao pH, não se encontra estabelecido na literatura um valor mínimo como padrão de qualidade para laranja. Nessa avaliação, o pH dos frutos foi estatisticamente igual entre os porta-enxertos avaliados (Tabela 5).

Quanto ao ratio, os frutos da laranjeira 'Pineapple' enxertada sobre o híbrido LVK x LCR - 038, foram os que apresentaram ratio superior em relação aos demais (Tabela 5). No entanto, todos os porta-enxertos em combinação com a copa 'Pineapple' proporcionaram valores de ratio acima de 7,0 e 9,5 que são os valores mínimos estabelecidos para o consumo *in natura* e indústria de suco, respectivamente (BRASIL, 2018; CEAGESP, 2011). Por se tratar da relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável, essa característica de qualidade representa o equilíbrio entre a quantidade de açúcares e ácidos presentes no fruto (CAVALCANTE et al., 2006).

Com relação ao índice tecnológico dos frutos, o híbrido LVK x LCR - 038, foi superior aos demais porta-enxertos avaliados (Tabela 5). O maior índice tecnológico, proporcionado pelo híbrido LVK x LCR - 038, está relacionado com o maior rendimento de suco e maior teor de sólidos solúveis, observados nos frutos das plantas enxertadas neste porta-enxerto, pois, os frutos que apresentam altos valores para essas

características também apresentam elevado índice tecnológico. No entanto, é importante ressaltar que, apesar de se destacar positivamente neste e em outros critérios nessa avaliação, o referido porta-enxerto foi pouco expressivo em produção.

A citricultura no estado do Amazonas se encontra em desenvolvimento e enfrenta desafios que precisam ser superados, principalmente em relação a diversificação das variedades copas e porta-enxertos. A utilização de outros porta-enxertos indutores de elevada produção de frutos com alta qualidade, poderá otimizar o potencial produtivo e econômico dos pomares.

Com este trabalho, foi possível selecionar porta-enxertos opcionais em relação ao limoeiro ‘Cravo’ comum e combinações copa - porta-enxertos promissoras para a citricultura local. Os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, citrandarins ‘Indio e ‘Riverside’ e BRS Bravo foram os mais adaptados às condições locais, proporcionando às variedades copas, produtividades superiores aos demais.

As combinações, laranjeira ‘Pêra CNPMF D6’ sobre os porta-enxertos limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, e BRS Bravo e a laranjeira ‘Valência Tuxpan’ sobre limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, nas condições do estudo se destacaram tanto em produtividade quanto na qualidade do fruto. Os frutos dessas combinações atenderam aos requisitos mínimos de qualidade para o consumo *in natura* e para a indústria de suco. A qualidade do fruto é uma característica própria da variedade copa, porém pode sofrer interferência significativa do porta-enxerto.

## 6 CONCLUSÕES

Os porta-enxertos proporcionaram produtividades superiores aos demais conforme a variedade de copa. Assim, o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ induziu maior produtividade em combinação com as copas ‘Rubi’, ‘Pêra CNPMF D6’, ‘Valência Tuxpan’ e ‘Pineapple’; o BRS Bravo com ‘Rubi’, ‘Pêra CNPMF D6’ e ‘Valência Tuxpan’; os citrandarins ‘Riverside’ com ‘Rubi’ e ‘Pêra CNPMF D6’ e ‘Índio’ com ‘Pêra CNPMF D6’.

Os porta-enxertos BRS Pompeu e o híbrido LVK x LCR - 038 sob as copas ‘Pêra CNPMF D6’ e ‘Valência Tuxpan’, não produziram frutos, enquanto com as copas ‘Rubi’ e ‘Pineapple’ a produtividade foi inferior às demais combinações.

As características de qualidade do fruto variaram de acordo com a combinação copa - porta-enxerto.

A sobrevivência das plantas em campo foi considerada boa, exceto para os porta-enxertos BRS Pompeu e híbrido LVK x LCR - 038 em combinação com as copas ‘Pêra CNPMF D6’ e ‘Valência Tuxpan’.

## 7 REFERÊNCIAS

AGUILAR-HERNÁNDEZ, M. G.; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, L.; HERNÁNDEZ, F.; FORNER-GUINER, M. A.; PASTOR-PÉREZ, J. J.; LEGUA, P. Influence of new Citrus rootstocks on lemon quality. **Agronomy**, v. 10, 2020. doi:10.3390/agronomy10070974

AGUSTÍ, M. Fruticultura. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2. ed. 507 p. 2010.

ALBRECHT, U.; TRIPATHI, I.; KIM, H.; BOWMAN, K. D. Rootstocks effects on metabolite composition in leaves and roots of young navel Orange (*Citrus sinenses* L. Osbeck) and pummelo (*C. grandis* L. Osbeck) trees. **Trees**, v. 33, p. 243-265, 2019. <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1773-1>

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. AgroEstat – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. Versão 1.1.0.712, 2014.

BARBOSA, C. J.; RODRIGUES, A. S. Tristeza dos citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n. 3, p. i., 2014. DOI:10.1590/0100-2945-36-31/13.

- BASTOS, D. C. Propagação. In: MOUCO, M. A. C. (Ed.). Cultivo da Mangueira. (Sistemas de produção, 2) 2. Ed. Embrapa Semiárido, p. 29, 2010.
- BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F. de; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. Informe Agropecuário, v.35, p.36-45, 2014.
- BISI, R. B.; ALBRECHT, U.; BOWMAN, K. D. Seed and seedling nursery characteristics for 10 USDA citrus rootstocks. **HortScience**, v. 55, n. 4, p. 528-532, 2020. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14598-19>
- BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J. Avaliação de citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para citros em São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 264-267, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018. Parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de suco de fruta. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO DA REPUBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, Brasília 08 de outubro de 2018.
- CARVALHO, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; SOARES FILHO, W. S.; MARTINS, C. R.; PASSOS, O. S. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.2, p.132-141, 2016.
- CARVALHO, J. E. B.; GONÇALVES, G. S.; SILVA, J. F.; AZEVEDO, C. L. L. Período crítico de Interferência de plantas infestantes na cultura da laranja no Estado do Amazonas. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado Técnico, 159).
- CARVALHO, J. E. B.; XAVIER, F. A. S.; LUCENA, C. C.; TORRES, L. S. G.; GOMEZ, D.R.; DAMASCENO, L. A.; SILVA, J. F. Manejo de coberturas vegetais para controle de plantas daninhas e proteção do solo na citricultura do Amazonas. Circular técnica 125. Embrapa mandioca e Fruticultura. 11p. 2019.
- CAVALCANTE, I. H. L.; MARTINS, A. B. G.; STUCHI, E. S. Fruit characteristics of eighteen orange cultivars. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 6, n. 2, p. 72-77, 2006.
- CEAGESP – Companhia de entrepostos e armazéns gerais de São Paulo. Normas de classificação de citros de mesa. CEAGESP, 12p. 2011.
- CHAPOT, H. The *Citrus* plant. In: HAFLIGER, E. (Ed.). *Citrus*. Switzerland: Ciba-Geigy Agrochemicals, p. 6-13, 1975.
- CODEX ALIMENTARIUS. Standards for oranges: Codex Stan 245-2004. 1º Amendment. Rome: FAO e WHO, 6p. 2005.
- CRASQUE, J.; CERRI NETO, B.; SOUZA, G. A. R.; COSTA, R. J.; ARANTES, L. O.; ARANTES, S. D.; ALVES, F. L. Características físico-químicas de frutos de laranja em diferentes porta-enxertos. **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 8, p.39534-39539, 2020.
- CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃO, A. F. J.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. **Cultura dos Citros**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013.

DIAS, J. R. M.; TUCCI, C. A. F.; WADT, P. G. S.; PARTELLI, F. L.; PEREZ, D. V.; ESPINDULA, M. C. TOMIO D. B. Antecipação do período de diagnose foliar em laranja 'Pêra' no Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 7, p.757-764, 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2023000700008

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

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 5. ed. Revisada e ampliada. 353 p. 2018.

HANANA, M.; HAMROUNI, L.; HAMED K. B.; ABDELLLY C. Influence of the Rootstock/Scion Combination on the Grapevine's Behavior under Salt Stress. **Journal of Plant Biochemistry & Physiology**, v. 3, 2015. DOI:10.4172/2329-9029.1000154

HUSSAIN, S.; KHALID, M. F.; SAQIB, M.; AHMAD, S.; ZAFAR, W.; RAO, M. J.; MORILLON, R.; ANJUM, M. A. Drought tolerance in citrus rootstocks is associated with better antioxidant defense mechanism. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 40, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11738-018-2710-z>

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/188#resultado>>. Acesso em: 10 de abril de 2021.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em: 10 de abril de 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **IAL, Normas Analíticas**, 2008.

LIU, X.; LI, J.; HUANG, M.; CHEN, J. Mechanisms for the influence of citrus rootstocks on fruit size. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.63, n. 10 p.2618-2627, 2015. DOI: 10.1021/jf505843n

MCCOLLUM, G.; BOWMAN, K. D. Rootstocks effects on fruit quality among 'Ray Ruby' grapefruit trees grown in the indian river district of Florida. **HortScience**, v. 52, n. 4, p.541-546, 2017. doi: 10.21273/HORTSCI11435-16

MAHMOUD, L. M.; DUTT, M.; VICENT, C. I.; GROSSER, J.W. Salinity-induced physiological responses of three putative salt tolerant citrus rootstocks. **Horticulturae**, v. 6, n. 4, 2020. doi:10.3390/horticulturae6040090

OLIVEIRA, R. P.; SOARES FILHO, W. dos S.; SCIVITTARO, W. B.; GONZATTO, M. P. Porta-enxertos. In: OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. (Org.). Cultivo de citros sem sementes. Embrapa Clima Temperado, 2011. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 21).

PASSOS, O. S., SOARES FILHO, W. S., OLIVEIRA FILHO, D. F., CARVALHO, L.J.L. Projeto – **Criação e avaliação de variedades de citros em ecossistemas**

**tropicais e subtropicais, com ênfase em tabuleiros Costeiros.** Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2004.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; SOUZA, A. S.; SANTOS, L. C.; PEIXOUTO, L. S. Banco ativo de germoplasma de citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical: passado, presente e futuro. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Documentos, 163: 61p., 2007.

PEREIRA, M. E. C.; CANTILLANO F. F.; GUTIEREZ A. S. D.; ALMEIDA G. V. B. Procedimentos pós-colheita na produção integrada de citros. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 40 p. 2006. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 156).

PIO, R. M.; FIGUEIREDO, J. O.; STUCHI, E. S.; CARDOSO, S. A. B. Variedades copas. In: MATTOS JÚNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC: FUNDAG, p. 37-60, 2005.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC: FUNDAG, p.63-104, 2005.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Morte súbita dos citros: suscetibilidade de seleções de limão Cravo e uso de interenxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1159-1161, 2008.

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

RIBEIRO, L. O.; COSTA, D. P.; LEDO, C. A. S.; CARVALHO, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARD, E. A. ‘Tropical Sunki’ mandarin and hybrid citrus rootstocks under ‘Pera’ Sweet Orange in cohesive soil and As climate without irrigation. **Bragantia**, v. 80, e1321, 2021. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200407>

SAMPAIO, A. H. R.; COELHO FILHO, M. A.; SOUZA, L. D.; BRITO, R. B. F.; SILVA, R. O. Yield and quality of ‘Pera’ sweet orange grafted on different rootstocks underrainfed conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, 2016.

ŞEQUERLI, L.; TUZCO, Ö. Fruit quality of ‘Valencia’ Orange trees grafted on Volkameriana and Sour Orange rootstocks grown in two diferente regions in Northern Cyprus. **Pakistan Journal of Botany**, v. 52, n. 5, p.1803-1808, 2020. DOI: [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2020-5\(12\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2020-5(12))

SHAFQAT, W.; JASKANI, M. J.; MAQBOOL, R.; KHAN, A. S.; ALI, Z. Evaluation of citrus rootstocks against drought, heat and their combined stressbased on growth and photosynthetic pigments. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 22, n. 5, p. 1001-1009, 2019. DOI: 10.17957/IJAB/15.1160

SILVA, S. E. L. Fruticultura: lima ácida Tahiti: opção para a citricultura do Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, 2004.

SILVA, S. E. L.; BERNI, R. F.; SOUZA, A. G. C.; SOUZA M. G.; TAVARES, A. M. Recomendações para a produção de citros no estado do Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, 31 p. 2004 (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 33).

SOARES FILHO, W. S.; MORAIS, S. L.; CUNHA SOBRINHO, A. P. et al. Santa Cruz, uma nova seleção de limão cravo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 21, n. 2, p. 222-225, 1999.

SOARES FILHO, W. S.; DIAMANTINO, M. S. A. S.; MOITINHO E. D. B.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S. 'Tropical' uma nova seleção de tangerina 'Sunki'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 24, n. 1, p. 127-132, 2002.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf> Acesso em 15 de agosto de 2019.