

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

**Avaliação Inicial de Combinações de Copa/Porta-enxertos de Citros na Região  
Metropolitana de Manaus, AM**



JEFFERSON COSTA SANTOS

MANAUS, AM

2019

**JEFFERSON COSTA SANTOS**

**Avaliação Inicial de Combinações de Copa/Porta-enxertos de Citros na Região  
Metropolitana de Manaus, AM**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Ferreira da Silva

MANAUS, AM

2019

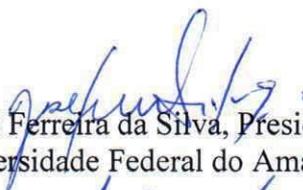
JEFFERSON COSTA SANTOS

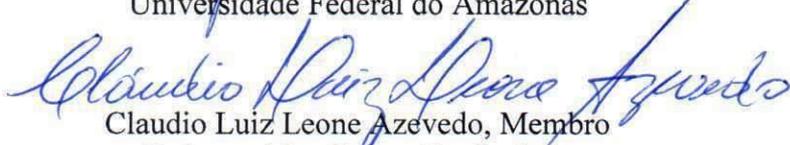
**Avaliação inicial de combinações de copas/porta-enxertos de citros na região Metropolitana de Manaus, AM**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisitos parciais para obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Aprovada em 6 de agosto de 2019

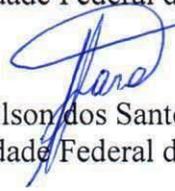
BANCA EXAMINADORA

  
José Ferreira da Silva, Presidente  
Universidade Federal do Amazonas

  
Claudio Luiz Leone Azevedo, Membro  
Embrapa Mandioca e Fruticultura

  
Ernesto Oliveira Serra Pinto, Membro  
Universidade Federal do Amazonas

  
Ângela Maria da Silva Mendes, Membro  
Universidade Federal do Amazonas

  
Francisco Adilson dos Santos Hara, Membro  
Universidade Federal do Amazonas

## Ficha Catalográfica

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

S237a Santos, Jefferson Costa  
Avaliação Inicial de Combinações de Copa/Porta-enxertos de Citros na Região Metropolitana de Manaus, AM / Jefferson Costa Santos. 2019  
129 f.: il. color; 31 cm.

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

1. frutos. 2. laranja. 3. produção. 4. qualidade. 5. diversificação. I. Silva, José Ferreira da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

Dedico a Felipe Alves Santos (*In memoriam*), meu  
pequeno Anjo, e suas irmãs Jennifer Ane da Silva Santos  
e Kezia do Carmo Correia, meus filhinhos.

*“Se tu vieres às quatro da tarde, desde as três começarei a ser feliz”.*

Esta obra é para você e suas irmãzinhas, meu pequeno príncipe.

## AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar pela oportunidade de viver e por me conceder cada vez mais fé.

À minha família, minha mãe Aurea Costa Santos sem a qual jamais conseguiria completar minha passagem e missão na terra, àquele que me precedeu a vida, meu pai, Jorge Rodrigues dos Santos, aos meus irmãos.

Ao Professor Dr. José Ferreira da Silva, que me concedeu a oportunidade de realizar esse trabalho, por me ajudar nas horas difíceis desta pesquisa, por ter sido inspiração pelo grande cientista que é.

À minha esposa Maria Luziene da Silva Alves, mãe de um Anjo, apoio e companhia de todas as horas, enviada e luz de Deus sem a qual jamais conseguiria completar essa passagem acadêmica e outras passagens na vida.

À minha amiga Dra. Silvana Pimentel e ao amigo MSc. Ajax de Sousa Ferreira, MSc. Davi Alves da Silva pela companhia, amizade e apoio em um momento muito difícil e triste durante essa trajetória e por terem ajudado de forma direta na realização deste trabalho.

À Professora Dra. Sônia Figueiredo, Dra. Laís Alves da Gama e a todos os colegas do Laboratório de Plantas Daninhas sem exceção pela amizade e que de forma direta e indireta contribuíram para a realização deste trabalho

Ao Dr. Claudio Leone, Dr. Marcus Vinicius Bastos Garcia, Professor Dr. Ernesto Oliveira Serra P., Professora Dra. Angela Maria da Silva Mendes, Professor Dr. Francisco Adilson Hara, que de forma direta participaram de minha formação e que também foram motivo de minha inspiração ao longo desta trajetória acadêmica árdua e longa.

Ao Sr. Sebastião Siqueira, Sr. Francisco Melo, Sr. Ozires Silva, Sr. Cláudio Decares, grandes precursores da história da citricultura amazonense, pelo apoio a esse projeto em um momento delicado para a ciência.

Aos amigos de Comunhão e Libertação

À Universidade Federal do Amazonas, aos seus motoristas, ao colega Fagner Peres da Silva e seus chefes administrativos

À Capes e Fapeam.

“Um pouco de ciência nos afasta de Deus, muito nos aproxima”.

Louis Pasteur

## RESUMO

Os Citros abrangem um grande número de plantas frutíferas de importância socioeconômica, cuja cadeia produtiva depende muito da tecnificação e de tecnologias adaptadas às regiões de produção. Muito embora, estejam disponíveis, nos bancos de germoplasma no Brasil, inúmeros porta-enxertos e copas de citros, não há estudos que indiquem variedades alternativas para cultivo no Amazonas. O conhecimento sobre genótipos de alta adaptabilidade e combinações entre estes genótipos é importante não só para a segurança da cadeia produtiva, como também o é para o incremento da produtividade e qualidade de frutos. O objetivo deste trabalho foi selecionar combinações de copas/porta-enxertos que melhor se adaptem às condições do Amazonas através da avaliação do crescimento e a produção de laranjeiras, bem como avaliar as características físico-químicas dos frutos de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos. O ensaio foi montado em uma área experimental de 3,43 ha, na qual foram conduzidos dois ensaios (Ensaio I e Ensaio II), ambos instalados no início de 2013 no município de Rio Preto da Eva/AM em espaçamento adensado (6,5 x 2,5 m). A produção foi avaliada pelas variáveis eficiência produtiva, índice de produtividade e produção acumulada realizada no período de maio a agosto nos anos de 2017 a 2019, além de pequenas safras nos meses de setembro e outubro dos mesmos anos. A qualidade dos frutos foi avaliada no período de produção através das variáveis sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), Ratio (SST/ATT), índice tecnológico (IT) e porcentagem de suco (%). Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância, correlação de Spearman e análise de componentes principais (PCA). Os resultados mostram que a laranjeira ‘Pera’/CNPMF e ‘Pera’ D6 enxertadas em TSKC x (LCR x TR) - 059 foram as melhores combinações para a produção e qualidade de frutos nas condições da região metropolitana de Manaus. Os porta-enxertos TSKC x (LCR x TR) - 059, ‘Índio’, ‘Riverside’ e ‘Sunki Tropical’ são os melhores para combinações promissoras na região metropolitana de Manaus-AM. Estes porta-enxertos foram os que mais se adaptaram nas condições locais, sendo os mais destacados na produção e qualidade de frutos. As copas ‘Rubi’, Laranjeira ‘Lima’ e ‘Pineapple’ apresentaram excelentes qualidades de frutos em combinação com TSKC x (LCR x TR) - 059, com qualidade até superior aos frutos das copas ‘Pera’/CNPMF e ‘Pera’ D6, porém, com produtividades inferiores a estas, contudo as copas ‘Pera’/CNPMF e ‘Pera’ D6 reúnem tanto boas características de produção quanto de qualidade de frutos ao mesmo tempo.

**Palavras-chave:** Citros, porta-enxertos, qualidade, produção, híbridos.

## ABSTRACT

Citrus comprises a large number of fruit plants of socioeconomic importance, whose production chain depends heavily on technification and technologies adapted to production regions. Although numerous citrus rootstocks and canopies are available at germplasm banks in Brazil, there are no studies indicating alternative varieties for cultivation in the Amazon. Knowledge about high adaptability genotypes and combinations of these genotypes is important not only for the safety of the production chain, but also for the increase of productivity and fruit quality. The objective of this work was to select canopy / rootstock combinations that best adapt to Amazonian conditions by evaluating the growth and yield of orange trees, as well as to evaluate the physicochemical characteristics of orange fruits on different rootstocks. The trial was set up in an experimental area of 3.43 ha, in which two trials were conducted (Trial I and Trial II), both installed in early 2013 in Rio Preto da Eva / AM in tight spacing (6.5 x 2.5 m). Production was evaluated by the variables productive efficiency, productivity index and accumulated production from May to August in the years 2017 to 2019, as well as small harvests in September and October of the same years. Fruit quality was evaluated during the production period by the total soluble solid (SST), total titratable acidity (ATT), Ratio (SST / ATT), technological index (IT) and juice percentage (%) variables. All variables were subjected to analysis of variance, Spearman correlation and principal component analysis (PCA). The results show that the 'Pear' /CNPMF and 'Pear' D6 orange grafted on TSKC x (LCR x TR) - 059 were the best combinations for fruit production and quality under the conditions of metropolitan Manaus. TSKC x (LCR x TR) - 059, 'Indio', 'Riverside' and 'Sunki Tropical' rootstocks are best for promising combinations in the metropolitan Manaus-AM region. These rootstocks were the most adapted in local conditions, being the most prominent in the production and quality of fruits. The 'Rubi', 'Lima' orange and 'Pineapple' crowns showed excellent fruit qualities in combination with TSKC x (LCR x TR) - 059, even higher than the 'Pear' / CNPMF and 'Pear' D6 crown fruits. but with lower productivity than these.

**Key-words:** Citrus, rootstock, quality, production, hybrids.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo I – Avaliação inicial de sete porta-enxertos promissores para a produção e qualidade de frutos de laranjeiras na Região Metropolitana de Manaus, AM.

Figura 1. Mapa de localização das propriedades onde está instalado o ensaio I para teste de porta-enxertos.....	45
Figura 2. Balanço hídrico da cidade de Manaus entre os anos 2016-2019.....	46
Figura 3. Produção de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos, na região metropolitana de Manaus, AM em 2017 no ensaio I para teste de sete porta-enxertos promissores em combinação com quatro diferentes copas. ....	53
Figura 4. Produção de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos, na região metropolitana de Manaus, AM em 2018 no ensaio I para teste de sete porta-enxertos promissores em combinação com quatro diferentes copas. ....	56
Figura 5. Produção de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos, na região metropolitana de Manaus, AM em 2019 no ensaio I para teste de sete porta-enxertos promissores em combinação com quatro diferentes copas. ....	58
Figura 6. Produtividade acumulada de quatro laranjeiras sobre sete diferentes porta-enxertos, na região metropolitana de Manaus, AM avaliados em três safras no ensaio I para teste de sete porta-enxertos. ....	60
Figura 7. Dendrograma de combinações copa/porta-enxertos de citros obtido pelo método de Ward baseado na distância euclidiana no Ensaio I. ....	75
Figura 8. (A) Análise de componentes principais (PC1, PC2 e PC3) de variáveis físico-químicas de combinações copa/porta-enxerto de citros no Ensaio I, com elipse de confiança de 95%. (B) posição 2D de combinações copa/porta-enxerto de citros. ....	80
Figura 9. Análise de Componentes Principais (PCA), com círculo de correlações (elipse de confiança de 95%) e diagrama de observações e dendrograma de genótipos de porta-enxertos obtidos pelo método de Ward baseado na distância Euclidiana para as variedades de laranjas Rubi e Pera/CNPMF avaliadas no Ensaio I.....	81

Capítulo II - Avaliação inicial de dez variedades copas de laranjeiras para a produção e qualidade de frutos na região Metropolitana de Manaus, AM

Figura 1. Mapa de localização das propriedades onde está instalado o ensaio II para teste de porta-enxertos.....	94
Figura 2. Balanço hídrico da cidade de Manaus entre os anos 2016-2019. ....	95
Figura 3. Produção de frutos de dez diferentes copas de laranjeiras sobre três diferentes porta-enxertos no Ensaio II na Região metropolitana de Manaus, AM, 2017. ....	101
Figura 4. Produção de frutos de dez diferentes copas de laranjeiras sobre três diferentes porta-enxertos no Ensaio II na Região metropolitana de Manaus, AM, 2018. ....	102
Figura 5. Produtividade acumulada de frutos de dez diferentes copas de laranjeiras sobre três diferentes porta-enxertos na Região metropolitana de Manaus, AM, 2018. ....	103
Figura 6. Dendrograma de combinações copa/porta-enxertos de citros obtido pelo método de Ward baseado na distância euclidiana no Ensaio II.....	110
Figura 7. (A) Análise de componentes principais (PC1, PC2 e PC3) de variáveis físico-químicas de combinações copa/porta-enxerto de citros no Ensaio II, com elipse de confiança de 95%. (B) posição 2D de combinações copa/porta-enxerto de citros dada.Figura 7. Dendrograma de combinações copa/porta-enxertos de citros obtido pelo método de Ward baseado na distância euclidiana no Ensaio II.....	110

## LISTA DE TABELAS

Capítulo I – Avaliação inicial de sete porta-enxertos promissores para a produção e qualidade de frutos de laranjeiras na Região Metropolitana de Manaus, AM.

Tabela 1. Relação das variedades de copas e de porta-enxertos do Ensaio I para teste de porta-enxertos, realizado nas propriedades FMI-Citros e Panorama em Rio Preto da Eva e na propriedade Brejo do Matão em Manaus, AM no ano de 2013.....	47
Tabela 2. Relação dos tratamentos do Ensaio I oriundos das combinações copas/porta-enxertos.....	47
Tabela 3. Análise de variância da produção de quatro laranjeiras sobre sete diferentes porta-enxertos do ensaio I para teste de porta-enxertos na região metropolitana de Manaus, AM no ano de 2017. ....	52
Tabela 4. Análise de variância da produção de quatro laranjeiras sobre sete diferentes porta-enxertos do ensaio I para teste de porta-enxertos na região metropolitana de Manaus, AM no ano de 2018. ....	55
Tabela 5. Análise de variância da produção de quatro laranjeiras sobre sete diferentes porta-enxertos do ensaio I para teste de porta-enxertos na região metropolitana de Manaus, AM no ano de 2019. ....	57
Tabela 6. Análise de variância da produtividade acumulada de quatro laranjeiras sobre sete diferentes porta-enxertos do ensaio I para teste de porta-enxertos na região metropolitana de Manaus, AM em três safras. ....	59
Tabela 7. Significância estatística de Índice de Produtividade e Eficiência Produtiva, volume de copa e altura das plantas das combinações copas x porta-enxertos no Ensaio I para teste de porta-enxertos. ....	61
Tabela 8. Produção acumulada, índices de produtividade e variáveis biométricas das combinações copa x porta-enxertos, na região metropolitana de Manaus, AM em 2017-2019 no ensaio I para teste de sete porta-enxertos em combinação com quatro copas...	65
Tabela 9. Níveis de significância estatística para Sólidos Solúveis Totais (SST); Acidez Total Titulável (ATT); Índice Tecnológico (IT); Porcentagem de Suco (%); <i>Ratio</i> no Ensaio I para teste de porta-enxertos.....	66
Tabela 10. Médias Sólidos Solúveis Totais (SST); Acidez Total Titulável (ATT); Índice Tecnológico (IT); Porcentagem de Suco (%); <i>Ratio</i> das combinações copas x porta-	

enxertos na região metropolitana de Manaus, AM no Ensaio I para teste de porta-enxertos.....	70
Tabela 11. Coeficientes de correlação de Spearman das características de produção e qualidades físico-químicas dos frutos de combinações copa/porta-enxerto do Ensaio I, Rio Preto da Eva/AM, 2016-2019. ....	73
Tabela 12. Autovalores e proporção de variação associados aos eixos da PCA no Ensaio I.....	76
Tabela 13. Contribuição das variáveis avaliadas para cada componente ( <i>factor loadings</i> ) no Ensaio I.....	77
Tabela 14. Autovalores da Análise de Componentes Principais para as variedades de laranja avaliadas no Ensaio 1. ....	82
Tabela 15. Contribuição das variáveis avaliadas para cada componente ( <i>factor loadings</i> ) no Ensaio I para laranjas Pera/CNPMF e ‘Rubi’.....	82

Capítulo II - Avaliação inicial de dez variedades copas de laranjeiras para a produção e qualidade de frutos na região Metropolitana de Manaus, AM

Tabela 1. Relação das variedades de copas e de porta-enxertos do Ensaio II, instalado nas propriedades FMI-Citros e Panorama, Rio Preto da Eva, 2013. ....	96
Tabela 2. Relação dos tratamentos do Ensaio II oriundos das combinações copas/porta-enxertos.....	96
Tabela 3. Significância estatística de produção e produção acumulada das combinações copas x porta-enxertos nos anos 2017-2018.....	100
Tabela 4. Significância estatística de Eficiência Produtiva, Índice de Produtividade, volume de copa e altura de combinações de dez copas e três porta-enxertos na região metropolitana de Manaus-AM.....	104
Tabela 5. Produção acumulada, índices de produtividade e variáveis biométricas das combinações copa x porta-enxertos, no Ensaio II em Rio Preto da Eva/AM, 2016-2019. ....	107
Tabela 6. Níveis de significância estatística para Sólidos Solúveis Totais (SST); Acidez Total Titulável (ATT); Índice Tecnológico (IT); Porcentagem de Suco (%); <i>Ratio</i> no Ensaio II.....	102
Tabela 7. Médias Sólidos Solúveis Totais (SST); Acidez Total Titulável (ATT); Índice Tecnológico (IT); Porcentagem de Suco (%); <i>Ratio</i> das combinações copas x porta-enxertos no Município de Rio preto da Eva-AM nos anos de 2017, 2018 no Ensaio II. ....	105
Tabela 8. Coeficientes de correlação de Spearman das características de produção e qualidades físico-químicas dos frutos de combinações copa/porta-enxerto do Ensaio II, Rio Preto da Eva/AM, 2016-2019. ....	109
Tabela 9. Autovalores e proporção de variação associados aos eixos da PCA no Ensaio II. ....	112
Tabela 10. Contribuição das variáveis avaliadas para cada componente principal ( <i>factor loadings</i> ) no Ensaio II. ....	112

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2. OBJETIVOS .....	18
2.1 Objetivo Geral .....	18
2.2 Objetivos Específicos .....	18
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3.1 O gênero <i>Citrus</i> .....	19
3.2 Importância econômica da cultura da laranjeira.....	20
3.3 As laranjas doces e suas características .....	21
3.4 Efeitos dos porta-enxertos nos atributos da variedade copa.....	22
3.5 Efeitos dos porta-enxertos no crescimento vegetativo, produção e qualidade dos frutos de laranjeiras.....	24
3.6 Variedades copa utilizadas no estudo.....	27
3.7 Porta-enxertos utilizados no estudo.....	29
4. REFERÊNCIAS .....	32
Capítulo I – Avaliação inicial de sete porta-enxertos promissores para a produção e qualidade de frutos de laranjeiras na Região Metropolitana de Manaus, AM. ....	39
RESUMO .....	40
ABSTRACT .....	41
1. INTRODUÇÃO.....	42
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	44
2.1 Caracterização da área experimental .....	44
2.2 Variedades porta-enxertos e copa utilizados na pesquisa.....	46
2.3 Produção dos frutos .....	48
2.3.1 Determinação do índice de produtividade .....	48
2.3.2 Determinação da eficiência de produção.....	48
2.4 Determinação da qualidade físico-química dos frutos .....	49
2.4.1 Peso dos frutos.....	49
2.4.2 Porcentagem de suco .....	49
2.4.3 Peso do suco .....	49
2.4.4 Índice tecnológico.....	49
2.4.5 Análises químicas dos frutos .....	49
2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas .....	50
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
Ensaio I .....	52
3.1 Produção .....	52
3.2 Produtividade acumulada .....	59
3.3 Índices de produção e variáveis biométricas .....	61
3.4 Qualidade físico-química dos frutos.....	66
3.5 Correlação entre a produção e as variáveis físico-químicas.....	71
3.6 Análise Multivariada .....	74

4. CONCLUSÃO.....	83
5. REFERÊNCIAS .....	84
Capítulo II – Avaliação inicial de dez variedades copas de laranjeiras para a produção e qualidade de frutos na região Metropolitana de Manaus, AM .....	88
RESUMO .....	89
ABSTRACT .....	90
1. INTRODUÇÃO.....	91
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	93
2.1 Caracterização da área experimental .....	93
2.2 Variedades copa e porta-enxertos utilizados na pesquisa.....	95
2.3 Produção dos frutos .....	97
2.3.1 Determinação do índice de produtividade .....	97
2.3.2 Determinação da eficiência de produção.....	97
2.4 Determinação da qualidade físico-química dos frutos .....	98
2.4.1 Peso dos frutos.....	98
2.4.2 Porcentagem de suco .....	98
2.4.3 Peso do suco .....	98
2.4.4 Índice tecnológico.....	98
2.4.5 Análises químicas dos frutos .....	98
2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas .....	99
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	100
Ensaio II.....	100
3.1 Produção .....	100
3.2 Produtividade acumulada .....	102
3.3 Índices de produção e variáveis biométricas .....	104
3.4 Qualidade química dos frutos .....	102
3.5 Correlação entre a produção e as variáveis físico-químicas.....	106
3.6 Análise Multivariada .....	110
4. CONCLUSÃO.....	115
5. REFERÊNCIAS .....	116
6. CONCLUSÕES GERAIS.....	121
APÊNDICES .....	122

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o primeiro no ranking mundial de produção de laranja, seguido da China (FAO, 2017), embora tenha ocorrido uma redução de cerca de 10% na produção de laranja no Brasil em comparação com o ano de 2013 (IBGE, 2018). A crise no mercado europeu e as sanções impostas pelo EUA, grandes compradores do suco brasileiro, foram apontadas como responsáveis pelo decréscimo na produção de citros no país nos últimos anos.

Na contramão desta tendência nacional, a região norte do Brasil apresentou leve crescimento na produção de laranja, de aproximadamente 6,4% de aumento em 2017 em relação ao ano de 2013. Em termos comparativos, em maio de 2017, o Amazonas obteve uma produtividade de laranja cerca de 41% maior que o Pará, o estado maior produtor desta cultura na região Norte do país (IBGE, 2017).

Dessa maneira, o bom rendimento produtivo das áreas cultivadas com esta fruteira sugere um promissor potencial de produção de citros no estado do Amazonas. Contudo, o desenvolvimento da citricultura, como todas as atividades produtivas, pressupõe a viabilidade econômica e, conforme Bowman, Mccollum e Albrecht (2016), a rentabilidade dos citros é fortemente influenciada pelos porta-enxertos utilizados na produção das mudas.

Embora a copa seja a principal responsável pelas características dos frutos (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014) e sua escolha seja de extrema importância no êxito de qualquer empreendimento agrícola (SOBRINHO et al., 2013), os porta-enxertos podem influenciar muitas características hortícolas, destacando-se: absorção, síntese e uso de nutrientes, tamanho, precocidade de produção, maturação, peso e permanência dos frutos na planta, cor da casca e do suco, produtividade e qualidade dos frutos (POMPEU JÚNIOR; BLUMER; RESENDE, 2013).

Os porta-enxertos também exibem efeitos significativos sobre a sobrevivência da planta e tolerância a numerosas ameaças bióticas e abióticas (CASTLE; BALDWIN, 2011). Exercendo influências importantes sobre as copas, vigor, composição orgânica e inorgânica das folhas e frutos, tolerância à salinidade, resistência à seca e geada (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014).

Atualmente, o maior desafio para o crescimento do setor cítrico no Brasil é a necessidade de diversificação de porta-enxertos para diferentes sistemas de produção e condições ambientais (SAMPAIO et al., 2016). A pouca diversificação no uso de porta-

enxertos torna a citricultura vulnerável ao surgimento de novas pragas e doenças (PETRY et al., 2015). A pouca variedade de copas e porta-enxertos nos plantios de citros também é um dos problemas que afetam a citricultura no Amazonas. Esta situação assemelha-se ao que ocorre na região Nordeste do país, onde, conforme Carvalho et al. (2016), o uso acentuado do limoeiro ‘Cravo’ como porta-enxerto deve-se, possivelmente, à falta de oferta de mudas cítricas enxertadas em outros porta-enxertos e, sobretudo, à ausência de estudos que indiquem porta-enxertos alternativos adaptados às condições da região.

Apesar da grande importância socioeconômica, sendo uma das commodities mais tecnificadas no país, a citricultura brasileira mostra-se vulnerável em razão da estreita base genética no que concerne à formação de seus pomares, assentados sobre um número extremamente limitado de variedades, sendo majoritário o uso de copas de laranja ‘Pera’ (*Citrus sinensis*) e uma concentração ainda maior no tocante ao uso de limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limon*) como porta-enxerto (SOBRINHO et al., 2013). Esta vulnerabilidade é evidenciada pelo alto risco de acometimento de doenças, a exemplo da Morte súbita dos citros, que pode acarretar vultosos prejuízos à cadeia produtiva citrícola.

Muito embora, estejam disponíveis, nos bancos de germoplasma no Brasil, inúmeros porta-enxertos e copas de citros, não há estudos que indiquem variedades alternativas ao limoeiro ‘Cravo’ para cultivo no Amazonas. O que justificou a realização da presente pesquisa, na qual foram testadas diferentes combinações copa/porta-enxerto oriundas do Banco de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura nas condições edafoclimáticas da região, no intuito de contribuir para a diversificação genética da citricultura no Amazonas, ao oferecer aos citricultores do Estado a possibilidade de escolha de combinações de copa/ porta-enxerto alternativas à laranja ‘Pera’ e ao limoeiro ‘Cravo’. O objetivo deste trabalho foi, portanto, identificar as melhores combinações copas/porta-enxertos nas condições edafoclimáticas do Amazonas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Selecionar combinações de copas/porta-enxertos que melhor se adaptem às condições do Amazonas.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Avaliar diferentes porta-enxertos promissores para a produção e qualidade físico-química de frutos de diferentes variedades copas de laranjeiras.

Avaliar os efeitos de diferentes variedades copas de laranjeiras para produção qualidade físico-química de frutos.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 O gênero *Citrus*

Os citros são um grande grupo de plantas pertencentes à família Rutaceae, cujas espécies estão distribuídas em três grandes gêneros: *Citrus*, *Fortunella* e *Poncirus*, além de seus híbridos. Dos referidos gêneros, os mais importantes para a citricultura nacional e regional são *Citrus* e *Poncirus* (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

As espécies de citros são arbustos ou árvores de pequeno a médio porte, que são cultivadas nos trópicos e subtropicais. Acredita-se que o gênero *Citrus* (Auratioideae, Rutaceae) originou-se nas regiões tropicais e subtropicais do Sudeste Asiático (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017) e que o cultivo de laranjas vem sendo praticado há mais de 4.000 anos (EL-OTMANI; AIT-OUBAHOU; ZACARÍAS, 2011).

A classificação sistemática das espécies pertencentes ao gênero *Citrus* ainda é controversa. Devido às frequentes hibridações entre espécies e cultivares, o número exato de espécies naturais e as relações evolutivas dentro esse gênero ainda não está esclarecido (HAO, 2019).

O grupo foi classificado em seis espécies por Linnaeus, 14 por Swingle e 163 por Tanaka. Para alguns autores, o gênero *Citrus* inclui quatro táxons ancestrais: *Citrus reticulata* Blanco, *Citrus maxima* Burm. Merr, *Citrus medica* L. e *Citrus micranta* Wester. Todas as outras espécies cultivadas: *Citrus sinensis* (L.) Osb., *Citrus aurantifolia*, *Citrus limon* (L.) Burm e *Citrus paradisi* Macf. seriam resultado da hibridação entre as espécies básicas do gênero (GHADA et al., 2019).

Por outro lado, alguns estudos com marcadores moleculares mostraram que são apenas três espécies típicas: tangerina (*Citrus reticulata*), toranja (*C. grandis*) e cidra (*C. medica*). As outras espécies parecem ser híbridos naturais (MACHADO; CRISTOFANI-YALY; BASTIANEL, 2011).

Já a classificação agrônômica ou hortícola dos citros compreende oito grupos: Laranjas doces, Laranjas azedas, Tangerinas, Limas, Limões, Pomelos, Toranjas e Cidras. Sendo alguns desses grupos formados por apenas uma espécie botânica, enquanto outras incluem mais de uma (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

### 3.2 Importância econômica da cultura da laranjeira

O gênero *Citrus* contém muitas frutas economicamente importantes que são cultivadas em todo o mundo por seu alto valor nutricional e medicinal (HAO, 2019), 2019). Atualmente, os frutos de citros são umas das mais importantes frutas do mundo (SUN et al., 2015), com 9.098.277 hectares plantados e produção global atingindo 136.611.471,00 de toneladas em 2017. Em 2014, ocorreu um leve acréscimo na produção mundial dessa *commodity*, somando 139.796.997,00 de toneladas produzidas, caracterizando-se como a fruta mais produzida no mundo (FAO, 2014).

Considerando este panorama favorável de fortalecimento, a citricultura brasileira é uma atividade de grande importância, sendo o Brasil o maior produtor de laranjas, com produção estimada para o ano de 2017 de 15.917.673 toneladas em 741.133 ha de área plantada (ambos os dados estimados até maio desse ano). Além de ser o maior exportador mundial de suco concentrado de laranja, com aproximadamente 464.523 toneladas de FCOJ (*Frozen Concentrated Orange Juice*) em 2016, neste ano o Brasil exportou, ainda, 1.428.484 toneladas de NFC (*Not From Concentrate*) e 22.395 toneladas de laranja in natura (SECEX, 2017). São Paulo é o maior estado produtor do país, com 10.296.460 toneladas e 457.453 ha de área plantada até o momento (IBGE, 2017). De acordo com a Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos, a citricultura brasileira emprega uma mão-de-obra direta e indireta de cerca de 200.000 pessoas (CITRUSBR, 2017).

O Amazonas contribuiu, em 2015, com 0,5% na produção nacional de citros segundo dados do IBGE (2015). Os municípios com maiores áreas plantadas com laranja estavam localizados na região metropolitana de Manaus: Rio Preto da Eva (com 2.150 ha), Manacapuru (com 460 ha), Itacoatiara (170 ha), Manaus (145 ha) e Iranduba (112 ha). Nesse mesmo ano, os maiores produtores de laranja do Estado são Rio Preto da Eva (com 30.560 toneladas), Manacapuru (com 9.200 toneladas), Itacoatiara (com 3.740 toneladas) e Iranduba (com 2.128 toneladas) (IBGE, 2015). Os frutos *in natura* são destinados ao mercado de frutas frescas.

O mercado cítrico demanda aos programas de melhoramento, cultivares com traços desejáveis que possibilitem aumento de competitividade da citricultura brasileira. Nesse sentido, de acordo com Bastos, Ferreira e Passos (2014), o Brasil possui três dos principais bancos ativos de germoplasmas de citros do mundo. Nesses bancos são mantidos os novos materiais genéticos ou plantas cítricas, provenientes de outros países

e introduzidos no Brasil, e são a base dos programas de melhoramento genético de citros conduzidos no País. São eles: Banco Ativo de Germoplasma de Citricultura (BAG Citros IAC) do Centro APTA Citros Sylvio Moreira, localizado em Cordeirópolis, SP; Banco de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizado em Cruz das Almas, BA; e Banco da Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), localizado em Bebedouro, SP.

Contudo, apesar da grande importância econômica da cadeia produtiva citrícola no Brasil, de acordo com Rodrigues et al. (2010), persiste a necessidade de se encontrarem alternativas para solucionar alguns problemas inerentes à atividade, como, por exemplo, a utilização massiva de um único porta-enxerto, o limoeiro ‘Cravo’, na qual está sustentada a citricultura brasileira.

### **3.3 As laranjas doces e suas características**

Os frutos de laranja são frutos carnosos nos quais a parede do ovário aumenta em espessura após a polinização e a subsequente fertilização. Nesses frutos os pericarpos são bem desenvolvidos e, pelo menos em parte, parenquimatosos e suculentos, são do grupo hesperídio, ou seja, o epicarpo é coriáceo com numerosas glândulas oleíferas e o endocarpo é membranáceo e dividido em gomos, dispostos radialmente no fruto, revestidos de vesículas sucosas na porção interna, são envolvidos por uma camada branca e esponjosa, o albedo, por sua vez envolvido por uma camada externa, o flavedo (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017; SOBRINHO et al., 2013).

As características físico-químicas das laranjas variam em função de uma série de fatores (SOBRINHO et al., 2013) e, conforme Lemos et al. (2012), para que os frutos possam chegar ao mercado consumidor com qualidade, é importante conhecer o momento apropriado da colheita. Como os citros são frutos não climatéricos, eles devem ser colhidos no ponto de maturação adequado para o consumo, já que os teores de açúcares e ácidos do suco não se alteram após a colheita.

A qualidade físico-química dos frutos pode ser alterada durante a colheita, transporte, comercialização e armazenamento principalmente por manuseio inadequado (PEREIRA; MACHADO; COSTA, 2014). Quanto a isso, Sobrinho et al. (2013) acrescenta que estas características também podem variar em função da variedade de cultivares copas e porta-enxertos, clima, solo, tratos culturais, estágio de maturação dentre outros.

As espécies pertencentes ao grupo de laranjas doces são as mais importantes para a indústria cítrica no Brasil (MACHADO; CRISTOFANI-YALY; BASTIANEL, 2011). As principais cultivares de laranjas doces utilizadas na citricultura brasileira são ‘Pera’, ‘Valência’, ‘Natal’ e ‘Folha Murcha’, sendo as mais plantadas e comercializadas no Brasil, destinadas, principalmente, ao processamento para suco concentrado e não concentrado (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014).

A grande aceitação dos frutos cítricos é devida a um equilíbrio entre doçura e acidez. Por conseguinte, a proporção do teor de sólidos solúveis (°Brix) e acidez, designada como razão °Brix / acidez total (*Ratio*), é amplamente aceita como um índice útil de palatabilidade em frutos cítricos. Dessa forma, desde a década de 1950, as determinações químicas mais frequentemente relatadas em frutos cítricos são o teor de sólidos solúveis totais (SST) e a acidez total titulável (ATT), bem como o teor de ácido ascórbico, devido ao seu aspecto nutricional (KEFFORD, 1960).

### **3.4 Efeitos dos porta-enxertos nos atributos da variedade copa**

A enxertia geralmente emprega dois indivíduos, onde um ou ambos são propagados vegetativamente, dependendo do resultado desejado. Os porta-enxertos clonais e as plantas produzidas sexualmente são tipicamente usadas durante o processo de seleção de cultivares. E quando a uniformidade é desejada, o porta-enxerto e a copa são produzidos vegetativamente. Em práticas de enxertia mais avançadas, um terceiro indivíduo é usado para se juntar a um porta-enxerto e copa que, de outra forma, seria incompatível (MUDGE et al., 2009).

A importância da enxertia como prática agrônômica é indiscutível e, ainda segundo o supracitado autor, o desenvolvimento desta técnica, em torno de 1.800 a.C., propiciou uma ‘segunda era’ na domesticação de plantas e resultou no cultivo em larga escala de novas culturas. Conforme Sobrinho et al. (2013), a enxertia é o método de propagação dos citros mais empregada pelas inúmeras vantagens que apresenta, destacando-se entre todas a obtenção de plantas uniformes, praticamente idênticas à planta-mãe, e com início precoce de produção.

Segundo Bowman, Mccollum e Albrecht (2016), a rentabilidade dos citros é fortemente influenciada pelos porta-enxertos, o qual, de acordo com Lima (1986) apud Schäfer, Bastianel e Dornelles (2001), é o insumo mais importante na formação de um pomar. Nesse sentido, Siqueira e Salomão (2017) afirmam que a escolha de um porta-enxerto é um dos principais fatores a considerar quando se pretende implantar um

pomar de citros, porque ele é responsável pela sustentação da planta, absorção de água e nutrientes do solo, síntese de alguns hormônios, pelo sistema radicular, tolerância a pragas e doenças, tamanho das plantas e qualidade dos frutos da cultivar copa enxertada sobre ele.

Nesse contexto, Bastos, Ferreira e Passos (2014), complementam que na diversificação de porta-enxertos cítricos, buscam-se os chamados ananícantes, que induzem a planta a um porte menor, uma vez que isso possibilita maior eficiência produtiva pelo aumento nas densidades de plantio, e, conseqüentemente, maior produção por unidade de área. A redução no porte da planta, conferida pelos porta-enxertos ananícantes, também facilita os tratamentos fitossanitários e reduz os custos na colheita.

A relevância dos porta-enxertos para a citricultura mundial é evidenciada pelos numerosos trabalhos publicados, nos últimos cinco anos, que corroboram a influência positiva dos porta-enxertos no desempenho de características das variedades cítricas comerciais, tais como, composição nutricional e capacidade antioxidante dos frutos (LEGUA et al., 2013; REIG et al., 2016; SHARMA et al., 2016; FATMA; MUSTAFA ABDEL-ADL, 2017) tolerância e resistência a estresses bióticos e abióticos (doenças, pragas, desequilíbrios nutricionais, baixas temperaturas, salinidade, estresse hídrico, etc.) (BOWMAN; MCCOLLUM; ALBRECHT, 2016; MARTÍNEZ-CUENCA; PRIMO-CAPELLA; FORNER-GINER, 2016; MARTINS et al., 2016; MATTOS et al., 2017; OUSTRIC et al., 2017; ROBLES; BOTÍA; PÉREZ-PÉREZ, 2017) e crescimento das plantas, rendimento, produção e qualidade de frutos (SHAFIEIZARGAR et al., 2012; HUSSAIN et al., 2013; INCESU et al., 2013; YILDIZ; HAKAN DEMIRKESER; KAPLANKIRAN, 2013; YILDIZ et al., 2014; FORNER-GINER et al., 2014; NASIR et al., 2014; CHAHAL e GILL, 2015; PETRY et al., 2015; ABD EL-RAHMAN; HODA, 2016; FRANÇA et al., 2016; SAMPAIO et al., 2016; EMMANOUILIDOU; KYRIACOU, 2017; KLEIN et al., 2017; MACHADO et al., 2017).

Nesse período, também podem ser destacados os seguintes trabalhos: revisão sobre parâmetros da qualidade dos frutos de *Citrus* sob condições de déficit hídrico, realizada por Aguado et al. (2012); revisão feita por Magwaza et al. (2017), em que apresentam estudos sobre fatores que afetam o conteúdo de vitamina C nos frutos cítricos, dentre os quais, a influência do porta-enxerto sobre esse parâmetro; e pesquisa realizada por Castle (2012) na Flórida/EUA, que após avaliar o crescimento das plantas, produção e qualidade de frutos de pomelo 'Marsh', enxertado em 16 porta-

enxertos, estudou, no mercado de frutas frescas, o impacto econômico dos porta-enxertos que apresentaram os melhores resultados hortícolas na pesquisa.

A ampla gama de aspectos estudados nos mencionados trabalhos denota que os porta-enxertos influenciam sobremaneira o desenvolvimento e as características da variedade copa. Mais de 20 características hortícolas são influenciadas pelos porta-enxertos, incluindo tamanho da planta, adaptação a certas condições do solo, produção, tamanho, textura, qualidade e maturidade dos frutos (DAVIES; ALBRIGO, 1995 apud RAMIN; ALIREZANEZHAD, 2005), além de influenciarem também a pós-colheita dos frutos (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014).

No Brasil, como já foi afirmado, a exemplo de outros países, a citricultura baseia-se em uma variabilidade genética muito baixa, tanto na adoção de variedades copas, quanto dos porta-enxertos. Em todo o país ocorre o predomínio do uso de limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limon*), como porta-enxerto (SOBRINHO et al., 2013).

### **3.5 Efeitos dos porta-enxertos no crescimento vegetativo, produção e qualidade dos frutos de laranjeiras**

Outro fator biótico que merece atenção e está associado a características de grupos cítricos individuais, que precisam de melhor compreensão, é a qualidade dos frutos (MACHADO; CRISTOFANI-YALY; BASTIANEL, 2011). Ainda que Miele e Rizzon (2016) ressaltem que não há preponderância do ‘cavalo’ sobre a copa e que a seleção adequada do porta-enxerto depende da interação entre o porta-enxerto, a copa e o meio ambiente. Para Kefford (1960), enquanto os fatores genéticos tem um efeito predominante na determinação da composição química dos frutos cítricos, o porta-enxerto em que a variedade copa é enxertada também exerce uma influência profunda sobre esses parâmetros.

Nas culturas cítricas, as combinações copa/porta-enxertos são usadas para melhorar a produção e a qualidade dos frutos e aumentar a tolerância ao estresse biótico e abiótico (OUSTRIC et al., 2017). A qualidade dos frutos cítricos é intrínseca à variedade, sendo, no entanto, influenciada por inúmeros fatores: o clima, o solo, a adubação, os tratamentos culturais, os tratamentos fitossanitários e o porta-enxerto. Há um grande número de fatores de qualidade influenciados pelo porta-enxerto: tamanho e peso dos frutos, cor e espessura da casca, conteúdo de suco, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez, cor do suco, conteúdo em óleo da casca, amargor, conteúdo em sais minerais, granulação, teor de ácidos graxos e conservação pós-colheita. Entretanto, a

magnitude da influência do porta-enxerto é maior no que se refere à produção de frutos (STUCHI et al., 1996).

Além da qualidade dos frutos, a produtividade também é um traço importante a ser considerado em programas de melhoramento de plantas (MACHADO; CRISTOFANI-YALY; BASTIANEL, 2011).

Recentemente, em nível mundial, diversos ensaios evidenciaram o efeito dos porta-enxertos no crescimento vegetativo, na produção e na qualidade dos frutos dos citros, avaliada por parâmetros como diâmetro e peso dos frutos, cor do fruto e do suco, espessura da casca, porcentagem de suco, sólidos solúveis totais (°Brix), ácido ascórbico, pH, *Ratio* e número de sementes por frutos. Dentre essas pesquisas, distinguem-se:

Sharma et al. (2016), nas condições da Índia, avaliaram o desempenho horticultural de oito porta-enxertos no crescimento, rendimento, qualidade de frutos e concentração mineral nas folhas de limão (*Citrus limon*). Os resultados da pesquisa revelaram efeitos significativos dos porta-enxertos sobre todas as variáveis estudadas, a saber: crescimento vegetativo, densidade e qualidade dos frutos e concentrações de nutrientes foliares.

Petry et al. (2015) aponta diferenças significativas na eficiência de produção e produção por planta em laranjas-de-umbigo ‘Monte Parnaso’ [*Citrus sinensis* (L.)] enxertadas em seis porta-enxertos, sendo as plantas mais produtivas as que foram enxertadas em limoeiro ‘Cravo’ e tangerina ‘Sunki’, com, respectivamente, 124 kg.planta<sup>-1</sup> e 93 kg.planta<sup>-1</sup> de produção acumulada em seis anos. Essas plantas também apresentaram maiores eficiências produtivas, com, respectivamente, 10 kg.m<sup>-3</sup> e 6 kg.m<sup>-3</sup> de copa.

França et al. (2016) demonstram que frutas da variedade copa de laranja doce ‘Valência Tuxpan’, com nove anos de idade, foram influenciadas por 14 diferentes porta-enxertos, entre eles ‘Riverside’, ‘Indio’, variedades da tangerina ‘Sunki’, ‘Cleopatra’ e limão ‘Volkameriano’. Os resultados mostraram que a maior eficiência de produção é das plantas enxertadas no Citrandarin ‘Riverside’ com 5,8 kg.m<sup>-3</sup> de copa. Com efeito, esta é a combinação que mais aproveita a arquitetura de sua copa na expressão de sua produtividade em clima tropical úmido.

Nasir et al. (2014) avaliaram o rendimento e a qualidade dos frutos de *Citrus reticulata* enxertada em limão ‘Cravo’ e limão ‘Rugoso’. Seus resultados revelaram que o porta-enxerto limão Rugoso apresentou efeito mais acentuado sobre o rendimento e as

características físico-químicas dos frutos de *C. reticulata*, sob as condições climáticas de Sargodha, no Paquistão.

Legua et al., (2014), em Valência na Espanha, avaliaram o conteúdo de fenóis, ácidos orgânicos, açúcares e atividade antioxidante da tangerina ‘Clementina’ (*Citrus clementina*), enxertada sobre 14 porta-enxertos. Os resultados mostraram que o porta-enxerto desempenha importante papel na determinação da qualidade organoléptica e nutritiva dos frutos, bem como, na concentração de compostos bioativos. Os autores concluem que dadas às diferenças na concentração de compostos bioativos e na atividade antioxidante entre os porta-enxertos, esses parâmetros devem ser incluídos como um fator importante em futuros programas de reprodução para obter novas combinações de copa/ porta-enxertos com compostos bioativos aprimorados.

Incesu et al. (2013) estudaram os efeitos de cinco porta-enxertos sobre o rendimento, a qualidade dos frutos, a casca e a cor do suco da laranja ‘Moro’. Dentre os parâmetros para os quais foram vistos efeitos dos porta-enxertos, estão: rendimento, peso dos frutos, altura, diâmetro da copa, índice tecnológico, espessura da casca, teor de suco, sólidos solúveis totais, acidez titulável, *Ratio* e cor da casca e do suco. Legua et al. (2013) confirmaram que as propriedades físico-químicas do suco da variedade ‘Lane Late’ são fortemente influenciadas pelo porta-enxerto.

Shafieizargar et al. (2012) estudaram a produção e a qualidade dos frutos da laranjeira ‘Queen’ enxertada em seis porta-enxertos comerciais nas condições edafoclimáticas do Irã. Os referidos autores concluíram que os porta-enxertos têm efeitos significativos sobre a maioria dos parâmetros avaliados, indicando que o tamanho da árvore, a produção e a qualidade dos frutos da laranjeira ‘Queen’ podem ser controlados pela seleção adequada dos porta-enxertos.

Já os autores seguintes reafirmam, através de pesquisas experimentais, que a amplitude da influência do porta-enxerto, como cita Stuchi et al. (1996), em comparação a outros parâmetros, é maior no que se refere à produção de frutos:

Chahal e Gill (2015), avaliando o desempenho de variedades de laranjas doces sobre diferentes porta-enxertos no noroeste da Índia, verificaram que as diferentes interações copa/ porta-enxerto influenciaram o crescimento vegetativo das plantas e a qualidade dos frutos.

Yildiz et al. (2014), testando o pomelo ‘Rio Red’ enxertado sobre sete porta-enxertos em ensaio realizado na Turquia, concluíram que o tamanho da árvore, o

rendimento e a qualidade dos frutos do pomelo ‘Rio Red’ foram influenciados pelos porta-enxertos.

### 3.6 Variedades copa utilizadas no estudo

Visando colaborar para o incremento da competitividade da cadeia produtiva dos citros no Amazonas, foram estudados o crescimento, a produção e a qualidade dos frutos das cultivares de laranjas doces ‘Rubi’, ‘Pera’, ‘Valência Tuxpan’, ‘Pineapple’, ‘Salustiana’, ‘Diva’, Laranja ‘Lima’ (Sukari), ‘Westin’, ‘Cara Cara’ e ‘Pera’ CNPMF, enxertadas sobre diferentes porta-enxertos.

As principais características das cultivares utilizadas nessa pesquisa são apresentadas a seguir:

a. ‘Rubi’ – Apresenta porte alto, copa arredondada, fruto de tamanho médio, esférico e sem sementes, casca ligeiramente rugosa, coloração da polpa alaranjada e maturação meia-estação. Destaca-se para o mercado de fruta (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014).

b. ‘Pera’ – A planta adulta apresenta porte médio, copa ereta, frutos de tamanho médio, oval, com média de seis sementes. Maturação tardia (julho a setembro), com produções temporãs ao longo do ano. É a cultivar mais difundida do país, chegando a ser quase exclusiva em alguns estados (SOBRINHO et al., 2013). Segundo Portella et al. (2016), quando enxertada sobre o ‘Flying dragon’, a laranjeira ‘Pera’ e a limeira ácida ‘Tahiti’ são as cultivares com maiores valores de volume de copa, taxa de cobertura de copa entrelinha e taxa de cobertura de copa nas linhas e também altura de plantas, não diferindo entre si.

c. ‘Valência Tuxpan’ – Planta adulta de porte alto e copa arredonda, fruto de tamanho médio e esférico, com 0 a 6 sementes, apresenta maturação tardia (de julho a setembro). Além de produzir após a ‘Pera’, apresenta elevada produtividade, com bom potencial, tanto para o processamento industrial como para o mercado de fruta fresca (SOBRINHO et al., 2013). É um clone da variedade ‘Valência’, introduzida do México e apresenta alto conteúdo de suco (FRANÇA et al., 2016).

d. ‘Pineapple’ – É um clone nucelar obtido na Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas/ BA de semente introduzida de Riverside, embora a cultivar tenha sido originária da Flórida, ambos estados dos EUA. A planta possui porte alto, copa arredondada, fruto de tamanho médio, esférico, com média de 16 sementes e

maturação meia-estação (maio a julho). Apresenta elevada produtividade e excelente qualidade de suco (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014; SOBRINHO et al., 2013).

e. ‘Salustiana’ – Cultivar de meia estação, produzindo de maio a julho (SOBRINHO et al., 2013), é oriunda de Valência, Espanha. Trata-se de planta de porte alto, copa arredondada, com ramos sobressaindo no topo, fruto de tamanho médio a grande, sucoso, esférico e sem sementes, com maturação meia-estação. Possui boa aceitação, tanto para o mercado de fruta fresca, como para processamento de suco (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014)

f. Laranja ‘Lima’ (Sukari) – Planta adulta de porte médio, copa arredondada, fruto pequeno, esférico, pouca acidez, com cerca de 4 sementes. Maturação meia-estação (de maio a junho), com produções temporãs (de dezembro a marco). A cultivar ‘Lima’, embora com mercado limitado, tem boa aceitação no Nordeste, pela ausência praticamente total de acidez nos frutos (SOBRINHO et al., 2013).

g. ‘Westin’ – Planta de porte baixo, conformação da copa semiereta, teor de suco e acidez média (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014), maturação precoce a meia-estação (maio a julho), frutos de tamanho médio, arredondado, sucoso e com 0 a 6 sementes. Tem mostrado a ser mais uma opção citricultura de mesa, tanto em áreas de altitude, como em outras áreas no Nordeste (SOBRINHO et al., 2013).

h. ‘Cara Cara’ – Originária de Carabobo, Venezuela. Apresenta porte alto, copa arredondada, frondosa, fruto grande e sem sementes, esférico, polpa doce e cor avermelhada, umbigo proeminente e maturação meia estação. Pode ser recomendada como alternativa para a diversificação de frutos de mesa (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014). É classificada no grupo das laranjas doces sanguíneas (SOBRINHO et al., 2013).

i. ‘Pera’ CNPMF – Segundo Barbosa e Rodrigues (2014), está entre as variedades copas mais utilizadas no Nordeste do Brasil, em razão do excelente desempenho e da presença de estirpe fraca do *Citrus tristeza virus*. É um clone nucelar obtido via semente na Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas/ BA de material introduzido no Instituto Agrônomo de Campinas – IAC avaliado por sucessivos anos nos aspectos produtividade e tolerância ao vírus da tristeza dos citros. A planta adulta apresenta porte médio e galhos mais ou menos eretos.

### 3.7 Porta-enxertos utilizados no estudo

Programas de melhoramento genético de citros, a exemplo do programa mantido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, buscam, entre outros objetivos, obter e selecionar porta-enxertos híbridos com elevada tolerância a estresses abióticos e bióticos, destacando-se àqueles que associam alta eficiência produtiva (produção de frutos por volume de copa), possibilidade de emprego de maiores densidades de plantio e tolerância à seca (SOARES FILHO et al., 2011).

Com vistas a colaborar com a diversificação das variedades copas e porta-enxertos no Amazonas, cujo principal efeito, segundo Rodrigues et al. (2015), é a segurança fitossanitária, estão sendo estudados os porta-enxertos limão ‘Cravo Santa Cruz’, Tangerina ‘Sunki Tropical’, Citrandarin ‘Indio’, Citrandarin ‘Riverside’, TSKC x CTSW – 028, LVK x LCR – 038 e TSKC x (LCR x TR) - 059. Onde: TSKC = tangerineira ‘Sunki’ comum, LVK = limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.), LCR = limoeiro ‘Cravo’; TR = *Poncirus trifoliata* e CTSW = Citrumelo ‘Swingle’.

a. Limão ‘Cravo Santa Cruz’: é uma mutação de gema do limoeiro ‘Cravo Santa Barbara’, identificada no Banco Ativo de Germoplasma de Citros da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura em 1997. A planta apresenta arquitetura globular, boa produção de frutos, principal floração em agosto-setembro, brotações de coloração bronzeada, folhas não aladas e com limbo ondulado, flores de coloração arroxeadas. Porta-enxerto de grande rusticidade e adaptação a diferentes condições de clima e solo, recomendado para diversas variedades copas. Apresenta um número médio de sementes por fruto relativamente alto, cerca de 17 sementes por frutos (PASSOS et al., 2007).

b. Tangerina ‘Sunki Tropical’: É uma seleção proveniente de ‘Sunki’ (*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka), uma tangerineira originária da China (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014). Identificada pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, caracteriza-se pelo elevado número médio de sementes por fruto, em torno de 19, aliado a um alto grau de poliembrionia. O elevado número de sementes por fruto favorece a obtenção de um maior número de “cavalinhos” e a alta poliembrionia garante a uniformidade dos mesmos, pela produção de grandes quantidades de plantas de origem nucelar, geneticamente idênticas à planta-mãe (SOARES FILHO et al., 2002).

c. Citrandarin ‘Indio’: Híbrido oriundo cruzamento entre a tangerineira ‘Sunki’ *Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka x *Poncirus trifoliata* (L.). planta de porte

médio, copa ereta e diâmetro médio de 2,4 m, folha trifoliada, típica de *P. trifoliata*. Possui frutos pequenos e achatados, com diâmetros longitudinal médio de 4,4 cm e transversal de 5,0 cm, com média de 22 sementes por fruto. A floração principal corre no mês de setembro, e a colheita principal de maio a julho, com maturação meia-estação e produtividade média de 1.200 frutos por planta (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014).

d. Citrandarin ‘Riverside’: É um híbrido do cruzamento entre a tangerineira ‘Sunki’ *Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka x *Poncirus trifoliata* (L.). É um porta-enxerto oriundo da *U.S. Date & Citrus Station* da USDA, Califórnia, introduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura. Apresenta ótimo comportamento, quando enxertado com laranjas doces, tangerinas, limeiras ácidas e pomelos. Possui porte médio, copa ereta, diâmetro em torno de 2,3 m, folha trifoliolada, com frutos pequenos e achatados, altura média de 5 cm, diâmetro médio 4,4 cm, com 23 a 26 sementes e taxa de poliembrionia em torno de 99%. A floração principal ocorre no mês de setembro e a maturação é meia-estação. Tem produtividade em torno de 1.200 frutos por planta (BASTOS; FERREIRA; PASSOS, 2014).

e. TSKC x CTSW - 028: Clone nucelar de híbrido obtido pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (PMG Citros), originário do cruzamento entre tangerineira ‘Sunki’ comum x citrumelo ‘Swingle’ (PASSOS et al., 2007).

f. LVK x LCR - 038: Clone nucelar de híbrido obtido pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (PMG Citros) é um híbrido do cruzamento entre limoeiro ‘Volkameriano’ x limoeiro ‘Cravo’ (PASSOS et al., 2007; CARVALHO et al., 2016).

g. TSKC x (LCR x TR) - 059: Clone nucelar de híbrido obtido pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura (PMG Citros) é um híbrido do cruzamento entre tangerineira ‘Sunki’ comum x (limoeiro ‘Cravo’ x *Poncirus trifoliata* (PASSOS et al., 2007).

Todos os porta-enxertos envolvidos na presente pesquisa, com exceção de TSKC x CTSW - 028 e Tangerina ‘Sunki Tropical’, foram testados em combinação com a variedade copa de laranjeira ‘Pera’ CNPMF por Carvalho et al. (2016), em ensaio nas condições de Sergipe, quanto à altura, copa, taxa fotossintética, teor de prolina, eficiência produtiva, produção e produtividade por planta. Dentre os porta-enxertos alternativos ao limoeirão ‘Cravo’ comum, para a produção de laranja ‘Pera’, nas

condições dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe, foram identificados: o híbrido TSKC X (LCR X TR) - 059 e os citrandarins ‘Riverside’ e ‘Indio’. Sendo que o híbrido TSKC X (LCR X TR) - 059 induziu a formação de copa de laranjeira ‘Pera’ menor e com elevada eficiência produtiva nos primeiros anos. O citrandarin ‘Indio’ e o híbrido LVK x LCR - 038 destacaram-se por induzir a copa de ‘Pera CNPMF D6’ à precocidade produtiva, semelhante ao limão ‘Cravo’ comum.

Ramos et al. (2015) avaliaram as três primeiras safras de laranja ‘Valência’ enxertada em vários porta-enxertos, nas condições de São Paulo, Brasil. Os seus resultados indicam que, dentre outros, o híbrido TSKC X (LCR X TR) - 059 permitiu densidades de plantio superiores ou equivalentes em comparação com o tradicional limão ‘Cravo’ e a tangerina ‘Sunki’. O referido híbrido também induziu alta eficiência produtiva com maior ou qualidade equivalente ao limão ‘Cravo’; além de induzir alta tolerância à seca, com resultados semelhantes ao limão ‘Cravo’. Apesar de não serem porta-enxertos ananícantes, os híbridos TSKC x CTSW - 028, tangerina ‘Sunki Tropical’ e citrandarin ‘Indio’ apresentaram um bom desempenho. O híbrido TSKC X (LCR X TR) - 059 destacou-se por apresentar alta eficiência de produção, efeito ananícante e produção de frutos com qualidade superior ou similar em comparação com frutos do limoeiro ‘Cravo’, o principal porta-enxerto da indústria de citros brasileira.

Enquanto, Rodrigues et al. (2016), ao avaliarem, nas condições de Cruz das Almas/BA, a produção de mudas de laranjeiras-doces ‘Pera’ e ‘Westin’, dentre outras variedades copa, sobre 14 porta-enxertos (sendo 11 porta-enxertos híbridos de citros: citrandarins ‘Indio’ e ‘Riverside’ [*C. sunki* (Hayata) hort. x Tanaka x *Poncirus trifoliata* ‘English’ (L.) Raf.], citrandarin ‘San Diego’ (*C. sunki* x *P. trifoliata* ‘Swingle’, citrumelo ‘Swingle 4475’ (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) e os híbridos HTR-051, TSKC x (LCR x TR)-040 e 059, LVK x LCR-010 e 038, TSKC x CTTR-002 e TSKC x CTSW-041, onde HTR, TSKC, CTTR, LVK, LCR, TR e CTSW correspondem a, respectivamente, híbrido trifoliolado, tangerina ‘Sunki’ comum, citrange ‘Troyer’ [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*], limoeiro ‘Cravo’, *P. trifoliata* e Citrumelo ‘Swingle’; além de três espécies de uso comercial: *P. trifoliata* var. monstruosa ‘Flying Dragon’, limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*C. limonia*) e tangerineira ‘Sunki Tropical’ (*C. sunki*). Os mencionados autores não observaram quaisquer sintomas de incompatibilidade entre os porta-enxertos e as variedades no viveiro, apesar de *P. trifoliata* ser incompatível com a laranjeira ‘Pera’.

#### 4. REFERÊNCIAS

- ABD EL-RAHMAN, G. F.; HODA, M. M. Physiological studies on improving fruit quality of Valencia orange fruits. **Global Journal of Biology, Agriculture & Health Sciences**, v. 5, n. 2, p. 93-101, 2016.
- AGUADO, A.; FRÍAS, J.; GARCÍA-TEJERO, I.; ROMERO, F.; MURIEL, J. L.; CAPOTE, N. Towards the improvement of fruit-quality parameters in Citrus under deficit irrigation strategies. **ISRN Agronomy**, v. 2012, p. 1-9, 2012.
- BARBOSA, C. D. J.; RODRIGUES, A. S. Tristeza dos citros. **Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal-SP**. 36: 525 -770 p, 2014.
- BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuários**, v. 35, p. 36–45, 2014.
- BOWMAN, K. D.; MCCOLLUM, G.; ALBRECHT, U. Performance of ‘Valencia’ orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) on 17 rootstocks in a trial severely affected by huanglongbing. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 355-361, 2016.
- CARVALHO, L.M.; HÉLIO, W.L.; FILHO, W.S.S.; MARTINS, C.R.; PASSOS, O.S. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro ‘Cravo’, nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Pesq. agropec. bras.** Brasilia, DF. 51: 132-141 p, 2016.
- CASTLE, W. S. Horticultural and economic impact of rootstocks on fresh-market “Marsh” grapefruit. **HortScience**, v. 47, n. 8, p. 1007–1013, 2012.
- CASTLE, W. S.; BALDWIN, J. C. Young-tree performance of juvenile sweet orange scions on Swingle citrumelo rootstock. **HortScience**, v. 46, n. 4, p. 541-552, 2011.
- CHAHAL, T. S.; GILL, P. P. S. Performance of exotic sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck) cultivars on different rootstocks under North Western India. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 8, n. 16, 2015.
- CITRUSBR. Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos. Qual é o suco que o mundo quer?. Disponível em: [www.citrusbr.com.br](http://www.citrusbr.com.br). Acessado em: 26/07/2017.
- DAVIES F.S., ALBRIGO L.G. **Citrus**, CAB Int., UK, 1995.
- EL-OTMANI, M., AIT-OUBAHOU, A., ZACARÍAS, L. *Citrus* spp: orange, mandarin, tangerine, clementine, grapefruit, pomelo, lemon and lime. In: Yahia, E.M. (Ed.),

Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruit, vol. 2. Woodhead Publishing Co., Coornwall, UK, p. 505–515, 2011.

EMMANOUILIDOU, M. G.; KYRIACOU, M. C. Rootstock-modulated yield performance, fruit maturation and phytochemical quality of ‘Lane Late’ and ‘Delta’ sweet orange. **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 112-121, 2017.

FAO. Commodity Balances - Crops Primary Equivalent. NATIONS, F. A. A. O. O. T. U. 2014. Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org). acessado em: 04/07/2019.

FAO. Commodity Balances - Crops Primary Equivalent. NATIONS, F. A. A. O. O. T. U. 2017. Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org). acessado em: 04/08/2017.

FATMA, K. A.; MUSTAFA ABDEL-ADL, D. Effect of silica compounds on vegetative growth, yield, fruit quality and nutritional status of Olinda ‘Valencia’ orange. **Middle East Journal of Agriculture Research**, v. 06, n. 01, p. 45-56, January-March 2017.

FORNER-GINER, M. A.; RODRIGUEZ-GAMIR, J.; MARTINEZ-ALCANTARA, B.; QUIÑONES, A.; IGLESIAS, D. J.; PRIMO-MILLO, E.; FORNER, J. Performance of navel orange trees grafted onto two new dwarfing rootstocks (Forner-Alcaide 517 and Forner-Alcaide 418). **Scientia Horticulturae**, v. 179, p. 376-387, 2014.

FRANÇA, N.O.; AMORIM, M.S.; GIRARDI, E.A.; PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W.S. Performance of ‘Tuxpan Valencia’ sweet orange grafted onto 14 rootstocks in Northern Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 4, 2016.

GHADA, B.; AMEL, O.; AYMEN, M.; AYMEN, A.; AMEL, S.H. Phylogenetic patterns and molecular evolution among ‘True citrus fruit trees’ group (Rutaceae family and Aurantioideae subfamily). **Scientia Horticulturae**, v. 253, n. October 2018, p. 87-98, 2019.

HAO, D.C. Genomics and Evolution of Medicinal Plants. In: Ranunculales Medicinal Plants. Academic Press, Elsevier Inc., 2019.

HUSSAIN, S.; CURK, F.; ANJUM, M.A.; PAILLY, O.; TISON, G. Performance evaluation of common clementine on various citrus rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 150, p. 278-282, 2013.

IBGE. Indicadores IBGE: Estatística da Produção Agrícola. ESTATÍSTICA: IBGE: 80 p. 2018.

IBGE. Indicadores IBGE: Estatística da Produção Agrícola: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): 78 p. 2017.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2015**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default\\_xls.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default_xls.shtm)  
Acessado em: 26/07/2017.

INCESU, M.; ÇIMEN, B.; YESILOGLU, T.; YILMAZ, B. Rootstock effects on yield, fruit quality, rind and juice color of ‘Moro’ blood orange. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 11, n. 3 & 4, p. 867-871, 2013.

KEFFORD, J. F. The Chemical Constituents of Citrus Fruits. **Advances in Food Research**, v. 9, n. C, p. 285-372, 1960.

KLEIN, J D.; SHALEV, Y.R.; COHEN, S.; SACHS, M. Rootstocks for the grapefruit hybrid “Sweetie” (‘Oroblanco’) under organic and conventional management. **Scientia Horticulturae**, v. 222, p. 12-16, 2017.

LEGUA, P.; FORNER, J.B.; HERNÁNDEZ, F.; FORNER-GINER, M.A. Physicochemical properties of orange juice from ten rootstocks using multivariate analysis. **Scientia Horticulturae**, v. 160, p. 268-273, 2013.

LEGUA, P; FORNER, J.B; HERNANDEZ, F.; FORNER-GINER, M.A. Total phenolics, organic acids, sugars and antioxidant activity of mandarin (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.): Variation from rootstock. **Scientia Horticulturae**, v. 174, p. 60-64, 2014.

LEMOS, L.M.C.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; CECOM, P.R.; LEMOS, J.P. Características físico-químicas da laranja- pera em função da posição na copa. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP, v. 34, p. 1091-1097, 2012.

LIMA, J.E.O. Novas técnicas de produção de mudas cítricas. **Laranja**, Corderópolis, v.7, n.2, p.463-468, 1986.

MACHADO, D.L.M.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; CECOM, P.R.S.; SILVA, D.F.P. Evaluation of rootstocks for ‘Tahiti’ Acid Lime in Northern State of Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, 2017.

MACHADO, M. A.; CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M. Breeding, genetic and genomic of citrus for disease resistance. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. spe1, p. 158-172, 2011.

MAGWAZA, S.L., MDITSHWA, A., TESFAY, Z.S., OPARA, L.U. An overview of preharvest factors affecting vitamin C content of citrus fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 216, 12-21, 2017.

MARTÍNEZ-CUENCA, M.R.; 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**, 2016.

MARTINS, C.R.; CARVALHO, H.W.L.; TEODORO, A.V.; SOARES FILHO, W.S.; PASSOS, ORLANDO S. Agronomical performance of citrus scion cultivars grafted on Rangpur lime in north-eastern Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 1, p. 16-23, 2016.

MATTOS, D.; HIPPLER, F.W. R.; BOARETTO, R.M.; STUCHI, E.S.; QUAGGIO, J.A. Soil boron fertilization: The role of nutrient sources and rootstocks in citrus production. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 16, n. 7, p. 1609-1616, 2017.

MIELE, A.; RIZZON, L. A. Rootstock-scion interaction: effect on the yield components of cabernet sauvignon grapevine. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal-SP, n. 39, 2016.

MUDGE, K.; JANICK, J.; SCOFIELD, S.; GOLDSCHMIDT, E.E. A history of grafting. **Hortic. Rev.** (Am. Soc. Hortic. Sci.) 35, 437-493, 2009.

NASIR, M.A.; AZIZ, M.M.; MOHAR, T.A.; IQBAL, J.; RAZA, M.K. Evaluation of suitable rootstock for enhancement of yield and quality of kinnow (*Citrus reticulata* blanco) under sargodha conditions. **J. Agric. Res**, v. 52, n. 3, p. 407-414, 2014.

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.

PASSOS, O.P.; SOARES FILHO, W.S.; SOBRINHO, A.P.C.; 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. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Documentos, 163: 61 p. 2007.

PEREIRA, S.G.; MACHADO, C. F. L.; COSTA, J. M. C. Aplicação de recobrimento prolonga a qualidade pós-colheita de laranja ‘Valência Delta’ durante armazenamento ambiente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 520-527, 2014.

PETRY, H.B.; REIS, B.; SILVA, R.R.; GONZATTO, M.P.; SCHWARZ, S.F. Porta-enxertos influenciam o desempenho produtivo de laranjeiras-de-umbigo submetidas a poda drástica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 449-455, 2015.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S.; RESENDE, M. D. V. D. Avaliação genética de seleções e híbridos de Limões ‘Cravo’, ‘Volkameriano’ e ‘Rugoso’ como porta-enxertos para laranjeiras ‘Valência’ na presença da Morte Súbita dos citros. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal-SP, 35: 199-209 p, 2013.

PORTELLA, C.R.; MARINHO, C.L.; AMARAL, B.D.; CARVALHO, W.S.G.; CAMPOS, G.S.; SILVA, M.P.S.; SOUSA, M.C. Desempenho de cultivares de citros enxertadas sobre o trifoliatoeiro 'Flying Dragon' e limoeiro ‘Cravo’ em fase de formação do pomar. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 70-75, 2015.

RAMIN, A.A.; ALIREZANEZHAD, A. Effects of citrus rootstocks on fruit yield and quality of Ruby Red and Marsh grapefruit. **Fruits**, v. 60, n. 5, p. 311-317, 2005.

RAMOS, Y.C.; STUCHI, E.S.; GIRARDI, E.A.; LEÃO, H.C.; GESTEIRA, A.S.; PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W.S. Dwarfing rootstocks for ‘Valencia’ sweet orange. **Acta Horticulturae**, n. 1065, p. 351-354, 2015.

REIG, G.; MESTRE, L.; BETRÁN, J.A.; PINOCHET, J.; MORENO, M.A. Agronomic and physicochemical fruit properties of ‘Big Top’ nectarine budded on peach and plum based rootstocks in Mediterranean conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 210, p. 85-92, 2016.

ROBLES, J.M.; BOTÍA, P.; PÉREZ-PÉREZ, J.G. Sour orange rootstock increases water productivity in deficit irrigated ‘Verna’ lemon trees compared with *Citrus macrophylla*. **Agricultural Water Management**, v. 186, p. 98-107, 2017.

RODRIGUES, F.A.; FREITAS, G.F.; MOREIRA, R.A.; PASQUAL, M. Caracterização dos frutos e germinação de sementes dos porta-enxertos trifoliata Flying Dragon e citrumelo ‘Swingle’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1180-1188, 2010.

RODRIGUES, M.J.S, LEDO, C.A.S.; GIRARDI, E.A.; ALMEIDA, L.A.H.; SOARES

FILHO, W.S. Caracterização de frutos e propagação de porta-enxertos híbridos de citros em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 457-470, 2015.

RODRIGUES, M.J.S.; OLIVEIRA, E.R.M.; GIRARDI, E.A.; LEDO, C.A.S.; SOARES FILHO, W.S. Produção de mudas de citros com diferentes combinações copa e porta-enxerto em viveiro protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p. 187-201, 2016.

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 under rainfed conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, 2016.

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

SECEX. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex/competencia.php>. Acessado em: 26/07/2017.

SHAFIEIZARGAR, A.; AWANG, Y.; JURAIMI, A.S.; OTHMAN, R. Yield and fruit quality of 'Queen' orange [*Citrus sinensis* (L) Osb.] grafted on different rootstocks in Iran. **Australian journal of crop science**, v. 6, n. 5, p. 777-783, 2012.

SHARMA, R. M.; DUBEY, A.K.; AWASTHI, O.P.; KAUR, C. Growth, yield, fruit quality and leaf nutrient status of grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.): variation from rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 210, p. 41-48, 2016.

SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C. Citros: do Plantio à Colheita. UFV-MG, 278 p., 2017.

SOARES FILHO, W.S.; DIAMANTINO, M.S.A.S.; MOITINHO, E.D.B.; SOBRINHO, A.P.C.; PASSOS, O.S. 'Tropical': uma nova seleção de tangerina 'Sunki'. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP. V.24: 127-132 p, 2002.

SOARES FILHO, W.S.; STUCHI, E.S.; RAMOS, Y.C.; GIRARDI, E.A.; GESTEIRA, A.S.; PASSOS, O.P. Porta-enxertos semiananxicantes para laranjeira 'Valência'. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2011.

SOBRINHO, A.P.C.; MAGALHÃO, A.F.J.; SOUZA, A.S.; PASSOS, O.S.; FILHO, W.S.S. Cultura dos Citros. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013.

STUCHI, E.S., SEMPIONATO, O.R. SILVA, J.A.A. Influência dos porta-enxertos na qualidade dos frutos cítricos. **Laranja**, Cordeirópolis, v.17, n. 1, p. 159-178, 1996.

SUN, Y. L.; KANG, H.M.; HAN, S.H.; PARK, Y.C.. Taxonomy and phylogeny of the genus citrus based on the nuclear ribosomal dna its region sequence. **Pakistan Journal of Botany**, v. 47, n. 1, p. 95-101, 2015.

YILDIZ, E.; HAKAN DEMIRKESER, T.; 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. 16-17, 2013.

YILDIZ, E.; KAPLANKIRAN, M.; DEMIRKESER, T.H.; TOPLU, C.; KAMILOGLU, M.U. Performance of ‘Rio Red’ grapefruit on seven rootstocks in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. **J. Agr. Sci. Tech.**, v. 16, p. 897-908, 2014.

**Capítulo I** – Avaliação inicial de sete porta-enxertos promissores para a produção e qualidade de frutos de laranjeiras na Região Metropolitana de Manaus, AM.

## RESUMO

Um dos grandes desafios para o crescimento do setor citrícola no Brasil é a necessidade de diversificação de porta-enxertos para diferentes sistemas de produção e condições ambientais. A pouca diversificação no uso de porta-enxertos torna a citricultura vulnerável ao surgimento de novas pragas e doenças. A falta de variedade de copas e porta-enxertos nos plantios de citros também é um dos problemas que afetam a citricultura no Amazonas. Esta situação assemelha-se ao que ocorre na região Nordeste do país, onde o uso acentuado do limoeiro ‘Cravo’ como porta-enxerto deve-se, possivelmente, à falta de oferta de mudas cítricas enxertadas em outros porta-enxertos e, sobretudo, à ausência de estudos que indiquem porta-enxertos alternativos adaptados às condições da região. A falta de informações sobre a diversificação dos pomares citrícolas nas condições do Amazonas não permite que o produtor tenha opções de variedades com produção e maturação precoces de frutos. Apesar disso, em 2017, o Amazonas obteve uma produtividade de laranja cerca de 41% maior que o Pará, o grande estado produtor desta cultura na região Norte do país. Dessa maneira, o bom rendimento produtivo das áreas cultivadas com esta fruteira sugere um promissor potencial de produção de citros no estado do Amazonas. Diante da importância socioeconômica dos citros, o objetivo desta pesquisa foi identificar os porta-enxertos que induzem maior produção e melhor qualidade de frutos nas condições do Amazonas. A avaliação da produção foi realizada no período de maio a agosto nos anos de 2017 a 2019, além de pequenas safras nos meses de setembro e outubro dos mesmos anos. Esta avaliação foi feita observando três variáveis: peso dos frutos por planta, eficiência produtiva e índice de produtividade. As análises químicas foram feitas medindo-se os sólidos solúveis totais, a acidez total titulável e o *Ratio*, as análises físicas dos frutos foi feita pesando-se o suco, assim como também pesou-se quinze frutos para compor uma amostra, ambos foram mensurados em balança de prato com capacidade de 20 kg, a partir de então foi calculado o índice tecnológico. Os resultados das variáveis relativas à produção e qualidade físico-química dos frutos demonstraram que os genótipos ‘Indio’, [TSKC x (LCR x TR)-059] e ‘Riverside’ em combinação com a variedade copa ‘Pera’/CNPMPF apresentaram simultaneamente maior produção e boas qualidades de frutos, a melhor qualidade de frutos foi da copa ‘Rubi’ enxertada em [TSKC x (LCR x TR)-059], contudo com uma produção menor que da copa ‘Pera’/CNPMPF no mesmo porta-enxerto, portanto ‘Indio’, [TSKC x (LCR x TR)-059] e ‘Riverside’ foram os melhores porta-enxertos para estas combinações.

**Palavras-chave:** Citros, Eficiência Produtiva, Índice de Produtividade, Riverside, Citrandarin.

## ABSTRACT

Currently, one of the major challenges for the growth of the citrus industry in Brazil is the need for rootstock diversification for different production systems and environmental conditions. Poor diversification in the use of rootstocks makes citrus crops vulnerable to the emergence of new pests and diseases. The limited variety of crowns and rootstocks in citrus plantations is also one of the problems affecting citrus cultivation in the Amazon. This situation is similar to what occurs in the Northeast region of the country, where the accentuated use of Rangpur lemon tree as rootstock is possibly due to the lack of offer of citrus seedlings grafted in other rootstocks and, above all, the absence of studies indicating alternative rootstocks adapted to the conditions of the region. The lack of information on the diversification of citrus orchards under the conditions of the Amazon does not allow the producer to have options of varieties with early fruit production and ripening. Despite this, in 2017, the Amazon had an orange yield about 10% higher than Pará, the great state producing this crop in the northern region of the country. Thus, the good yield of the areas cultivated with this fruit tree suggests a promising potential for citrus production in the state of Amazonas. Given the socioeconomic importance of citrus, the objective of this research was to identify the most productive crown-rootstock combinations in the Amazonian conditions. The evaluation of the production was carried out from May to August in the years from 2017 to 2019, besides small harvests in the months of September and October of the same years. This evaluation was made observing three variables: fruit weight per plant, productive efficiency and yield index. Chemical analyzes were made by measuring total soluble solids, total titratable acidity and Ratio, physical analysis of the fruits was made by weighing the juice, as well as weighing fifteen fruits to compose a sample, both were measured. on a 20 kg plate scale, from then on the technological index was calculated. The results of the variables related to the production and physicochemical quality of the fruits showed that the 'Indio', [TSKC x (CRL x TR) -059] and 'Riverside' genotypes in combination with the 'Pera'/CNPMF canopy variety presented simultaneously. highest yield and good fruit quality, the best fruit quality was from the 'Rubi' canopy grafted to [TSKC x (LCR x TR) -059], but with a lower yield than the 'Pera' / CNPMF canopy in the same holder. therefore 'Indio', [TSKC x (LCR x TR) -059] and 'Riverside' were the best rootstocks for these combinations.

**Key words:** Citrus, Productive Efficiency, Productivity Index, Riverside, Citrandarin.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção brasileira de citros está distribuída por todas as regiões do país, com concentração na região sudeste do país. O principal destino da produção de laranja no Brasil é a indústria de processamento de suco, voltada para o mercado externo. Assim, as transformações ocorridas no setor de processamento e no mercado externo de suco refletem-se sobre os demais elos da cadeia produtiva desta *commodity* (SOBRINHO et al. 2013).

Considerando apenas a produção de laranjas, o Brasil ocupa a primeira posição, com 24,6% da produção mundial, seguido dos Estados Unidos, China, México e Espanha (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

Na região Norte a citricultura vem crescendo nos últimos anos, especialmente no Amazonas e Pará, que entre 2017 e 2019 detiveram a maior fatia da produção de laranja da região (IBGE, 2019).

De 2015 a 2017 a produção amazonense aumentou de 55.837 toneladas para 71.830 toneladas. Em 2019, o Amazonas produziu cerca de 66.756 toneladas (IBGE, 2019). É uma produção que tende a crescer na contramão de uma crise na citricultura industrial de exportação.

Neste mesmo período, a produtividade desta cultura no Amazonas foi superior à de estados da segunda maior região produtora de laranja do Brasil, o Nordeste, como os estados da Bahia e Sergipe, chegando a ser muito próxima à produtividade de Minas Gerais conforme dados do IBGE (2019), o segundo maior estado produtor de laranjas do país (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

Aliado às características relacionados à produção da cultura, também deve ser considerada a qualidade físico-química dos frutos. Quanto a esse aspecto, Negreiros et al. (2014) afirmam que a introdução e a avaliação de germoplasma, com posterior seleção de plantas com características desejáveis e adaptadas é o método mais rápido e eficaz para a obtenção cultivares superiores.

Para Lemos et al. (2012), estudos relacionados com a variação das características físico-químicas dos frutos colhidos em diversas partes da copa da planta podem fornecer subsídios para a realização de uma correta amostragem de frutos, visando a determinar o ponto de colheita. A qualidade dos frutos é importante para a sua aceitação no mercado local e seu ponto de colheita é fundamental para a melhor qualidade de frutos, seja para frutos de mesa, seja para a indústria de sucos.

Nesse sentido, o conhecimento dos melhores genótipos para a produção de laranja é um dos requisitos importantes para a formação de mudas e de pomares com alta produtividade e qualidade de frutos.

Segundo Carvalho (2016), a maioria dos pomares é baseada em plantas enxertadas, em que os atributos favoráveis da copa são combinados com aqueles dos porta-enxertos. No Brasil, um número restrito de variedades-copa é utilizado nos pomares, com um número menor ainda de porta-enxertos, havendo grande concentração do uso de limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limon*) como porta-enxerto (SOBRINHO et al., 2013). Essa reduzida diversificação, que também ocorre no Amazonas, é uma vulnerabilidade da cadeia produtiva citrícola, uma vez que torna os pomares mais propícios a ameaças bióticas.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar sete porta-enxertos que mais influenciam nas características relacionadas à produção e qualidade físico-química dos frutos de quatro variedades copas, com vistas a identificar os melhores porta-enxertos na região metropolitana de Manaus, AM, bem como, avaliar variedades alternativas ao limoeiro ‘Cravo’ para cultivo no Amazonas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área experimental

Em uma área experimental de 3,43 ha foi conduzido um ensaio para teste de 7 porta-enxertos em combinação com 4 copas. O preparo do solo para implantação da cultura incluiu gradagem, subsolagem e aplicação de gesso em profundidade.

A adubação pré-plantio foi feita com a aplicação de 300 g de superfosfato simples, 5 a 6 l de esterco de aves e 50 g de FTE BR12, por cova.

O plantio das mudas foi realizado em covas de 40 x 40 x 40 cm, abertas com broca em espaçamento adensado de 6,5 x 2,5 m e densidade de plantas de 667 plantas.ha<sup>-1</sup>. Após o plantio foi feita a adubação em cobertura aos 30 dias utilizando 50 g de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ planta e assim sucessivamente:

- ✓ Aos 60 dias utilizou-se 75 g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 100 g de KCl/ planta;
- ✓ Aos 90 dias utilizou-se 50 g de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ planta;
- ✓ Aos 120 dias utilizou-se 150 g de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 100 g de KCl/ planta.

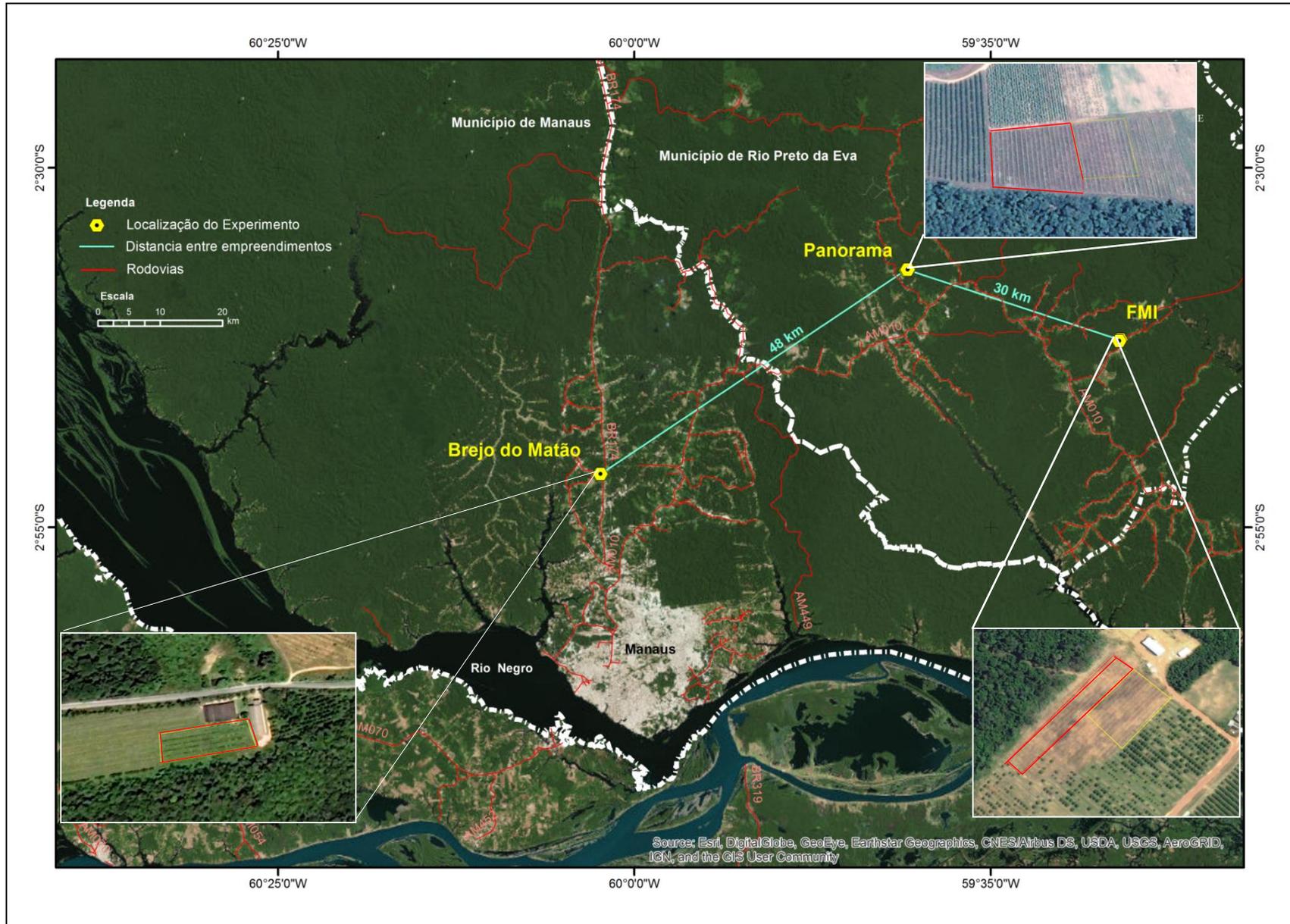
As plantas daninhas foram controladas por meio de roçagem. O ensaio foi instalado no início de 2013 e avaliado no período de 2016 a fevereiro de 2019, nos municípios de Rio Preto da Eva e Manaus (Figura 1):

#### 1. Rio de Preto da Eva/AM

- Propriedade Fazenda FMI-Citros: localizada na Rodovia AM 10, km 113, nas coordenadas geográficas 02° 41' 55,44" S / 59° 25' 53,66" W. Nessa propriedade foram instalados os blocos 1, 2 e 3 do Ensaio I em uma área de 1,41 ha.
- Propriedade Fazenda Panorama: localizada na Rodovia AM 10, km 86, nas coordenadas geográficas 02° 37' 05,02" S / 59° 40' 53,87" W. Nessa propriedade foram instalados os blocos 4, 5 e 6 do Ensaio I em uma área de 1,7 ha.

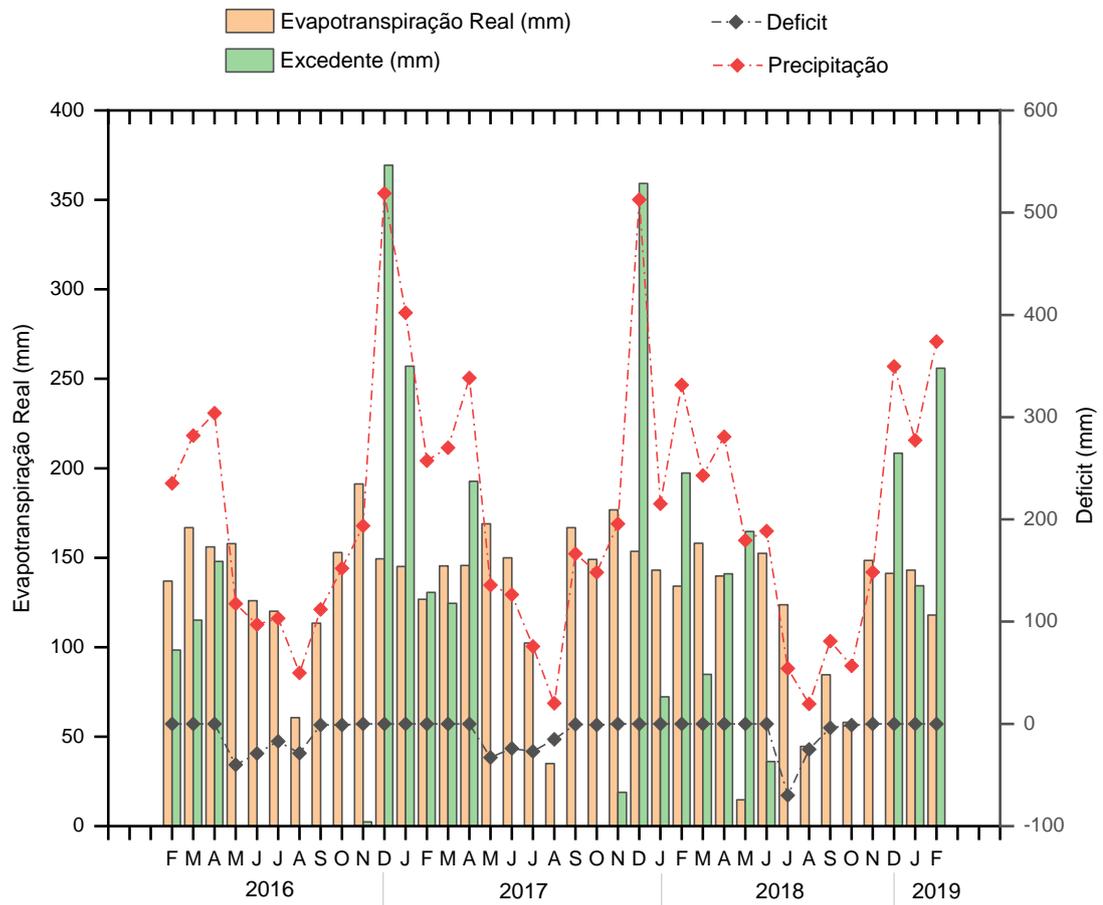
#### 2. Manaus

- Propriedade Brejo do Matão: localizada na Rodovia BR 174, km 15, nas coordenadas geográficas 02° 51' 17,24" S / 60° 02' 24,28" W. Nessa propriedade foi instalado o bloco 7 do Ensaio I, em uma área de 0,32 ha.



**Figura 1.** Mapa de localização das propriedades onde está instalado o ensaio I para teste de porta-enxertos.

O Solo das áreas de estudo é classificado nas ordens Latossolo e Argissolo. O clima é classificado como Af na classificação de Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 27,4 °C e média de pluviosidade média anual de 2.145 mm, concentrada nos meses de novembro a abril (Figura 2).



**Figura 2.** Balanço hídrico da cidade de Manaus entre os anos 2016-2019.

## 2.2 Variedades porta-enxertos e copa utilizados na pesquisa

Para a consecução desse estudo, foram utilizados sete porta-enxertos em combinação com quatro copas (Tabelas 1), totalizando 28 combinações de copa/porta-enxertos (Tabela 2).

**Ensaio I****Tabela 1.** Relação das variedades de copas e de porta-enxertos do Ensaio I para teste de porta-enxertos, realizado nas propriedades FMI-Citros e Panorama em Rio Preto da Eva e na propriedade Brejo do Matão em Manaus, AM no ano de 2013.

PORTA-ENXERTOS	VARIEDADES COPAS
Limão ‘Cravo Santa Cruz’	
Tangerina ‘Sunki Tropical’	‘Rubi’
Citrandarin ‘Indio’	‘Pera’
Citrandarin ‘Riverside’	
TSKC x CTSW - 028	‘Valência Tuxpan’
LVK x LCR - 038	‘Pineapple’
TSKC x (LCR x TR) - 059	

Nota: TSKC – tangerina ‘Sunki’ Comum; CTSW – Citrumelo ‘Swingle’; LVK – Limão ‘Volkameriano’; LCR – Limão ‘Cravo’; TR – Trifoliata.

**Tabela 2.** Relação dos tratamentos do Ensaio I oriundos das combinações copas/porta-enxertos.

TRATAMENTO	COMBINAÇÃO	TRATAMENTO	COMBINAÇÃO
C1P1	‘Rubi’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’	C3P1	‘Valência Tuxpan’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’
C1P2	‘Rubi’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’	C3P2	‘Valência Tuxpan’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’
C1P3	‘Rubi’ x Citrandarin ‘Indio’	C3P3	‘Valência Tuxpan’ x Citrandarin ‘Indio’
C1P4	‘Rubi’ x Citrandarin ‘Riverside’	C3P4	‘Valência Tuxpan’ x Citrandarin ‘Riverside’
C1P5	‘Rubi’ x TSKC x CTSW – 028	C3P5	‘Valência Tuxpan’ x TSKC x CTSW - 028
C1P6	‘Rubi’ x LVK x LCR – 038	C3P6	‘Valência Tuxpan’ x LVK x LCR - 038
C1P7	‘Rubi’ x TSKC x (LCR x TR) – 059	C3P7	‘Valência Tuxpan’ x TSKC x (LCR x TR) - 059
C2P1	‘Pera’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’	C4P1	‘Pineapple’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’
C2P2	‘Pera’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’	C4P2	‘Pineapple’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’
C2P3	‘Pera’ x Citrandarin ‘Indio’	C4P3	‘Pineapple’ x Citrandarin ‘Indio’
C2P4	‘Pera’ x Citrandarin ‘Riverside’	C4P4	‘Pineapple’ x Citrandarin ‘Riverside’
C2P5	‘Pera’ x TSKC x CTSW – 028	C4P5	‘Pineapple’ x TSKC x CTSW - 028
C2P6	‘Pera’ x LVK x LCR – 038	C4P6	‘Pineapple’ x LVK x LCR - 038
C2P7	‘Pera’ x TSKC x (LCR x TR) – 059	C4P7	‘Pineapple’ x TSKC x (LCR x TR) - 059

## 2.3 Produção dos frutos

A avaliação da produção foi realizada de maio a agosto dos anos 2017 e 2018. Ressalta-se que em 2019 a produção foi avaliada no mês de fevereiro.

Os frutos foram pesados em balança de prato de 20 kg obtendo-se assim o total de frutos em kg por parcela, sendo o Ensaio I montado com cinco plantas por parcela.

A partir de então foi calculada a produção por planta dividindo-se a produção de cada parcela (kg), pelo número de plantas da parcela ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ). Calculou-se a produtividade acumulada convertendo-se a produção por planta ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ) em produtividade ( $\text{t.ha}^{-1}$ ) utilizando-se o fator de conversão 0,667. A produção acumulada foi calculada pelo somatório da produção por planta em cada safra de cada ano. Os dados de produção foram submetidos à análise de variância.

### 2.3.1 Determinação do índice de produtividade

O Índice de produtividade é a relação entre a produção acumulada e a área da secção do tronco da planta, segundo Blumer (2005) e, de acordo com esta, é calculado pela fórmula:  $\text{IP} = \text{produção acumulada} / \text{área da secção do tronco}$ , sendo a área da secção do tronco  $= A = \pi R^2$ .

Para o cálculo da área da secção do tronco foram feitas medições 5 cm acima e 5 cm abaixo do ponto de enxertia com fita métrica, para se obter uma média do perímetro e posterior obtenção de raio médio da secção do tronco. A estimativa do raio médio do tronco foi calculada pela seguinte equação:  $R = P_m/2\pi$ , onde:

$R$  = raio médio da secção do tronco;  $P_m$  = perímetro médio do tronco medido 5 cm acima e 5 cm abaixo do porta-enxerto;  $\pi = 3,14$ . Os dados foram submetidos à análise de variância e correlacionados com os dados de produção.

### 2.3.2 Determinação da eficiência de produção

Foi calculada pela razão entre produção acumulada (em kg) e o volume de copa ( $\text{m}^3$ ), que indica a eficiência da produção de frutos da planta em relação ao seu desenvolvimento vegetativo. De acordo com Blumer (2005), esta variável traduz a capacidade da planta em aproveitar a sua arquitetura. Os dados de eficiência produtiva foram submetidos à análise de variância e correlacionados com os dados de volume de copa.

## 2.4 Determinação da qualidade físico-química dos frutos

### 2.4.1 Peso dos frutos

Foi medido o peso da amostra de quinze frutos, bem como, da produção de cada parcela em balança de capacidade para 20 kg.

### 2.4.2 Porcentagem de suco

A porcentagem de suco foi obtida pela fórmula: %suco = (peso do suco / peso de quinze frutos) x 100 (PETRY et al., 2015).

### 2.4.3 Peso do suco

O peso do suco, assim como o peso de quinze frutos para compor uma amostra, foi medido em balança de prato com capacidade de 20 kg, seguindo a metodologia aplicada por Petry et al. (2015).

### 2.4.4 Índice tecnológico

Para a produção de sucos concentrados, a matéria-prima foi quantificada pelo Índice tecnológico calculado pela expressão, segundo Chitarra e Chitarra (2005):

$$IT = (B \times S)/100; \text{ onde } B = \% \text{ de SST (}^\circ\text{Brix)} \text{ e } S = \% \text{ de suco.}$$

### 2.4.5 Análises químicas dos frutos

As análises químicas foram feitas medindo-se os sólidos solúveis totais, a acidez total titulável e o *Ratio*, conforme descrição a seguir:

#### a. Sólidos Solúveis Totais - SST

Os sólidos solúveis totais foram medidos em  $^\circ\text{Brix}$  diretamente em refratômetro, colocando-se uma gota de suco no espelho do refratômetro, conforme método aplicado por Tressler e Joslyn (1961).

#### b. Acidez Total Titulável - ATT

A Acidez Total Titulável foi determinada mediante titulação do suco de laranja com NaOH 0,1 N, expressa em % de ácido cítrico. Foi adicionado em um erlenmeyer 10 mL de suco diluído em 100 mL de água destilada e 2 gotas de fenolftaleína. Essa mistura foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N previamente padronizado

com biftalato de potássio ( $C_8H_5O_4K$ ), até obter-se a coloração rósea. O volume gasto de NaOH 0,1N foi aplicado na formula:

$$\%ATT = [(N * Fc * Vg)/TE(ml)]*100$$

Onde: N = normalidade da solução; Fc = fator de correção de NaOH; Vg = volume gasto de NaOH 0,1 N; e TE = tomada de ensaio em ml.

Foram seguidas as Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (2008).

### c. *Ratio* (SST/ATT)

O *Ratio* foi obtido por uma divisão simples entre as medidas de sólidos solúveis totais (em °Brix) e porcentagem de acidez.

## 2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com 28 tratamentos e 7 repetições, com 5 plantas por parcelas (Ensaio I)

Os dados levantados em campo, por meio da biometria das plantas, e os obtidos nas avaliações dos parâmetros físico-químicos, realizadas em laboratório, foram inseridos em planilhas construídas no programa Excel.

Os dados resultantes das avaliações biométricas das plantas e dos parâmetros físico-químicos dos frutos foram submetidos à análise de variância para posterior teste de comparação de médias Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), com o auxílio do software Assistat 7.0. Para efeitos da análise de variância os dados foram transformados utilizando-se raiz de x para todos dados que não seguiram a distribuição normal.

As variáveis de produção, biometria da planta e características de qualidade dos frutos foram submetidas à correlação de Spearman ( $P < 0,05$ ), com vistas a avaliar de forma quantitativa a relevância de um caráter sobre o outro. Nesse procedimento foi utilizado o software Past.

As variáveis eficiência produtiva, índice de produtividade, produção acumulada, volume de copa, altura da planta e as variáveis de qualidade dos frutos (SST, ATT, *Ratio*, Rendimento de Suco e IT) foram submetidas à análise multivariada para identificar grupos relativamente homogêneos de combinações copa/porta-enxertos. Para tanto, foi aplicado o método multivariado Análise de Componentes Principais (ACP) para avaliar a variabilidade e as relações entre as variáveis citadas.

As combinações copa/porta-enxerto foram agrupados pelo método de Análise Hierárquica de Grupos usando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade e o método de Ward para ligação. Esses procedimentos foram realizados no software Origin 2019b.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Ensaio I

O Ensaio I foi constituído pela avaliação de sete porta-enxertos em combinação com quatro variedades copa.

#### 3.1 Produção

Avaliou-se as safras dos anos 2017 a 2019, ressaltando que no ano 2016 não houve colheita de frutos, uma vez que as plantas ainda não se encontravam na fase de produção.

#### Ano de 2017

Em 2017, as maiores produções por planta ocorreram no período de maio a julho. Os resultados foram significativamente diferentes para cada combinação estudada, conforme a análise de variância (Tabela 3).

**Tabela 3.** Análise de variância da produção de quatro laranjeiras sobre sete diferentes porta-enxertos do ensaio I para teste de porta-enxertos na região metropolitana de Manaus, AM no ano de 2017.

<b>Fontes de Variação</b>	<b>G.L</b>	<b>S.Q</b>	<b>Q.M</b>	<b>F</b>
Blocos	6	4,11	0,68	2,41*
Tratamento	27	3091,91	114,49	408,89**
Resíduo	162	46,06	0,28	-
Total	195	-	-	-
<b>CV%</b>	<b>17,75</b>	-	-	-

\*Significativo a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ), \*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p \leq 0,01$ ) e ns - não significativo pelo teste F.

A produção de frutos em 2017 foi pequena (Figura 3) em razão da transição das plantas da fase juvenil para a fase adulta. Contudo, os resultados verificados em 2017 apontam as possíveis combinações de copa/porta-enxerto mais vigorosas para a variável produção de frutos por planta.



x 'Indio', 'Rubi' x 'Riverside', 'Valência Tuxpan' x 'Sunki Tropical', 'Valência Tuxpan' x Limão 'Cravo Santa Cruz', 'Valência Tuxpan' x 'Indio', 'Valência Tuxpan' x [TSKC x (LCR x TR) - 059], 'Rubi' x [TSKC x (LCR x TR) - 059], 'Pineapple' x (TSKC x CTSW - 028), 'Pineapple' x 'Sunki Tropical', 'Rubi' x 'Sunki Tropical', 'Rubi' x (TSKC x CTSW - 028), 'Rubi' x (LVK x LCR - 038), 'Valência Tuxpan' x 'Riverside' e 'Valência Tuxpan' x (TSKC x CTSW - 028) produziram pouco, ou não produziram frutos no período de 2017.

Siqueira e Salomão (2017) afirmam que a escolha de um porta-enxerto é um dos principais fatores a considerar quando se pretende implantar um pomar de citros, porque ele é responsável pela sustentação da planta, absorção de água e nutrientes do solo, síntese de alguns hormônios, pelo sistema radicular, tolerância a pragas e doenças, tamanho das plantas e qualidade dos frutos da cultivar copa enxertada sobre ele. Neste estudo, embora as combinações mais produtivas evidenciem porta-enxertos promissores, observou-se também que a maior parte deles formaram combinações que não produziram no ano de 2017.

Conforme Sobrinho et al. (2013), a enxertia é o método de propagação dos citros mais empregado pelas inúmeras vantagens que apresenta, destacando-se entre todas a obtenção de plantas uniformes, praticamente idênticas à planta-mãe e com início precoce de produção. Nesta pesquisa não foi identificada precocidade de produção, entretanto, as combinações que constituídas pelos citrandarins [TSKC x (LCR x TR) - 059] e 'Riverside' apresentaram um grande potencial de produção em 2017, ambos em combinação com a variedade copa 'Pera'/CNPMF.

A falta de produção no ano de 2016 e a pequena produção de frutos no ano de 2017 aponta para uma passagem de fases do ciclo produtivo da planta, com isso deduz-se que há uma grande probabilidade de crescimento de produção de ano a ano conforme será discutido nos anos de 2018 e 2019.

### **Ano de 2018**

Em 2018 houve uma variação maior entre os tratamentos, deixando mais nítida a diferença entre porta-enxertos na variável produção (Tabela 4).

Além disso, a produção, em todas as combinações copa/porta-enxerto, foram maiores que a verificada no ano anterior, o que reforça a hipótese de que as plantas se encontravam em fase de transição entre ciclos produtivos.

**Tabela 4.** Análise de variância da produção de quatro laranjeiras sobre sete diferentes porta-enxertos do ensaio I para teste de porta-enxertos na região metropolitana de Manaus, AM no ano de 2018.

<b>Fontes de Variação</b>	<b>G.L</b>	<b>S.Q</b>	<b>Q.M</b>	<b>F</b>
Blocos	6	105,95	17,65	1,18*
Tratamento	27	290243,26	10749,75	723,93**
Resíduo	162	2405,54	14,84	-
Total	195	-	-	-
<b>CV = 8,99%</b>	-	-	-	-

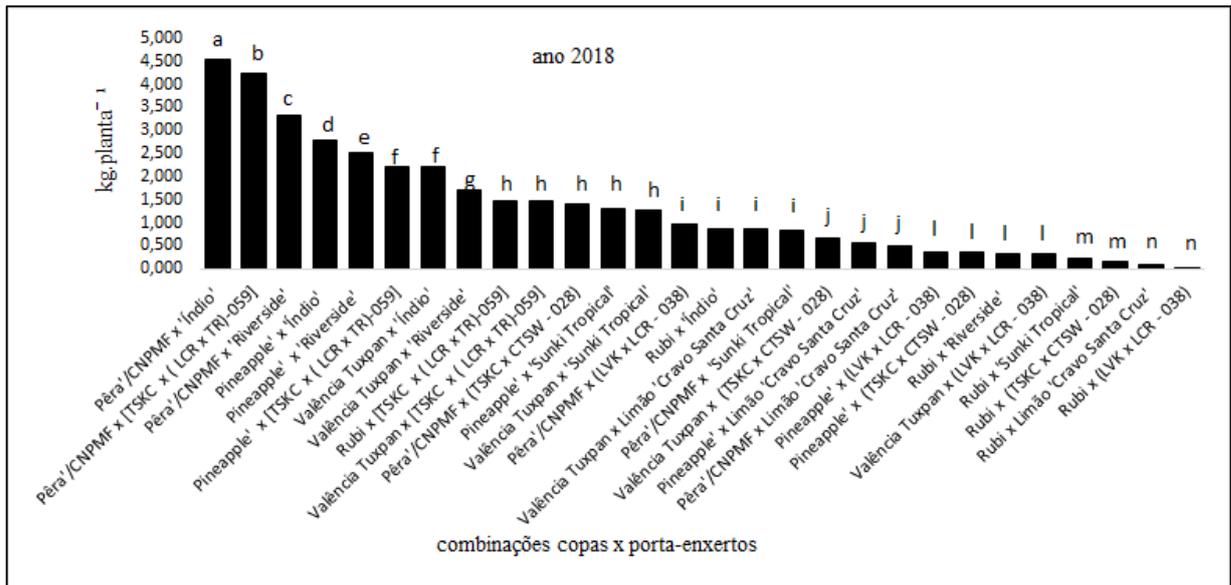
\* Significativo a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ), \*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p \leq 0,01$ ) e ns - não significativo pelo teste F.

No ano de 2018 houve diferenças de produção em combinações de mesma copa com porta-enxertos diferentes, isso é evidenciado nas copas ‘Pera’/CNPMF, ‘Pineapple’ e ‘Valencia Tuxpan’ (Figura 4), o que demonstra a influência dos porta-enxertos na produção.

As maiores produções em 2018 foram de porta-enxertos ‘Indio’, [TSKC x (LCR x TR)-059] e ‘Riverside’ combinados com a variedade copa ‘Pera’/CNPMF (Figura 2). A variedade copa ‘Pineapple’ enxertada nestes porta-enxertos também foi uma das que mais progrediram sua produção.

Observou-se que houve diferença significativa entre as combinações no ano de 2018 e a influência dos porta-enxertos na produção ficou mais nítida neste ano. Somado a isso, as produções das combinações copa/porta-enxerto foram maiores que em 2017, por este motivo inferiu-se que a estimativa da produção em 2018 é mais precisa que a de 2017.

Pela análise do período 2017-2018, o porta enxerto ‘Indio’, seguido do genótipo [TSKC x (LCR x TR)-059], propiciou maior produção à laranjeira ‘Pera’/CPMF, haja vista que o porta-enxerto é responsável pela produção (indiretamente), sustentação da planta, absorção de água e nutrientes do solo, síntese de alguns hormônios, sistema radicular, tolerância a pragas e doenças e tamanho da cultivar copa enxertada sobre ele (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).



**Figura 4.** Produção de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos, na região metropolitana de Manaus, AM em 2018 no ensaio I para teste de sete porta-enxertos promissores em combinação com quatro diferentes copas.

Os porta-enxertos [TSKC x (LCR x TR) - 059], 'Riverside' e 'Indio' em associação com a variedade copa 'Pineapple' levaram a produções menores, na ordem de 2 a 3 kg por planta, embora sejam produções superiores às verificadas em 2017 para estas combinações. As combinações 'Rubi' x Limão 'Cravo Santa Cruz' e 'Rubi' x (LVK x LCR - 038) foram as piores avaliadas em 2018 (Figura 4).

Houve progressão da produção da laranjeira 'Valência' enxertada em 'Indio' e 'Riverside' no ano de 2018. Esta variedade copa enxertada em 'Indio' apresentou produção estatisticamente igual a de 'Pineapple' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]. Rodrigues (2018) relatou a superioridade da produção da combinação 'Pera' x 'Indio', com cerca de 69 kg.planta<sup>-1</sup>, no estado do Acre.

As maiores produções acumuladas em 2018 são de porta-enxertos associados à copa 'Pera'/CPMF, neste caso em combinação com 'Indio', [TSKC x (LCR x TR) - 059] e 'Riverside' (Figura 4).

### Ano de 2019

Houve diferenças estatísticas entre os tratamentos também em 2019 (Tabela 5). Entretanto, a amostragem e pesagem dos frutos em 2019 foi realizada apenas no mês de fevereiro e, por não seguir uma distribuição normal, os dados foram transformados por raiz quadrada. Considerando que o pico de produção de laranjeiras em clima tropical

úmido ocorre no período de maio a julho, as produções verificadas em 2019 são menores que as verificadas no ano anterior. Em 2019, o comportamento da produção variou progressivamente para todas as melhores combinações, bem como para combinações ainda com potencial de produção.

**Tabela 5.** Análise de variância da produção de quatro laranjeiras sobre sete diferentes porta-enxertos do ensaio I para teste de porta-enxertos na região metropolitana de Manaus, AM no ano de 2019.

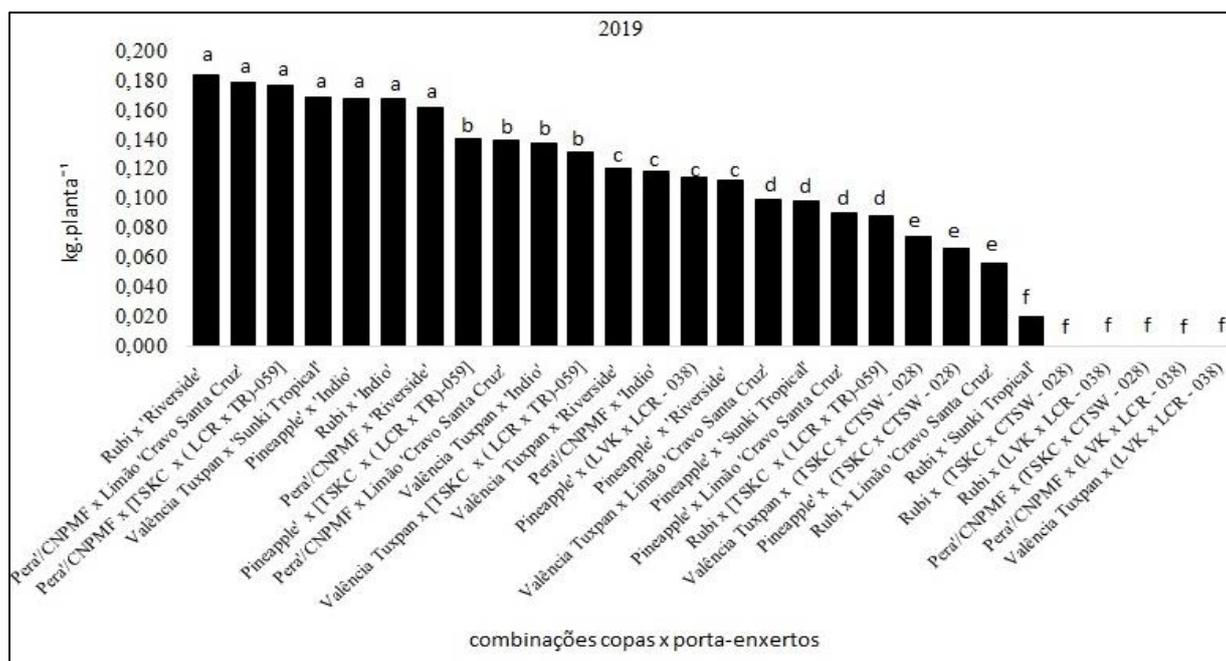
<b>Fontes de Variação</b>	<b>G.L</b>	<b>S.Q</b>	<b>Q.M</b>	<b>F</b>
Blocos	6	3.61399	0.60233	1.1577 ns
Tratamento	27	745.24492	27.60166	53.0519 **
Resíduo	162	84.28482	0.52028	-
Total	195	833.14374	-	-
<b>CV = 22,44%</b>	-	-	-	-

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ), \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p \leq 0,01$ ) e ns - não significativo pelo teste F.

Em 2019 a maior parte das copas produziu, ainda que em início de ano, (Figura 5). Isso indica que os porta-enxertos induziram alto potencial de produção, pois embora o pico de produção em um ano ocorra de maio a julho, no começo do ano as plantas já se encontravam produzindo, o que poderá contribuir para uma alta produtividade acumulada.

A copa ‘Rubi’ enxertada em ‘Riverside’ é a combinação com maior produção, seguida de ‘Pera’/CNPMF x Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Pera’/CNPMF x [TSKC x (LCR x TR) - 059], ‘Valência Tuxpan’ x ‘Sunki Tropical’, ‘Pineapple’ x ‘Indio’, ‘Rubi’ x ‘Indio’ e ‘Pera’/CNPMF x ‘Riverside’. A maior parte das combinações mais produtivas possuem a copa ‘Pera’. Os porta-enxertos ‘Riverside’ e ‘Indio’ se associam com maior frequência às copas mais produtivas no ano de 2019 (Figura 5).

As combinações com produções secundárias às combinações mais produtivas são ‘Pineapple’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059], ‘Pera’/CNPMF x Limão ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Valência Tuxpan’ x ‘Indio’ e ‘Valência Tuxpan’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059]. Essas combinações são menos produtivas, contudo podem ser indicadas como alternativas para a diversificação do pomar, a copa ‘Valência Tuxpan’ se associa com maior frequência a essa produção.



**Figura 5.** Produção de laranjeiras sobre diferentes porta-enxertos, na região metropolitana de Manaus, AM em 2019 no ensaio I para teste de sete porta-enxertos promissores em combinação com quatro diferentes copas.

Segundo Bowman, Mccollum e Albrecht (2016), a rentabilidade dos citros é fortemente influenciada pelos porta-enxertos, o qual, de acordo com Lima (1986) apud Schäfer, Bastianel e Dornelles (2001), é o insumo mais importante na formação de um pomar. Considerando também o aspecto econômico, os porta-enxertos 'Riverside' e [TSKC x (LCR x TR) - 059] comportaram-se como porta-enxertos alternativos ao limoeiro 'Cravo' para a produção de laranjas, pois apresentaram maior produção em combinação com as copas 'Pera'/CNPMF, 'Rubi' e 'Pineapple'.

Cruz (2019) relatam que as maiores produções acumuladas de laranjeira 'Pera' no estado da Bahia são fortemente influenciadas pelos porta-enxertos [TSKC x (LCR x TR) - 059] e 'Sunki Tropical' e que as produções de laranjeira 'Pera' em LVK x LCR - 038 e Riverside - 264 são similares às da combinação 'Pera' x Limão 'Cravo Santa Cruz'.

Isso reforça a evidência de que os híbridos de Trifoliata, como os porta-enxertos 'Riverside' e [TSKC x (LCR x TR) - 059], são porta-enxertos promissores para a região do Amazonas, conforme os resultados referentes à produção de combinações com esses porta-enxertos obtidos nesta pesquisa.

### 3.2 Produtividade acumulada

Houve diferenças estatísticas entre a produtividade acumulada das combinações de 2016 a 2019 (Tabela 6). O resultado da produtividade acumulada das combinações é reforçada pelos resultados de 2018 e concluem as inferências a respeito dos porta-enxertos, uma vez que o comportamento das combinações nas produtividades acumuladas, em parte, repetem o observado na produção do ano de 2018 (Figura 6).

**Tabela 6.** Análise de variância da produtividade acumulada de quatro laranjeiras sobre sete diferentes porta-enxertos do ensaio I para teste de porta-enxertos na região metropolitana de Manaus, AM em três safras.

Fontes de Variação	G.I	S.Q	Q.M	F
Blocos	6	661.19788	110.19965	1.5238 ns
Tratamento	27	410831.49639	15215.98134	210.4070 *
Resíduo	162	11715.33614	72.31689	-
Total	195			

**CV = 14,23%**

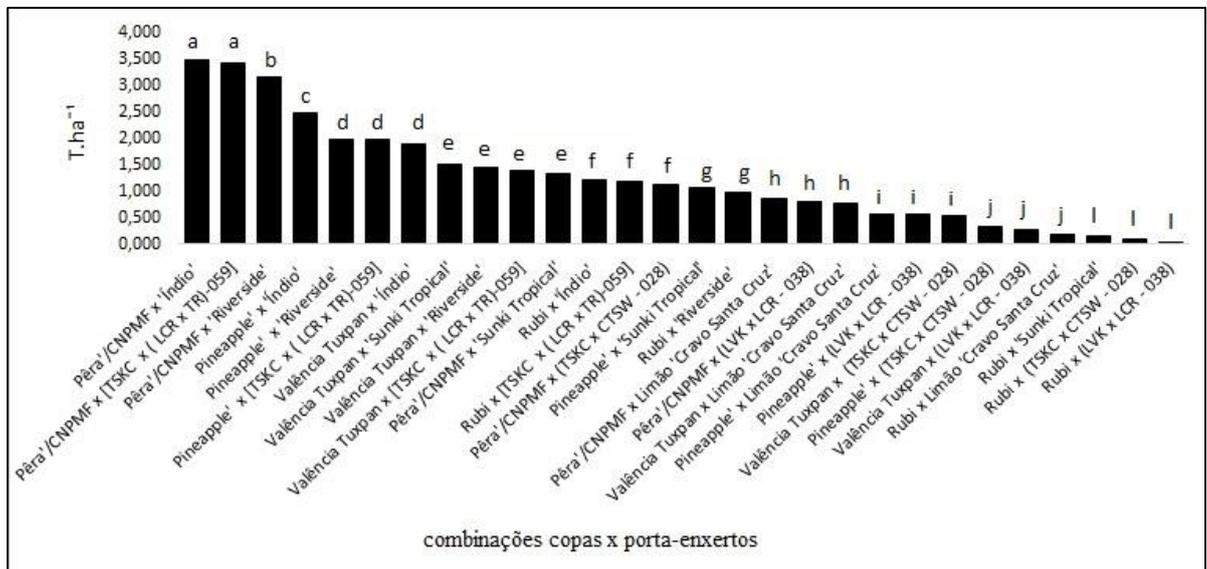
\* Significativo a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ), \*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p \leq 0,01$ ) e ns - não significativo pelo teste F.

As maiores produtividades acumuladas são de porta-enxertos ‘Indio’, [TSKC x (LCR x TR) - 059] e ‘Riverside’ combinados com a variedade copa ‘Pera’/CPMF (Figura 4), o mesmo comportamento é observado em 2018. A variedade copa ‘Pineapple’ enxertada nestes porta-enxertos mostra uma produtividade alternativa, mas, secundária às primeiras combinações, mesmo comportamento pode ser observado em ‘Valência Tuxpan’ x ‘Indio’ (Figura 6).

Fazem parte também de combinações com boas produtividades ‘Valência Tuxpan’ x ‘Sunki Tropical’, ‘Valência Tuxpan’ x ‘Riverside’, ‘Valência Tuxpan’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059], ‘Pera’/CNPMF x ‘Sunki Tropical’, ‘Rubi’ x ‘Indio’, ‘Rubi’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059], ‘Pera’/CNPMF x (TSKC x CTSW - 028), ‘Pineapple’ x ‘Sunki Tropical’, ‘Rubi’ x ‘Riverside’, ‘Pera’/CNPMF x Limão ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Pera’/CNPMF x (LVK x LCR - 038), ‘Valência Tuxpan’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Pineapple’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Pineapple’ x (LVK x LCR - 038) e ‘Valência Tuxpan’ x (TSKC x CTSW - 028) (Figura 6).

As combinações com os piores desempenhos em produtividade acumulada são ‘Pineapple’ x (TSKC x CTSW - 028), ‘Valência Tuxpan’ x (LVK x LCR - 038), ‘Rubi’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Rubi’ x ‘Sunki Tropical’, ‘Rubi’ x (TSKC x CTSW - 028) e ‘Rubi’ x (LVK x LCR - 038).

A produtividade acumulada se refere ao resultado final para a variável produção durante o período avaliado (2017 a 2019). A produtividade acumulada mostra qual a melhor combinação copa/porta-enxerto para a produção no Ensaio I. A progressão de produção a cada ano indica que as combinações ainda não chegaram em seu pico de produção. Essa evidência é corroborada pelos trabalhos de Cruz (2019) e Rodrigues et al. (2018), que relatam baixa produtividade nos primeiros anos de produção da copa ‘Pera’.



**Figura 6.** Produtividade acumulada de quatro laranjeiras sobre sete diferentes porta-enxertos, na região metropolitana de Manaus, AM avaliados em três safras no ensaio I para teste de sete porta-enxertos.

A produtividade acumulada de 2017 a 2019 de combinações que possuem os porta-enxertos ‘Índio’, [TSKC x (LCR x TR) - 059] e ‘Riverside’ estiveram sempre entre as melhores combinações, mesmo em produtividades secundárias como os das copas ‘Valência Tuxpan’ e ‘Pineapple’. Rodrigues (2018), no Estado do Acre, relata que os porta-enxertos LVK x LCR - 038, citrandarin ‘Índio’ e limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ aumentaram o número médio de frutos de laranjeira ‘Pera’, superando 265 frutos por planta. Estes porta-enxertos também obtiveram as maiores produtividades médias sem diferença estatística, segundo Rodrigues (2018), cerca de 9 a 9,61 t.ha<sup>-1</sup>.

Os porta-enxertos ‘Indio’; [TSKC x (LCR x TR) - 059] e ‘Riverside’ foram superiores ao porta-enxerto Limão ‘Cravo Santa Cruz’ em combinação com a copa ‘Pera’/CNPMF (Figura 6). Carvalho et al. (2019) observaram maior produtividade da copa ‘Valência Tuxpan’ enxertada em Limão ‘Cravo Santa Cruz’, com 76,83 t.ha<sup>-1</sup>. Estes autores também mostram que esta combinação obteve a maior produtividade acumulada durante seis anos de estudo, com cerca de 155 t.ha<sup>-1</sup>.

Os porta-enxertos ‘Indio’, [TSKC x (LCR x TR) - 059] e ‘Riverside’ induziram maior produção de laranjas em combinação com a copa ‘Pera’/CNPMF e induziram melhores produções em copas como ‘Valência Tuxpan’, ‘Pineapple’ e ‘Rubi’ na região metropolitana de Manaus que tem clima tropical úmido. Não é possível até o momento afirmar que os porta-enxertos (LVK x LCR - 038) e (TSKC x CTSW - 028) induzem alta produtividade no Amazonas, uma vez que a combinação destes porta-enxertos com a copa ‘Rubi’ não produziu e a maior parte das combinações com estes porta-enxertos produziram muito pouco (Figura 6).

### 3.3 Índices de produção e variáveis biométricas

Os índices de produção (eficiência produtiva e índice de produtividade) foram calculados utilizando a produção acumulada e variáveis biométricas (volume da copa, altura da planta e área de secção do tronco) das combinações copas x porta-enxertos (Tabela 8). Todos os índices de produção, bem como, as variáveis volume de copa e altura da planta foram significativamente diferentes em todas as combinações (Tabela 7). Para fins de análise de variância, os dados obtidos para eficiência produtiva, índice de produtividade e volume de copa foram transformados utilizando-se raiz quadrada.

**Tabela 7.** Significância estatística de Índice de Produtividade e Eficiência Produtiva, volume de copa e altura das plantas das combinações copas x porta-enxertos no Ensaio I para teste de porta-enxertos.

S i g	Eficiência produtiv. (kg.m <sup>-3</sup> )	Índice de produtividade (kg.cm <sup>-2</sup> )	Volume de copa (m <sup>3</sup> )	Altura da planta (m)
Teste F	14.2532 **	12.0596 **	2.9208 *	2,5525 **
CV (%)	19.43	22.20	17,64	21,83

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ), \*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p \leq 0,01$ ) e ns - não significativo pelo teste F.

Segundo Blumer (2005) a eficiência produtiva é a capacidade da planta em aproveitar melhor a arquitetura de sua copa para produzir frutos por volume de copa. Os dados da Tabela 8 mostram que a copa com mais eficiência em produzir frutos foi a laranjeiras ‘Pera’/CNPMF enxertadas em ‘Indio’, isso aponta para um grande potencial deste porta-enxerto, que teve também a maior produção acumulada. Os dados de eficiência produtiva são importantes para pomares adensados, pois, há influência dos porta-enxertos híbridos de Trifoliata no tamanho das plantas, uma vez que o Trifoliata é considerado ananicante dependendo das condições edafoclimáticas e de irrigação (BLUMER, 2005).

De acordo com Carvalho et al. (2005), a citricultura vem adotando novos espaçamentos, aumentando o número de plantas por área. Com o adensamento dos pomares, pode ocorrer sobreposição de copas ou sombreamento entre as plantas, e a luz se torna um fator limitante para elas, que têm suas copas cruzadas. Esse sombreamento ocorre principalmente nas partes inferiores da copa, reduzindo a produção de frutos onde seria mais fácil de colher.

Para minimizar essa situação, faz-se necessário a poda de manutenção da copa, a qual deve ser feita em pomares adensados e ainda em formação para não ocasionar futuras perdas de produção, tanto pela sobreposição de copas como pela própria poda em época de floração. Entretanto, para Phillips (1978) apud Donadio e Stuchi (2002), a melhor solução para um controle natural do tamanho das plantas seria a seleção de variedades, porta-enxertos ou combinações com características ananicientes ou de pouco vigor. Por conseguinte, o manejo dos pomares poderia se dar sem poda ou com uma poda mínima. Isso mostra a importância de plantas com alta eficiência produtiva, pois estas podem apresentar baixo porte de plantas (menor altura e menor copa), mas alto vigor de produção por m<sup>3</sup> de copa.

Conforme os resultados, as combinações ‘Pera’/CNPMF x ‘Indio’ e ‘Pera’/CNPMF x ‘Riverside’ apresentam características que vão de semi-ananicientes a semi-vigorosos. Portanto, a maior eficiência produtiva destas combinações pode ser explicada pela sua produção acumulada que foi maior que as demais. Sua eficiência também é reforçada pelo seu alto índice de produtividade. Isso mostra que estas combinações, não só produziram mais frutos por volume de copa, como também aproveitaram melhor a área da secção de seu troco para produção. Por isso pode-se afirmar que estas combinações apresentaram a melhor arquitetura para produção de frutos.

As melhores performances na produção por planta de copas de laranjeira ‘Pera’ enxertadas em ‘Indio’ e ‘Riverside’ também são relatadas por Sampaio et al. (2016) e por França et al. (2016) no estado da Bahia. França et al. (2016) relatam também a copa ‘Pera’ enxertada em ‘Sunki Tropical’ com desempenho igual a de ‘Indio’ e ‘Riverside’.

É conveniente observar que os porta-enxertos ‘Indio’ e ‘Riverside’ também são híbridos da tangerina ‘Sunki’. Petry et al. (2015) apontam diferenças significativas na eficiência de produção e produção por planta em laranjas-de-umbigo ‘Monte Parnaso’ enxertadas em seis porta-enxertos, sendo umas das plantas mais produtivas as que foram enxertadas em tangerina ‘Sunki’, com, respectivamente, 124 kg.planta<sup>-1</sup> e 93 kg.planta<sup>-1</sup> de produção acumulada em seis anos. Essas plantas também apresentaram maiores eficiências produtivas, com, respectivamente, 10 kg.m<sup>-3</sup> e 6 kg.m<sup>-3</sup> de copa.

Em segundo lugar nos maiores índices de produtividade observa-se a copa ‘Pineapple’ enxertada em ‘Indio’, ‘Riverside’ e [TSKC x (LCR x TR) - 059]. Nestes porta-enxertos, depois da copa ‘Pera’/CNPMF, ‘Pineapple’ foi a mais eficiente.

A copa ‘Pineapple’ também foi possivelmente influenciada pelos porta-enxertos ‘Indio’, ‘Riverside’ e [TSKC x (LCR x TR) - 059]. Porém, a produção acumulada e eficiência produtiva para as combinações ‘Pineapple’ x ‘Riverside’ e ‘Pineapple’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059] foram iguais (Tabela 8). Carvalho et al. (2016) confirmam ‘Indio’ e ‘Riverside’ com maiores produções acumuladas. Os referidos autores também relatam [TSKC x (LCR x TR) - 059] com maior eficiência produtiva em pomares de quatro anos, isso reforça a evidência de que a produção da copa ‘Pineapple’ é influenciada por estes porta-enxertos.

A copa ‘Valência Tuxpan’ enxertada em ‘Sunki Tropical’, ‘Indio’ e ‘Riverside’ apresentam eficiências produtivas e índices de produtividades iguais, mas produções acumuladas diferentes. Observa-se que a maior produção acumulada, da copa ‘Valência Tuxpan’ é desta enxertada em ‘Indio’.

Simonetti et al. (2015) testaram a laranjeira ‘Valência’ enxertada em quarenta e sete híbridos provenientes do cruzamento das microtangerinas ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tan.] com *Poncirus trifoliata* Raf. cv ‘Rubidoux’ e o limão ‘Cravo’ (*C. limonia*), em espaçamento adensado. Seus resultados apontam eficiências produtivas variando de 1 a 2 kg.m<sup>-3</sup> e suas conclusões mostram que os Citrandarins possuem ao menos 18 híbridos mostrando melhores índices de desempenho em relação ao limão ‘Cravo’.

França et al. (2016) também mostram valores de eficiência produtiva variando de 2 a 2,4 kg.m<sup>-3</sup> e alta produção acumulada para a copa Valência enxertada em diferentes genótipos de TSKC x (LCR x TR). Estes referidos autores concluíram que estes porta-enxertos mostram superioridade aos Mandarins nas condições do litoral norte da Bahia.

Por fim, a tabela 8 apresenta resultados semelhantes para a eficiência produtiva da copa 'Valência Tuxpan' enxertada em 'Indio', 'Riverside' e [TSKC x (LCR x TR) - 059], assim como mostra potencial produtivo desta copa, em concordância com os referidos autores.

**Tabela 8.** Produção acumulada, índices de produtividade e variáveis biométricas das combinações copa x porta-enxertos, na região metropolitana de Manaus, AM em 2017-2019 no ensaio I para teste de sete porta-enxertos em combinação com quatro copas.

COMBINAÇÃO	Eficiência produtiva (kg.m <sup>-3</sup> )	Índice de produtividade (kg.cm <sup>-2</sup> )	Produção acumulada (kg.planta <sup>-1</sup> )	Volume de copa (m <sup>3</sup> )	Altura (m)
'Rubi' x Limão 'Cravo Santa Cruz'	0,93e	0,80e	0,29 j	1,90 a	3,07 a
'Rubi' x 'Sunki Tropical'	0,83e	0,77e	0,24 l	2,01 a	3,23 a
'Rubi' x 'Índio'	1,33c	1,28c	1,82 f	2,10 a	3,42 a
'Rubi' x 'Riverside'	1,36c	1,29c	1,45 g	1,91 a	3,07 a
'Rubi' x (TSKC x CTSW - 028)	1,12d	1,15d	0,16 l	1,47 b	2,37 b
'Rubi' x (LVK x LCR - 038)	0,11f	0,09f	0,00 l	1,29 b	1,99 b
'Rubi' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	1,35c	1,33c	1,78 f	2,06 a	3,37 a
'Pera'/CNPMF x Limão 'Cravo Santa Cruz'	1,09d	1,01d	1,29 h	1,77 a	2,78 b
'Pera'/CNPMF x 'Sunki Tropical'	1,41c	1,35c	2,02 e	2,01 a	2,78 b
'Pera'/CNPMF x 'Índio'	1,98 a	1,83 a	5,21 a	1,92 a	3,09 a
'Pera'/CNPMF x 'Riverside'	1,85 a	1,92 a	4,72 b	1,89 a	3,09 a
'Pera'/CNPMF x (TSKC x CTSW - 028)	1,40c	1,37c	1,69 f	1,94 a	3,10 a
'Pera'/CNPMF x (LVK x LCR - 038)	1,39c	1,22c	1,19 h	1,39 b	2,06 b
'Pera'/CNPMF x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	1,77b	1,69b	5,14 a	2,03 a	3,30 a
'Valência Tuxpan' x Limão 'Cravo Santa Cruz'	1,23d	1,11d	1,18 h	2,02 a	3,24 a
'Valência Tuxpan' x 'Sunki Tropical'	1,57c	1,45c	2,27 e	1,86 a	2,92 a
'Valência Tuxpan' x 'Índio'	1,47c	1,35c	2,83 d	2,12 a	3,50 a
'Valência Tuxpan' x 'Riverside'	1,36c	1,26c	2,17 e	2,15 a	3,52 a
'Valência Tuxpan' x (TSKC x CTSW - 028)	1,20d	1,10d	0,82 i	1,90 a	3,06 a
'Valência Tuxpan' x (LVK x LCR - 038)	0,88e	0,79e	0,41 j	1,65 b	2,61 b
'Valência Tuxpan' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	1,38c	1,31c	2,08 e	2,07 a	3,46 a
'Pineapple' x Limão 'Cravo Santa Cruz'	1,10d	1,05d	0,87 i	2,13 a	3,51 a
'Pineapple' x 'Sunki Tropical'	1,35c	1,31c	1,61 g	2,01 a	3,28 a
'Pineapple' x 'Índio'	1,61b	1,57b	3,72 c	2,05 a	3,33 a
'Pineapple' x 'Riverside'	1,55c	1,51c	2,98 d	2,03 a	3,39 a
'Pineapple' x (TSKC x CTSW - 028)	1,11d	1,06d	0,51 j	1,84 a	3,00 a
'Pineapple' x (LVK x LCR - 038)	1,15d	1,08d	0,85 i	1,98 a	3,26 a
'Pineapple' x [TSKC x (LCR x TR)-059]	1,64b	1,58b	2,98 d	1,97 a	3,21 a
CV %	19,43	22,20	14,23	17,64	21,83

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott ( $p < 0,05$ ).

### 3.4 Qualidade físico-química dos frutos

O Ensaio I foi constituído pela avaliação de quatro variedades copa sobre sete porta-enxertos.

Houve diferenças significativas em todas as variáveis de qualidade química das combinações de 4 copas e 7 porta-enxertos (Tabela 9). Sabe-se que a qualidade dos frutos é inerente às copas, e que o porta-enxerto influencia a qualidade dos frutos (SOBRINHO et al., 2013; SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017).

Segundo Kefford (1960), os fatores genéticos têm um efeito predominante na determinação da composição química dos frutos cítricos e o porta-enxerto em que a variedade copa é enxertada também exerce uma influência profunda sobre esses parâmetros. Isso é confirmado nestes resultados uma vez que há diferenças nas médias dos sete portos-enxertos testados em combinação com uma mesma copa (Tabela 10).

**Tabela 9.** Níveis de significância estatística para Sólidos Solúveis Totais (SST); Acidez Total Titulável (ATT); Índice Tecnológico (IT); Porcentagem de Suco (%); *Ratio* no Ensaio I para teste de porta-enxertos.

	SST (%)	ATT (%)	IT	SUCO (%)	RATIO
QM tratamento	653.93572	26.66972	160.97872	25027.41522	2832.55016
QM bloco	7.83602	0.57302	4.79107	703.25469	9.92577
QM resíduo	106.32146	6.27606	62.83696	8757.53961	383.87348
Teste de Fisher	36.9033	25.4966 **	15.3711 **	17.1469 **	44.2732 **
	**				
CV%	11.16	25.42	20.27	20.21	15.22

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p \leq 0,01$ ) e ns - não significativo, pelo teste F. CV – Coeficiente de Variância.

A Tabela 10 mostra que a combinação ‘Rubi’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059] promoveu frutos com a melhor qualidade em todas variáveis. Os porta-enxertos [TSKC x (LCR x TR) - 059], ‘Indio’ e ‘Riverside’, induziram qualidades de frutas diferentes para SST, ATT, *Ratio*, Porcentagem de Suco e Índice Tecnológico em ‘Rubi’ e sempre superior as demais.

Segundo Bastos; Ferreira; Passos (2014), a copa ‘Rubi’ destaca-se para o mercado de frutas de mesa, possuindo frutos sem sementes, maturação de frutos de meia estação, médio rendimento de suco e média acidez. Os resultados mostram que esta copa apresentou o maior *Ratio*, o que sugere que além de melhor qualidade, seus frutos foram de maturação mais precoce que as demais combinações. Segundo Sartori et al.

(2002), o incremento dos sólidos solúveis totais, durante todo o desenvolvimento do fruto, resulta em um incremento da relação sólidos solúveis totais / acidez total titulável (*Ratio*), usado como parâmetro para indicar o ponto de maturação comercial.

Deduz-se então que quanto menor a acidez em relação aos sólidos solúveis maior será o *Ratio*, portanto maior será sua maturação em relação as demais combinações. Para Siqueira e Salomão (2017), a baixa acidez permite a colheita mais precoce dos frutos (portanto são frutos de maturação mais precoces), com a condição de que alcancem teores de suco adequados para consumo (40%), mesmo estando com a casca verde.

Observa-se que os frutos da copa ‘Rubi’, na maior parte dos porta-enxertos a ela associada, são frutos com alto teor de SST, baixa acidez, *Ratio* que supera a média exigida para industrialização e possuiu o segundo melhor índice tecnológico em combinação com [TSKC x (LCR x TR) - 059] e ‘Riverside’.

Infere-se que esta copa é promissora para a região metropolitana de Manaus, pela qualidade inerente de seus frutos e por essa qualidade ser maior em três porta-enxertos já bastante adaptados às condições de solo e clima do Amazonas. Apesar do segundo maior índice tecnológico, em combinação com os porta-enxertos ‘Riverside’ e [TSKC x (LCR x TR) - 059], os frutos de ‘Rubi’ são considerados de mesa por terem uma baixa acidez.

A combinação ‘Pera’/CNPMF x ‘Sunki Tropical’ promoveu o maior teor de sólidos solúveis nos frutos (Tabela 10), esse resultado é corroborado por Cruz (2019) nas condições da Bahia. A acidez total verificada nesta combinação copa/porta-enxerto é aceitável e comum às laranjas doces, o *Ratio* foi acima da média mínima para a industrialização e apresentou alto teor de suco.

Em laranja ‘Pera’, Lemos et al. (2012) observam que em média esta copa possui de 1,5 a 1,4% de acidez total e teores de sólidos solúveis variando de 10 a 11 °Brix, valores próximos aos de ‘Pera’/CNPMF x ‘Sunki Tropical’. Estes mesmos autores também verificaram alto rendimento de suco, com valores variando em 60%. Para esta copa, a influência do porta-enxerto nas características de qualidade também é evidente, isso é reforçado por Amorim et al. (2018) que, ao testar várias copas de citros e seis porta-enxertos no norte da Bahia, verificou 0,99% de acidez, 10,9 °Brix, *Ratio* igual a 11,3; 51% de suco e índice tecnológico igual a 2,32 KgSSTcaixa<sup>40,8kg</sup><sup>-1</sup> para a

laranjeira ‘Pera’/CNPMPF, resultado bem próximo se obteve com ‘Pera’/CNPMPF x ‘Sunki Tropical’ neste estudo (Tabela 10).

Soares Filho et al. (2002) afirma que a seleção ‘Tropical’ pode ser indicada como alternativa de uso em programas de diversificação de porta-enxertos nas condições em que a tangerina ‘Sunki’ apresente bom comportamento agrônômico.

A copa Valência somente obteve melhores qualidades de frutos enxertada em [TSKC x (LCR x TR) - 059]. As combinações com esta copa promoveram boas porcentagens de suco e em geral com baixíssima acidez, mas com teores de sólidos solúveis inferiores à ‘Pineapple’, ‘Rubi’ e ‘Pera’. Segundo Stuchi et al. (2002) ‘Sunki Tropical’ geralmente induz em média 0,77% de acidez e 11,7 °Brix de sólidos solúveis em ‘Valencia’. Em clima Tropical Amazônico, a copa ‘Valencia’ apresentou cerca de 6,91 % de sólidos solúveis e 1,12 % de acidez em combinação com ‘Sunki Tropical’ (Tabela 10).

Rodrigues (2018) nas condições do Acre observou que os frutos de laranja ‘Valência’ apresentaram maiores teores de SST em combinação com os porta-enxertos LVK x LCR - 038, limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e Citrandarin ‘Indio’. Este mesmo autor avaliou esta copa em combinação com ‘Indio’, apresentando 9,7 °Brix, 0,9% de acidez total, *Ratio* igual a 11,26, índice tecnológico igual a 2,99 KgSSTcaixa40,8kg<sup>-1</sup> e rendimento de suco de 63%, estes valores se aproximam mais da combinação ‘Valência Tuxpan’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059] nas condições do Amazonas.

Observa-se também que os valores verificados por Rodrigues (2018) contrastam com os valores para a mesma combinação testada nas condições do Amazonas, onde a combinação ‘Valência Tuxpan’ x ‘Indio’ promoveu a mais alta acidez e valores de *Ratio*, porcentagem de suco e IT menores que o das melhores combinações já supracitadas no Amazonas, exceto na variável sólidos solúveis totais (Tabela 10). Isso evidencia que os porta-enxertos influenciam nas copas e qualidade dos frutos, mas há fatores que influenciam no comportamento das combinações em regiões distintas. É provável que estes fatores estejam associados a diferentes climas e microclimas em regiões tropicais úmidas.

A maior parte dos porta-enxertos influenciaram ‘Pineapple’, promovendo altos teores de sólidos solúveis, baixa acidez e altos índices de *Ratio*, somente com rendimentos de suco inferiores às melhores combinações avaliadas. O melhor porta-

enxerto para 'Pineapple' foi [TSKC x (LCR x TR) - 059], que promoveu baixa acidez, alto teor de SST e um alto índice tecnológico. Os porta-enxertos 'Riverside', (TSKC x CTSW - 028), (LVK x LCR - 038) também influenciaram para a qualidade dos frutos de 'Pineapple'. A laranjeira 'Pineapple' apresentou melhor qualidade de fruto que a laranjeira 'Valencia' nos mesmos porta-enxertos. Exceto [TSKC x (LCR x TR) - 059], que promoveu em 'Valência' a mesma qualidade de frutos da copa 'Pineapple' (Tabela 10).

Os porta-enxertos Limão 'Cravo Santa Cruz', 'Sunki Tropical' e 'Indio' também apresentaram boas qualidades de frutos na copa 'Pineapple', com baixos valores de acidez e altos índices de *Ratio*. Os valores de sólidos solúveis dos frutos desta copa nestes porta-enxertos são aceitáveis para frutos de mesa. Amorim et al (2018) obtiveram valores de acidez em 0,9%; sólidos solúveis igual a 11, *Ratio* igual a 13,1 e IT igual a 2,12. Isso confirma os resultados obtidos neste estudo, principalmente os valores de IT (Tabela 10). O que leva a inferir que a copa 'Pineapple' possui boa qualidade de frutos em combinação com os sete diversos porta-enxertos avaliados.

**Tabela 10.** Médias Sólidos Solúveis Totais (SST), Acidez Total Titulável (ATT), Índice Tecnológico (IT), Porcentagem de Suco (%) e *Ratio* das combinações copas x porta-enxertos na região metropolitana de Manaus, AM no Ensaio I para teste de porta-enxertos.

combinações	SST (%)	ATT(%)	RATIO	Porcentagem de Suco (%)	IT (kgSST.caixa40,8kg <sup>-1</sup> )
'Rubi' x Limão 'Cravo Santa Cruz'	9,16 a	1,05 c	9,81 e	25,54 d	2,46 d
'Rubi' x 'Sunki Tropical'	5,95 c	0,30 f	13,16 c	25,54 d	2,37 d
'Rubi' x 'Indio'	9,00 a	1,02 c	12,27 d	36,17 c	3,22 c
'Rubi' x 'Riverside'	8,60 a	0,65 d	14,50 c	47,43 b	4,15 b
'Rubi' x (TSKC x CTSW - 028)	2,96 e	0,16 f	6,02 f	16,48 e	1,46 e
'Rubi' x (LVK x LCR - 038)	2,77 e	0,12 f	6,45 f	15,38 e	1,49 e
'Rubi' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	9,18 a	0,46 e	20,84a	45,22 b	4,15 b
'Pera'/CNPMF x Limão 'Cravo Santa Cruz'	7,45 b	0,73 d	9,39 e	40,49 b	3,57 c
'Pera'/CNPMF x 'Sunki Tropical'	9,22 a	1,06 c	9,21 e	44,53 b	4,10 b
'Pera'/CNPMF x 'Indio'	5,69 c	0,56 e	6,76 f	47,79 b	4,03 b
'Pera'/CNPMF x 'Riverside'	8,17 b	0,76 d	10,90d	44,40 b	3,65 c
'Pera'/CNPMF x (TSKC x CTSW - 028)	5,64 c	0,58 e	6,55 f	33,39 c	2,80 d
'Pera'/CNPMF x (LVK x LCR - 038)	5,94 c	0,67 d	5,91 f	33,23 c	2,95 d
'Pera'/CNPMF x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	8,54 a	0,79 d	11,31d	40,90 b	3,49 c
'Valência Tuxpan' x Limão 'Cravo Santa Cruz'	7,70 b	1,04 c	8,71 e	36,14 c	2,79 d
'Valência Tuxpan' x 'Sunki Tropical'	6,91 b	1,12 c	7,50 f	63,59 a	4,34 b
'Valência Tuxpan' x 'Indio'	7,99 b	2,06 a	5,31 g	46,15 b	3,67 c
'Valência Tuxpan' x 'Riverside'	5,77 c	0,56 e	9,33 e	23,95 d	2,06 e
'Valência Tuxpan' x (TSKC x CTSW - 028)	4,80 d	0,56 e	5,85 f	31,58 c	2,28 d
'Valência Tuxpan' x (LVK x LCR - 038)	4,65 d	0,75 d	3,98 g	20,35 e	1,66 e
'Valência Tuxpan' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	8,35 a	1,32 b	7,97 e	44,50 b	3,71 c
'Pineapple' x Limão 'Cravo Santa Cruz'	8,03 b	0,82 d	10,30 e	31,55 c	2,54 d
'Pineapple' x 'Sunki Tropical'	8,06 b	0,98 c	10,96 d	36,78 c	2,94 d
'Pineapple' x 'Indio'	7,73 b	0,58 e	15,45 b	34,70 c	2,71 d
'Pineapple' x 'Riverside'	8,55 a	0,70 d	13,47 c	29,80 c	2,54 d
'Pineapple' x (TSKC x CTSW - 028)	8,76 a	0,68 d	15,63 b	59,19 a	5,24 a
'Pineapple' x (LVK x LCR - 038)	8,57 a	0,63 e	13,96 c	28,69 c	2,47 d
'Pineapple' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	9,14 a	0,95 c	11,69 d	35,24 c	3,18 c
CV %	11,16	25,42	15,22	20,21	20,27

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott ( $p < 0,05$ ).

### 3.5 Correlação entre a produção e as variáveis físico-químicas

Em relação às correlações entre as características relativas à produção de frutos e às variáveis físico-químicas, verificou-se moderada significância no Ensaio I.

Em programas de melhoramento genético é comum o emprego da técnica de resposta correlacionada para seleção de variáveis de difícil medição (NUNES et al., 2004). O conhecimento das correlações entre caracteres é muito importante, pois o melhorista tem condições de orientar a seleção de forma indireta para aqueles caracteres de interesse (GALARÇA et al., 2010). Além disso, o estudo da correlação entre as características físicas e químicas dos frutos permite avaliar de forma quantitativa a relevância de um caráter sobre o outro, ou seja, o quanto estes fatores influenciam uns aos outros (SOUZA; ATAÍDE; SILVA, 2014).

Variáveis de produção, biometria da planta e características de qualidade dos frutos foram submetidas à correlação de Spearman, cujo coeficiente é definido por Bolboaca e Jäntschi (2006) como uma medida não-paramétrica de correlação entre variáveis que avalia como uma função arbitrária poderia descrever a relação entre duas variáveis, sem fazer nenhuma suposição sobre a distribuição de frequência das variáveis. Frequentemente, a letra grega  $\rho$  é usada para abreviar o coeficiente de correlação de Spearman.

No Ensaio I todas as correlações significativas das variáveis avaliadas foram positivas (Tabela 11). As características que se mostraram significamente correlacionadas foram: eficiência produtiva (EP) e índice de produtividade (IP); eficiência produtiva (EP) e produção acumulada (PA); eficiência produtiva (EP) e índice tecnológico (IT); eficiência produtiva (EP) e % de suco; índice de produtividade (IP) e produção acumulada (PA); índice de produtividade (IP) e índice tecnológico (IT); índice de produtividade (IP) % de suco; produção acumulada (PA) e volume de copa (VC); produção acumulada (PA) e altura da planta (AP); produção acumulada (PA) e índice tecnológico (IT); produção acumulada (PA) e % de suco; volume de copa (VC) e altura da planta (AP); volume de copa (VC) e sólidos solúveis totais (SST); altura da planta (AP) e *Ratio*; sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT); sólidos solúveis totais (SST) e índice tecnológico (IT); sólidos solúveis totais (SST) e % de suco; sólidos solúveis totais (SST) e *Ratio*;

acidez total titulável (ATT) e índice tecnológico (IT); acidez total titulável (ATT) e % de suco; índice tecnológico (IT) e % de suco (Tabela 10).

A eficiência produtiva (EP) foi fortemente correlacionada com índice de produtividade (IP) e com produção acumulada (PA) e correlacionou-se de forma moderada com índice tecnológico (IT) e % de suco. O volume de copa (VC) apresentou correlação forte com parâmetro altura da planta (AP). O índice tecnológico (IT) apresentou forte correlação com % de suco. A produção acumulada (PA) correlacionou-se moderadamente com acidez total titulável (ATT) e índice tecnológico (IT).

A produção não teve correlação com SST, isso é explicado pela situação em que as plantas podem produzir frutos granulados ou com poucos sólidos solúveis, isso independe da quantidade de frutos (SHARMA et al., 2016). Entretanto, a correlação entre SST e IT foi moderada, isso se explica pela quantidade de suco onde está presente SST. Assim, a quantidade de suco está mais correlacionada com SST, ATT e *Ratio* do que com a produção.

Todas as variáveis de produção tiveram correlação forte entre si, mas não entre as qualidades químicas dos frutos. Isso mostra que qualidade e produção não estão relacionadas no ensaio I. Embora as combinações mais produtivas tenham sido também as mais qualitativas, como mostrado nos resultados do Ensaio I.

Fadel et al. (2018) verificou correlação positiva entre a produção e variáveis biométricas, como o tamanho das laranjeiras ‘Valência’ enxertada em vários porta-enxertos. No entanto, os resultados do presente estudo apontaram correlação fraca entre altura da planta, volume da copa com a produção acumulada no ensaio I.

**Tabela 11.** Coeficientes de correlação de Spearman das características de produção e qualidades físico-químicas dos frutos de combinações copa/porta-enxerto do Ensaio I, Rio Preto da Eva/AM, 2016-2019.

Variáveis	Índice de produtividade	Produção acumulada	Volume de copa	Altura da planta	Sólidos solúveis totais	Acidez total titulável	Índice tecnológico	Porcentagem de suco	Ratio
Eficiência produtiva	0,94964**	0,91242**	0,21346	0,21897	0,14669	0,23645	0,49535**	0,51286**	0,01314
Índice de produtividade		0,77285**	0,06787	0,11879	0,0197	0,08593	0,38041**	0,39628**	-0,04817
Produção acumulada			0,46196**	0,4675**	0,27641	0,30213	0,52107**	0,54789**	0,17953
Volume de copa				0,87615**	0,4116**	0,35085	0,15599	0,17789	0,28626
Altura da planta					0,33365	0,22335	0,06706	0,10292	0,38976**
Sólidos solúveis totais						0,4751**	0,53311**	0,42748**	0,69458**
Acidez total titulável							0,40449**	0,40887**	-0,08429
Índice tecnológico								0,96825**	0,29283
Porcentagem de suco									0,22058

\*\* Significativo a 5 % pelo teste t.

### 3.6 Análise Multivariada

Com vistas ao um melhor entendimento das tendências e relações entre as variáveis estudadas para os diferentes porta-enxertos (LEGUA et al., 2013), os dados obtidos no Ensaio I foram submetidos à análise multivariada, por meio das técnicas de Análise Hierárquica de Agrupamentos ou *Cluster* (HCA) e Análise de Componentes Principais (PCA).

Foi realizada a Análise Hierárquica de Agrupamentos ou *Cluster* (HCA) para discriminar de forma mais significativa as diferentes combinações de copa/porta-enxerto avaliadas. Esta é uma técnica usada para classificar objetos em grupos, de modo que os objetos pertencentes ao mesmo grupo são muito mais semelhantes uns aos outros do que a objetos em outros grupos (JEREZ; ALVES; TACHIBANA, 2019).

Na HCA dos dados do Ensaio I, realizada pelo método de Ward baseado na distância euclidiana, foram obtidos cinco grupos ou *clusters* de combinações copa/porta-enxertos avaliadas, representados por meio de dendrograma (Figura 7).

O cluster 1 foi constituído por nove combinações copa/porta-enxertos: ‘Rubi’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Pineapple’ x (LVK x LCR - 038), ‘Rubi’ x ‘Sunki Tropical’, ‘Valência Tuxpan’ x ‘Riverside’, Rubi x ‘Indio’, ‘Pineapple’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Valência Tuxpan’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Pineapple’ x ‘Sunki Tropical’ e ‘Valência Tuxpan’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059].

O cluster 2 foi formado por seis combinações copa/porta-enxerto: ‘Rubi’ x ‘Riverside’, ‘Pineapple’ x (TSKC x CTSW - 028), ‘Rubi’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059], ‘Pera’/CNPMF x Limão ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Pera’/CNPMF x ‘Sunki Tropical’ e ‘Valência Tuxpan’ x ‘Sunki Tropical’.

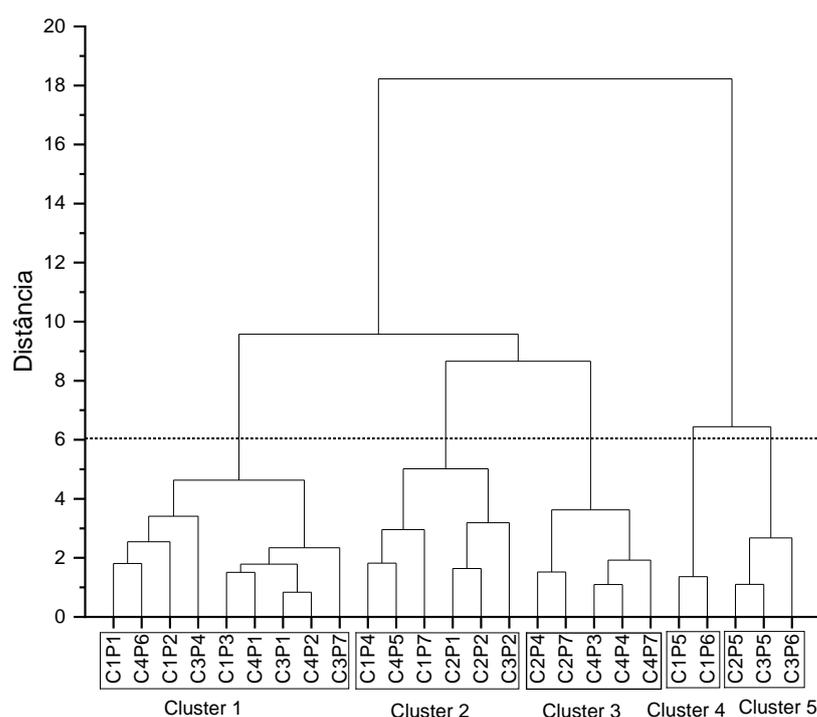
O cluster 3 foi constituído pelas combinações ‘Pera’/CNPMF x ‘Riverside’; ‘Pera’/CNPMF x [TSKC x (LCR x TR) - 059], ‘Pineapple’ x ‘Indio’, ‘Pineapple’ x ‘Riverside’, ‘Pineapple’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059].

O cluster 4 foi composto pelas combinações ‘Rubi’ x (TSKC x CTSW - 028), ‘Rubi’ x (LVK x LCR - 038),

O cluster 5 foi composto por ‘Pera’/CNPMF x (TSKC x CTSW - 028), ‘Valência Tuxpan’ x (TSKC x CTSW - 028), ‘Valência Tuxpan’ x (LVK x LCR - 038) (Figura 7).

A Figura 7 mostra dissimilaridade entre grupos de combinações copas x porta-enxertos. O limiar considerado para o truncamento entre clusters foi 6 de distância euclidiana com base na inspeção visual do dendrograma. Essa linha de corte ou linha "fenon" é uma linha paralela ao eixo horizontal do dendrograma obtido da análise de agrupamento (SOUZA e SOUZA, 2006).

O dendrograma mostra a formação de cinco grupos distintos de combinações copa/porta-enxerto. Cada grupo é formado por combinações de comportamentos parecidos. As combinações C3P4, C3P7, C3P2, C4P7 e C3P6 apresentaram as maiores distâncias euclidianas dentro dos seus respectivos grupos (*clusters*) e, portanto, também as características mais distintas quanto às propriedades físicas e químicas entre as combinações copa/porta enxerto avaliadas no Ensaio I (LEGUA et al., 2013).



**Figura 7.** Dendrograma de combinações copa/porta-enxertos de citros obtido pelo método de Ward baseado na distância euclidiana no Ensaio I.

No Ensaio I, no tocante às combinações copa/porta-enxerto, os três primeiros componentes principais explicaram 83,2% da variabilidade total observada nos parâmetros físicos e químicos das combinações copa/porta-enxerto (Tabela 12). A variabilidade total foi explicada por 10 componentes principais. Legua et al. (2013) identificaram 19 componentes principais ao comparar propriedades físico-

químicas de laranjeiras ‘Lane Late’ cultivadas sob 18 diferentes porta-enxertos comerciais na Espanha.

**Tabela 12.** Autovalores e proporção de variação associados aos eixos da PCA no Ensaio I.

<b>Nº do Componente Principal</b>	<b>Autovalor</b>	<b>Porcentagem de Variância (%)</b>	<b>Cumulativo (%)</b>
<b>1</b>	<b>4,83646</b>	<b>48,36457</b>	<b>48,36457</b>
<b>2</b>	<b>2,05689</b>	<b>20,56888</b>	<b>68,93345</b>
<b>3</b>	<b>1,42379</b>	<b>14,2379</b>	<b>83,17135</b>
4	1,09406	10,94062	94,11197
5	0,32535	3,25354	97,3655
6	0,13529	1,35286	98,71836
7	0,05378	0,53781	99,25617
8	0,03356	0,33559	99,59177
9	0,02933	0,29334	99,88511
10	0,01149	0,11489	100

O primeiro componente (PC1) está relacionado às variáveis sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), *Ratio* (equivalente a 48,4% da variabilidade total) (Tabela 13). Carvalho et al. (2019) observaram que mais de 60% da variabilidade dos dados pôde ser explicada pelos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) para três variedades de laranjas doces no Estado de Sergipe. Legua et al. (2013) também verificaram que PC1 representou principalmente açúcares e ácido cítrico.

Enquanto o componente PC2 é representado pelos parâmetros eficiência produtiva (EP), Índice de produtividade (IP) e produção acumulada (PA), o equivalente a 20,6% da variabilidade total dos dados. O componente PC3 está relacionado às variáveis volume de copa (VC), altura da planta (AP), índice tecnológico (IT) e porcentagem de suco (%SUCO), o equivalente a 14,2% da variabilidade dos dados (Tabela 13). A Figura 8 representa PC1, PC2 e PC3 plotados nos planos bidimensional e tridimensional.

Considerando o comportamento das melhores combinações copa/porta-enxerto quanto às características de produção e qualidade de frutos no Ensaio I, análises multivariadas também foram realizadas para as variedades copa Pêra/CNPMF e ‘Rubi’, visando identificar grupos relativamente homogêneos de porta-enxertos combinados com as mesmas. Dessa forma, a Análise de Componentes Principais (PCA) foi aplicada para avaliar a variabilidade e as relações entre as variáveis de desempenho produtivo e qualidade de frutos, bem como, os porta-enxertos foram agrupados por meio da Análise Hierárquica de Agrupamentos,

usando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade e o método de Ward para ligação (CARVALHO et al., 2019) (Figura 9).

**Tabela 13.** Contribuição das variáveis avaliadas para cada componente (*factor loadings*) no Ensaio I.

Variáveis	PC1	PC2	PC3
Eficiência produtiva	0,32126	-0,47551	0,09401
Índice de produtividade	0,27854	-0,53082	0,07182
Produção acumulada	0,34855	-0,391	0,19222
Volume de copa	0,27924	0,33623	0,45334
Altura da planta	0,32059	0,26514	0,4346
Sólidos solúveis totais	0,38975	0,25116	-0,03282
Acidez total titulável	0,2755	0,17297	-0,09711
<i>Ratio</i>	0,25528	0,21591	0,02112
Índice tecnológico	0,33618	0,11422	-0,52096
% de suco	0,33313	0,05688	-0,52183

No Ensaio I, no tocante ao comportamento dos porta-enxertos estudados em combinação com a variedade ‘Rubi’, os dois primeiros componentes principais explicaram 86,1% da variabilidade total observada nos parâmetros físicos e químicos. A variabilidade total foi explicada por 6 componentes principais. Já na variedade copa ‘Pera’/CNPMF, a variabilidade total dos dados foi explicada por 4 componentes principais, onde os dois primeiros explicaram 87,31% da mesma (Tabela 14).

Para a variedade ‘Rubi’, o primeiro componente (PC1) está relacionado às variáveis produção acumulada, volume de copa, altura da planta, sólidos solúveis totais (SST), índice tecnológico e porcentagem de suco, conforme contribuição das variáveis avaliadas para cada componente expressa na Tabela 15 e Figura 9. Para a laranja ‘Pera’/CNPMF as variáveis que mais contribuíram para o primeiro componente (PC1) foram produção acumulada, sólidos solúveis totais (SST) e *Ratio* e porcentagem de suco (Tabela 15 e Figura 9). Esses resultados indicam que os grupos de porta-enxertos relativamente homogêneos podem se comportar de maneira diferente, dependendo da variedade de laranja doce considerada (CARVALHO et al., 2019).

A Análise Hierárquica de Agrupamentos mostra a formação de quatro grupos distintos de porta-enxertos em combinação com a variedade copa ‘Rubi’. O primeiro grupo é formado pelos porta-enxertos Limão ‘Cravo Santa Cruz’ e

citrandarin 'Indio'. Os citrandarins 'Riverside' e TSKS x (LCR x TR) - 59 formaram o segundo grupo homogêneo, apresentando distância euclidiana semelhante aos porta-enxertos do primeiro grupo (Figura 9).

Para a laranjeira Pera/CNPMF, foram observados a formação de três grupos de porta-enxertos, onde os porta-enxertos Limão 'Cravo Santa Cruz' e 'Sunki Tropical' formaram o primeiro grupo; e os citrandarins 'Riverside' e TSKS x (LCR x TR) - 59 também apresentaram distância euclidiana semelhante aos porta-enxertos do primeiro grupo. Ressalta-se que na PCA da copa 'Pera'/CNPMF, para não comprometer a interpretação dos resultados, foram retiradas duas observações (porta-enxertos) que apresentaram um grande afastamento das demais (*outliers*).

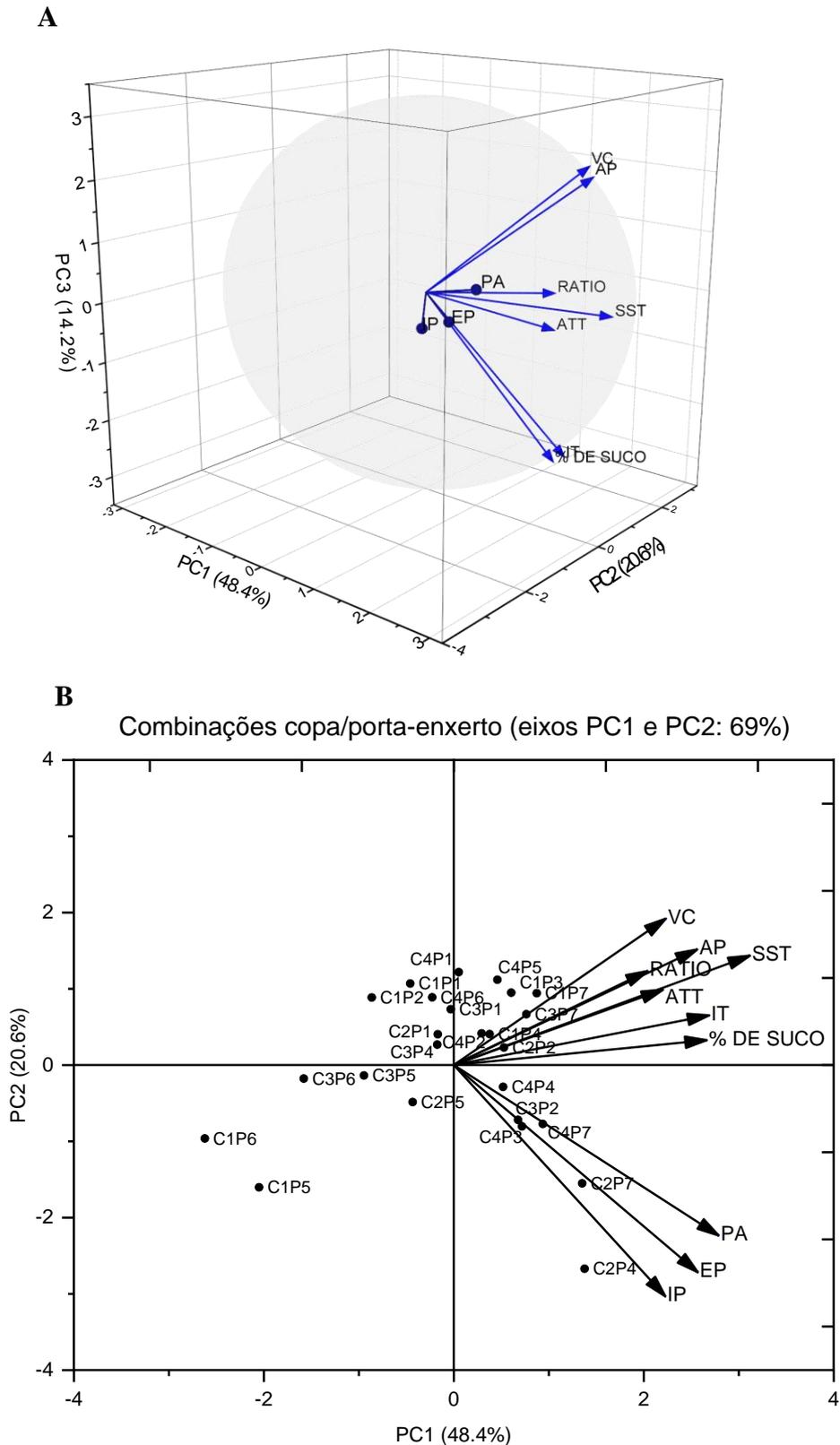
A análise de componentes principais revelou que os porta-enxertos TSKS x (LCR x TR) - 59, 'Riverside', 'Indio' e 'Sunki Tropical' possuem desempenhos parecidos na produção acumulada, eficiência produtiva e índice de produtividade, em combinação com as copas 'Pera', 'Pineapple' e 'Valencia Tuxpan' (figura 8). Estes mesmos porta-enxertos possuem desempenhos parecidos também na qualidade físico-química dos frutos de 'Pera', 'Rubi' e 'Valencia Tuxpan' (figura 8).

Santos et al. (2019) afirmam que a análise de componentes principais separa variáveis fisiológicas e bioquímicas que contribuem para a maior tolerância à seca de combinações copas x porta-enxertos e mostram que o Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e a tangerina 'Sunki Tropical' mostram comportamentos semelhantes quando submetidos a estresse hídrico, estes porta-enxertos possuíram maior capacidade antioxidante de algumas enzimas pela peroxidase nas raízes e isso pode ser uma expressão gênica.

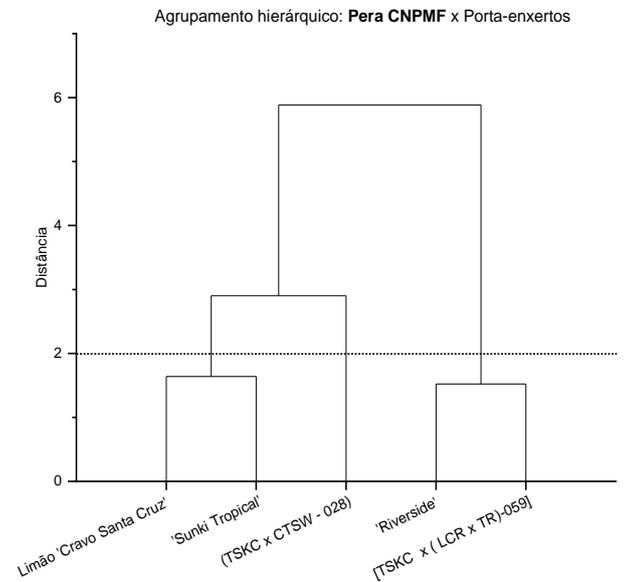
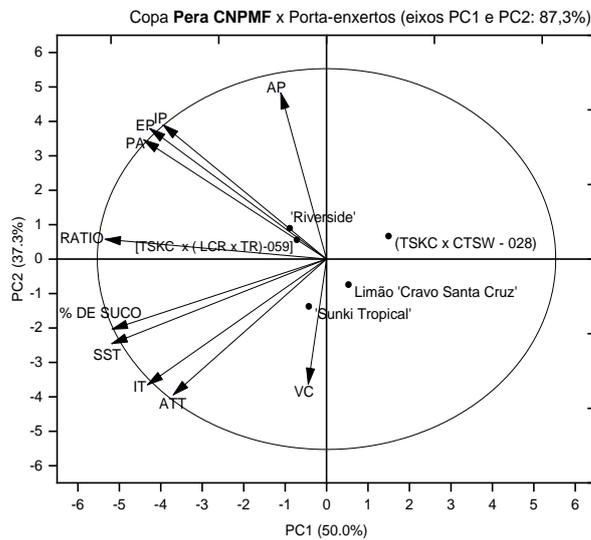
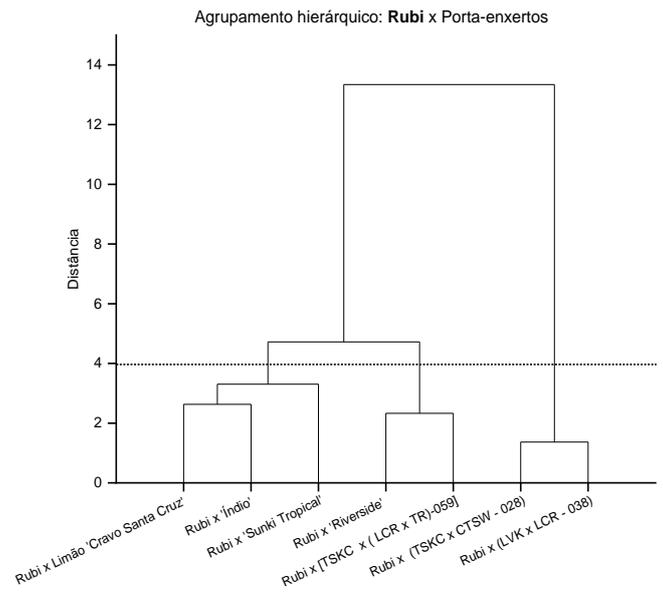
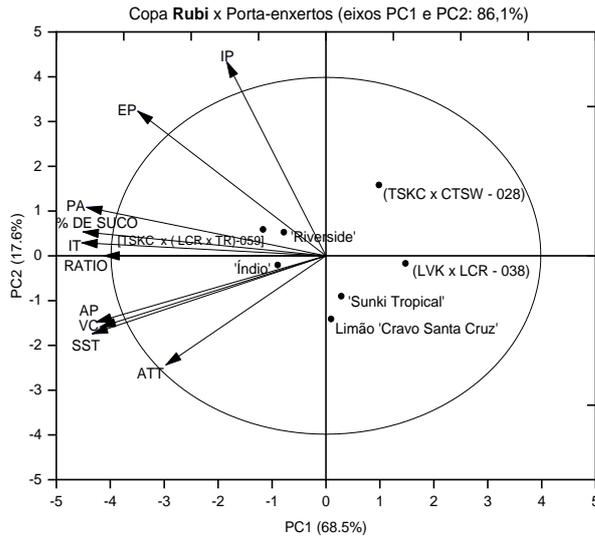
Isso aponta para a influência da menor pluviosidade e maior pluviosidade na produção e qualidade dos frutos em certas épocas do ano, pois o período de menor pluviosidade na região metropolitana de Manaus vai de junho a agosto (Figura 2). Nessa época, as combinações estiveram em condições de baixa umidade no solo, o que provavelmente provocou aumento da concentração de sólidos solúveis nos frutos e conseqüentemente aumentando o índice de maturação *Ratio*.

Santos et al. (2019) relatam semelhanças entre o limoeiro 'Cravo' e 'Sunki Tropical', o que se confirma na análise de componentes principais das copas 'Pera' e 'Rubi' (Figura 9). Contudo, o porta-enxerto limoeiro 'Cravo Santa Cruz' se

afasta mais das variáveis de qualidade de frutos como SST, ATT e *Ratio* que ‘Sunki Tropical’, TSKS x (LCR x TR) - 59, ‘Riverside’ e ‘Indio’ (Figura 8).



**Figura 8.** (A) Análise de componentes principais (PC1, PC2 e PC3) de variáveis físico-químicas de combinações copa/porta-enxerto de citros no Ensaio I, com elipse de confiança de 95%. (B) posição 2D de combinações copa/porta-enxerto de citros.



**Figura 9.** Análise de Componentes Principais (PCA), com círculo de correlações (elipse de confiança de 95%) e diagrama de observações e dendrograma de genótipos de porta-enxertos obtidos pelo método de Ward baseado na distância Euclidiana para as variedades de laranjas Rubi e Pera/CNPMF avaliadas no Ensaio I.

**Tabela 14.** Autovalores da Análise de Componentes Principais para as variedades de laranja avaliadas no Ensaio 1.

Variedade Copa	Nº do Componente Principal	Autovalor	Porcentagem de Variabilidade (%)	Cumulativo (%)
Rubi	<b>1</b>	<b>6,85488</b>	<b>68,54878</b>	<b>68,54878</b>
	<b>2</b>	<b>1,75605</b>	<b>17,56053</b>	<b>86,10931</b>
	3	0,79084	7,90845	94,01775
	4	0,38808	3,8808	97,89856
	5	0,16166	1,61659	99,51515
	6	0,04849	0,48485	100
Pera/CNPMF	<b>1</b>	<b>5,00344</b>	<b>50,03442</b>	<b>50,03442</b>
	<b>2</b>	<b>3,72842</b>	<b>37,28421</b>	<b>87,31863</b>
	3	1,00034	10,0034	97,32203
	4	0,2678	2,67797	100

**Tabela 15.** Contribuição das variáveis avaliadas para cada componente (*factor loadings*) no Ensaio I para laranjas Pera/CNPMF e ‘Rubi’.

Variáveis	Pera/CNPMF			‘Rubi’		
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3
Eficiência produtiva	-0,3278	0,34982	-0,0294	-0,27907	0,48433	0,25395
Índice de produtividade	-0,30325	0,3597	-0,23603	-0,14704	0,64989	0,2749
Produção acumulada	-0,33947	0,31964	0,20378	-0,35508	0,16238	0,0287
Volume de copa	-0,03398	-0,33501	0,75683	-0,33508	-0,23866	-0,03103
Altura da planta	-0,08479	0,44537	0,44894	-0,34104	-0,22214	0,00116
Sólidos solúveis totais	-0,39855	-0,22655	0,09881	-0,3467	-0,26129	0,15882
Acidez total titulável	-0,28418	-0,36378	0,01214	-0,23749	-0,36572	0,67491
<i>Ratio</i>	-0,41091	0,05311	0,15224	-0,32911	-1,10E-06	-0,54045
Índice tecnológico	-0,33219	-0,33706	-0,15585	-0,36209	0,04378	-0,21875
% de suco	-0,39775	-0,18813	-0,2649	-0,36028	0,08034	-0,19362

#### 4. CONCLUSÃO

O Ensaio I mostra que os cintradarins ‘Indio’, [TSKC x (LCR x TR) - 059] e ‘Riverside’ induziram a maior produção de laranjas enxertadas em ‘Pera’/CNPMF. Estes mesmos porta-enxertos induziram a segunda melhor produção nas copas como ‘Valência Tuxpan’, ‘Pineapple’ e ‘Rubi’.

Os porta-enxertos (LVK x LCR - 038) e (TSKC x CTSW - 028) em combinação com as laranjeiras ‘Pera’/CNPMF, ‘Pineapple’, ‘Rubi’ e ‘Valencia Tuxpan’, foram os piores arranjos para produção de frutos, sobretudo quando combinados à laranjeira Rubi.

A combinação no Ensaio I com melhor qualidade de frutos em todas as variáveis de qualidade foi ‘Rubi’ sobre [TSKC x (LCR x TR) - 059], seguida de ‘Pineapple’ no mesmo porta-enxerto e ‘Pera’/CNPMF em ‘Sunki Tropical’, pelos altos teores de sólidos solúveis e rendimento de suco.

Os porta-enxertos (TSKC x CTSW - 028) e (LVK x LCR - 038), em combinação com as copas avaliadas, apresentaram qualidades de frutos inferiores nas copas, exceto em ‘Pineapple’ que apresentou boa qualidade química de frutos em combinação com todos os porta-enxertos avaliados.

## 5. REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. S.; GIRARDI, E.A.; FRANÇA, N. O.; GESTEIRA, A. S.; SOARES FILHO, W. S.; PASSOS, O. S. Initial performance of alternative citrus scion and rootstock combinations on the northern coast of the state of Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 4, 2018.
- BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuários**, v. 35, p. 36–45, 2014.
- BLUMER, S. Citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos nanicantes para a laranjeira ‘Valência’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 118p., 2005.
- BOLBOACĂ, S.; JÄNTSCHI, L. Pearson versus Spearman, Kendall’s Tau Correlation Analysis on Structure-Activity Relationships of Biologic Active Compounds. **Leonardo Journal of Sciences**, v. 5, n. 9, p. 179-200, 2006.
- BOWMAN, K. D.; MCCOLLUM, G.; ALBRECHT, U. Performance of ‘Valencia’ orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) on 17 rootstocks in a trial severely affected by huanglongbing. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 355-361, 2016.
- 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.
- CARVALHO, L.M.; CARVALHO, H.W.L.; BARROS, I.; MARTINS, C.R.; SOARES, W.S.F.; GIRARDI, E.A.; PASSOS, O.S. New scion-rootstock combinations for diversification of sweet orange orchards in tropical hardsetting soils. **Scientia Horticulturae**, v. 243, n. 3, 2018, p. 169-176, 2019.
- CARVALHO, S.A.; GRAF, C.C.D.; VIOLANTE, A.R. Produção de material básico e propagação. In: MATTOS JUNIOR, D.M.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. Citros. Campinas: Instituto Agrônomo: Fundag, p.281-316, 2005.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: FAEPE, 2ª ed., 783p, 2005.

CRUZ, E. S. Caracterização de porta-enxertos alternativos de citros sob diferentes regimes hídricos: relações hídricas, sistema radicular e influência sobre a produção e qualidade de frutos de laranja ‘Pera’ (*Citrus sinensis* L. Osb.). ILHÉUS: UESC, 2019.

DONADIO, L.C.; STUCHI, E.S. Adensamento de plantio e ananicamento de citros. Boletim citrícola, n. 16. Jaboticabal : Funep, 70 p., 2001.

FADEL, A. L.; STUCHI, E.S.; COUTO, H.T.Z.; RAMOS, Y.C.; MOURÃO FILHO, F.A.A. Trifoliolate hybrids as alternative rootstocks for ‘Valencia’ sweet orange under rainfed conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 235, n. 01, p. 397-406, 2018.

FRANÇA, N.O.; AMORIM, M.S.; GIRARDI, E.A.; PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W.S. Performance of ‘Tuxpan Valencia’ sweet orange grafted onto 14 rootstocks in Northern Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 4, 2016.

GALARÇA, S. P.; LIMA, C. S. M.; SILVEIRA, G.; RUFATO, A. R. Correlação de Pearson e análise de trilha identificando variáveis para caracterizar porta-enxerto de *Pyrus communis* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 860-869, 2010.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção agrícola 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas> Acessado em: 26/07/2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p., 2008.

JEREZ, G.O.; ALVES, D.B.M.; TACHIBANA, V.M. Multivariate analysis of combined GPS/GLONASS point positioning performance in Brazilian regions under different ionospheric conditions. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v. 187, p. 1-9, 2019.

KEFFORD, J. F. The Chemical Constituents of Citrus Fruits. **Advances in Food Research**, v. 9, n. C, p. 285-372, 1960.

LEGUA, P.; FORNER, J.B.; HERNÁNDEZ, F.; FORNER-GINER, M.A. Physicochemical properties of orange juice from ten rootstocks using multivariate analysis. **Scientia Horticulturae**, v. 160, p. 268–273, 2013.

LEMOS, L.M.C.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; CECON, P.R.; LEMOS, J.P. Características físico-químicas da laranja ‘Pera’ em função da posição na copa. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP, v. 34, p. 1091-1097, 2012.

LIMA, J.E.O. Novas técnicas de produção de mudas cítricas. **Laranja**, Corderópolis, v.7, n.2, p.463-468, 1986.

NEGREIROS, J.R.S.; SARAIVA, L.L. ; OLIVEIRA, T.K.; ALVARES, V.S.; RONCATTO, G. Estimate of repeatability of traits of sweet orange tree production in Acre, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43: 1763-1768, 2008.

NUNES, G.H.D.S.; SANTOS JÚNIOR, J.J.; ANDRADE, F.V.; BEZERRA NETO, F.; , ALMEIDA, A.H.B.; MEDEIROS, D.C. Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no no agropolo Mossoró-Assu. **Horticultura Brasileira**, p. 744-747, 2004.

PETRY, H.B.; REIS, B.; SILVA, R.R.; GONZATTO, M.P.; SCHWARZ, S.F. Porta-enxertos influenciam o desempenho produtivo de laranjeiras-de-umbigo submetidas a poda drástica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 449-455, 2015.

PHILLIPS, R.L. Citrus tree spacing and size control. In: INT. SOC. CITRICULTURE, 2, Sydney, Australia. Proceedings Florida of the State Horticultural Society, p.319-324, 1978.

RODRIGUES, M.J.S. Desempenho de laranjeiras ‘Pera’ e ‘Valência’ sobre diferentes porta-enxertos, em Rio Branco, Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Rio Branco, 2018.

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 under rainfed conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, 2016.

SANTOS, I.C.; ALMEIDA, A.A.F.; PIROVANIA, C.P.; COSTAA, M.G.C.; CONCEIÇÃO, A.S.; SOARES FILHO, W.S.; FILHO, M.A.C.; GESTEIRA, A.S. Physiological, biochemical and molecular responses to drought conditions in field-grown grafted and ungrafted citrus plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 162, p. 406-420, 2019.

SARTORI, I.A.; SCHÄFER, G.; PANZENHAGEN, N.V.; KOLLER, O.C.; SCHWARZ, S.F. Comportamento da laranjeira ‘Valência’ (*Citrus sinensis* (L.) Osb.)

em oito porta-enxertos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. Anais... Belém: SBF, 2002.

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

SHARMA, R. M.; DUBEY, A.K.; AWASTHI, O.P.; KAUR, C. Growth, yield, fruit quality and leaf nutrient status of grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.): variation from rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 210, p. 41-48, 2016.

SIMONETTI, L. M. Avaliação de novos híbridos de porta-enxertos para a laranjeira 'Valência'. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2015.

SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C. Citros: do Plantio à Colheita. UFV-MG, 278 p., 2017.

SOARES FILHO, W.S.; DIAMANTINO, M.S.A.S.; MOITINHO, E.D.B.; SOBRINHO, A.P.C.; PASSOS, O.S. 'Tropical': uma nova seleção de tangerina 'Sunki'. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP. V.24: 127-132 p, 2002.

SOBRINHO, A.P.C.; MAGALHÃO, A.F.J.; SOUZA, A.S.; PASSOS, O.S.; FILHO, W.S.S. Cultura dos Citros. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013.

SOUZA, A. L.; SOUZA, D.R. Análise multivariada para estratificação volumétrica de uma floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 49-54, 2006.

SOUZA, J. M. A.; ATAÍDE, E. M.; SILVA, M. D. S. Qualidade pós-colheita e correlação entre características físicas e químicas de frutos de mamoeiro comercializados em Serra Talhada - PE. **Magistra**, v. 26, n. 4, p. 554-560, 2014.

STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R. Qualidade industrial e produção de frutos de laranjeira 'Valência' enxertada sobre sete porta-enxertos. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 2, p. 453-471, 2002.

TRESSLER, D.J.; JOSLYN, M.A. Fruits and Vegetable Juice Processing. AVI, Westport, 1961.

**Capítulo II** – Avaliação inicial de dez variedades copas de laranjeiras para a produção e qualidade de frutos na região Metropolitana de Manaus, AM

## RESUMO

Os citros são um grande grupo de plantas cuja família Rutaceae abrange três grandes gêneros, *Fortunella*, *Poncirus* e *Citrus*. O gênero *Citrus* é caracterizado por uma grande diversidade de espécies e variedades, incluindo mandarinas, laranjas, limões, toranjas, pomelos, cidras, limas e diferentes híbridos. Esta diversidade genética torna especialmente complexa a definição de padrões para a qualidade dos citrinos, uma vez que a qualidade externa e interna, assim como as propriedades nutricionais, pode variar largamente. O Brasil é o maior produtor mundial de laranja (FAO, 2017), além de ser o maior exportador de suco concentrado de laranja processada, com aproximadamente com 464.523 toneladas de FCOJ (*Frozen Concentrated Orange Juice*) em 2016. No Amazonas a produção de frutos é destinada ao mercado de frutas frescas e os pomares comerciais de laranjeiras são formados quase que inteiramente pela copa ‘Pera’ em combinação com o porta-enxerto Limão ‘Cravo’. Essa base genética estreita, torna a citricultura amazonense propensa a estresses bióticos e abióticos. Atualmente, a produção de laranjas no Estado representa cerca 0,5 % da produção brasileira, porém há perspectivas de crescimento, uma vez que o Amazonas já é o décimo produtor desta cultura entre os estados brasileiros, apresentando rendimento médio de frutos igual a 20.599 kg.ha<sup>-1</sup>. Com vistas à seleção de combinações de variedades copas alternativas à tradicional combinação ‘Pera’ x Limão ‘Cravo’, com performances desejáveis que contribuam para o aumento de competitividade da citricultura amazonense, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e qualidade físico-química dos frutos de dez variedades copas promissoras na região metropolitana de Manaus, AM. A avaliação da produção foi realizada no período de 2016, contudo iniciou-se a produção apenas em maio a agosto de cada ano de 2017 e 2018. Os frutos foram pesados em balança de prato de 20 kg obtendo-se assim o total de frutos em kg por parcela, sendo o Ensaio II montado com quatro plantas por parcela. Foram avaliadas três variáveis de produção: peso dos frutos, eficiência produtiva e índice de produtividade. A qualidade físico-química dos frutos foi analisada pelas variáveis porcentagem de suco, índice tecnológico, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e *Ratio*. A principal observação deste trabalho foi que os porta-enxertos [TSKC x (LCR x TR) - 059] e Limão ‘Cravo Santa Cruz’ induziram as melhores qualidades de frutos. A combinação no Ensaio I com melhor qualidade de frutos em todas as variáveis de qualidade foi Rubi enxertada em [TSKC x (LCR x TR) - 059], seguida de Pineapple no mesmo porta-enxerto e ‘Pera’/CNPMF em ‘Sunki Tropical’.

**Palavras-chave:** Salustiana, Cravo, Tropical, Suco, CNPMF.

## ABSTRACT

Citrus is a large group of plants whose family Rutaceae spans three major genera, *Fortunella*, *Poncirus* and *Citrus*. The *Citrus* genus is characterized by a great diversity of species and varieties, including mandarins, oranges, lemons, grapefruits, pomelos, ciders, limes and different hybrids. This genetic diversity makes it particularly complex to set standards for citrus quality, as external and internal quality, as well as nutritional properties, can vary widely. Brazil is the world's largest orange producer (FAO, 2017), and is the largest exporter of processed orange juice concentrate, with approximately 464,523 tonnes of Frozen Concentrated Orange Juice (FCOJ) in 2016. In the Amazon, fruit production is destined for the fresh fruit market and the commercial orange orchards are formed almost entirely by the 'Pera' canopy in combination with the Lemon Rangpur rootstock. This narrow genetic base makes Amazonian citrus culture prone to biotic and abiotic stresses. Currently, the production of oranges in the state represents about 0.5% of Brazilian production, but there are prospects for growth, since Amazonas is already the tenth producer of this crop among Brazilian states, presenting average fruit yield equal to 20,599 kg.ha<sup>-1</sup>. With a view to selecting combinations of alternative crown varieties to the traditional 'Pera' x 'Rangpur' Lemon combination, with desirable performances that contribute to the increased competitiveness of the Amazonian citrus, the objective of this work was to evaluate the production and physicochemical quality of the varieties. fruits of ten promising crown varieties in the metropolitan region of Manaus, AM. The evaluation of the production was carried out in the period of 2016, however the production started only in May to August of each year 2017 and 2018. The fruits were weighed on a 20 kg plate scale, thus obtaining the total fruits in kg per plot, and the Test II was assembled with four plants per plot. Three yield variables were evaluated: fruit weight, productive efficiency and yield index. The physicochemical quality of the fruits was analyzed by the variables juice percentage, technological index, total soluble solids, total titratable acidity and ratio. The main observation of this work was that the rootstock [TSKC x (LCR x TR) -059] and 'Rangpur Santa Cruz' Lemon induced the best fruit qualities. The combination in Assay I with best fruit quality in all quality variables was Ruby grafted at [TSKC x (CSF x TR) -059], followed by Pineapple in the same rootstock and 'Pera' / CNPMF in 'Sunki Tropical'.

**Key-words:** Salustiana, Rangpur, Tropical, Juice, CNPMF.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de laranja (FAO, 2017), além de ser o maior exportador de suco concentrado de laranja processada, com aproximadamente com 464.523 toneladas de FCOJ (*Frozen Concentrated Orange Juice*) em 2016. Neste ano o Brasil exportou, ainda, 1.428.484 toneladas de NFC (*Not From Concentrate*) e 22.395 toneladas de laranja *in natura* (SECEX, 2017).

Durante a última década o mercado mundial de frutas cítricas frescas aumentou (NEVES; TROMBIN, 2017) e a produção de citros para mesa vem crescendo e se diferenciando em função das novas exigências de mercado consumidor. Por esse motivo muitos produtores estão investindo na produção de citros de mesa com elevada qualidade (NASCIMENTO; KLUGE; AGUILA, 2014).

Orihuel-Iranzo (1991) apud Nascimento et al. (2014), estabeleceu um sistema para a gestão da qualidade durante o manejo pós-colheita, embalagem e distribuição de frutos cítricos, segundo o qual os atributos de qualidade de frutos são classificados em atributos de qualidade interna, atributos de qualidade externa e atributos tecnológico ou comercial.

Os atributos inerentes à qualidade dos frutos podem ser avaliados com base em parâmetros físicos (tais como cor, tamanho, peso, forma e firmeza) e em parâmetros químicos, através do pH, acidez titulável e teor de sólidos solúveis (VIANA et al., 2015).

O gênero *Citrus* é caracterizado por uma grande diversidade de espécies e variedades, incluindo mandarinas, laranjas, limões, toranjas, pomelos, cidras, limas e diferentes híbridos. Esta diversidade genética torna especialmente complexa a definição de padrões para a qualidade dos citrinos, uma vez que a qualidade externa e interna, assim como as propriedades nutricionais, pode variar largamente (LADO; GAMBETTA; ZACARIAS, 2018). Apesar disso, os padrões de identidade e qualidade para suco de laranja no país são fixados na Instrução Normativa MAPA nº 37, de 1º de outubro de 2018, que estabelece os parâmetros analíticos de suco e de polpa de frutas.

A qualidade organoléptica dos frutos de citros é fortemente definida pelos componentes genéticos e ambientais e sua interação (NEVES et al., 2018). Estudos recentes demonstram a existência de diferenças genotípicas consideráveis que regulam a qualidade dos frutos de espécies cítricas.

Continella et al. (2018), comparando a influência de dez porta-enxertos na precocidade de produção e na qualidade de frutos de laranjeira pigmentada ‘Tarocco Scirè’, demonstrou o importante papel do porta-enxerto na determinação da qualidade organoléptica, especificamente no conteúdo e nas concentrações de antocianina na polpa e no suco.

Sau et al. (2018) relatou a influência de sete diferentes porta-enxertos sobre o crescimento, produtividade, qualidade, concentrações físico-químicas e minerais foliares da tangerina de Nagpur, em Bengala Ocidental, Índia.

Carvalho et al. (2019) avaliou combinações adequadas de porta-enxertos para melhorar a diversificação genética em pomares de citros sob condições de sequeiro, em Sergipe, Brasil.

No tocante ao Amazonas, a produção de frutos é destinada ao mercado de frutas frescas e os pomares comerciais de laranjeiras são formados quase que inteiramente pela copa ‘Pera’ e pelo porta-enxerto Limão ‘Cravo’.

Essa base genética estreita, a exemplo do que ocorre no nordeste brasileiro (CARVALHO et al., 2019), torna a citricultura amazonense propensa a estresses bióticos e abióticos. Atualmente, a produção de laranjas no Estado representa cerca 0,5 % da produção brasileira, porém há perspectivas de crescimento, uma vez que o Amazonas já é o décimo produtor desta cultura entre os estados brasileiros, apresentando rendimento médio de frutos igual a 20,5 t.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2019).

Com vistas à seleção de combinações de variedades copas alternativas à tradicional combinação ‘Pera’ x Limão ‘Cravo’, com performances desejáveis que contribuam para o aumento de competitividade da citricultura amazonense, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e qualidade físico-química dos frutos de dez variedades copas promissoras na região metropolitana de Manaus, AM.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área experimental

Em uma área experimental de 3,11 ha foi conduzido ensaio para o teste de dez genótipos de variedades copas de laranjeiras em combinação com três genótipos de porta-enxertos promissores para a região metropolitana de Manaus, AM (Ensaio II). O preparo do solo para implantação da cultura incluiu gradagem, subsolagem e aplicação de gesso em profundidade.

A adubação pré-plantio foi feita com a aplicação de 300 g de superfosfato simples, 5 a 6 l de esterco de aves e 50 g de FTE BR12, por cova.

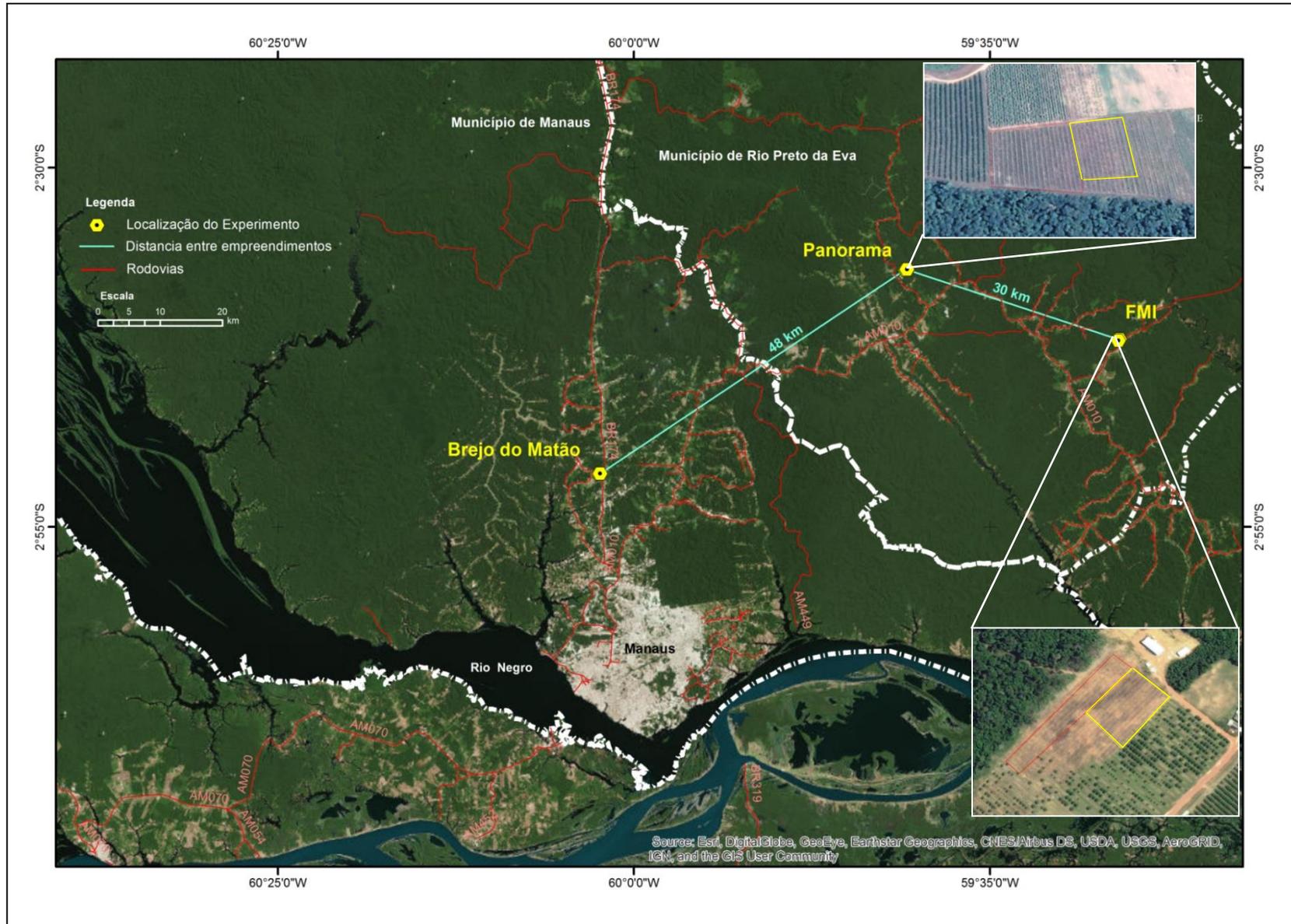
O plantio das mudas foi realizado em covas de 40 x 40 x 40 cm, abertas com broca, em espaçamento adensado de 6,5 x 2,5 m e densidade de 667 plantas.ha<sup>-1</sup>. Aos 30 dias após o plantio foi feita a adubação em cobertura utilizando 50 g de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ planta e assim sucessivamente:

- ✓ Aos 60 dias utilizou-se 75 g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 100 g de KCl/ planta;
- ✓ Aos 90 dias utilizou-se 50 g de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ planta;
- ✓ Aos 120 dias utilizou-se 150 g de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 100 g de KCl/ planta.

As plantas daninhas foram controladas por meio de roçagem. O ensaio foi instalado no início de 2013 e avaliado no período de 2016 a fevereiro de 2019 nos municípios de Rio Preto da Eva e Manaus (Figura 1):

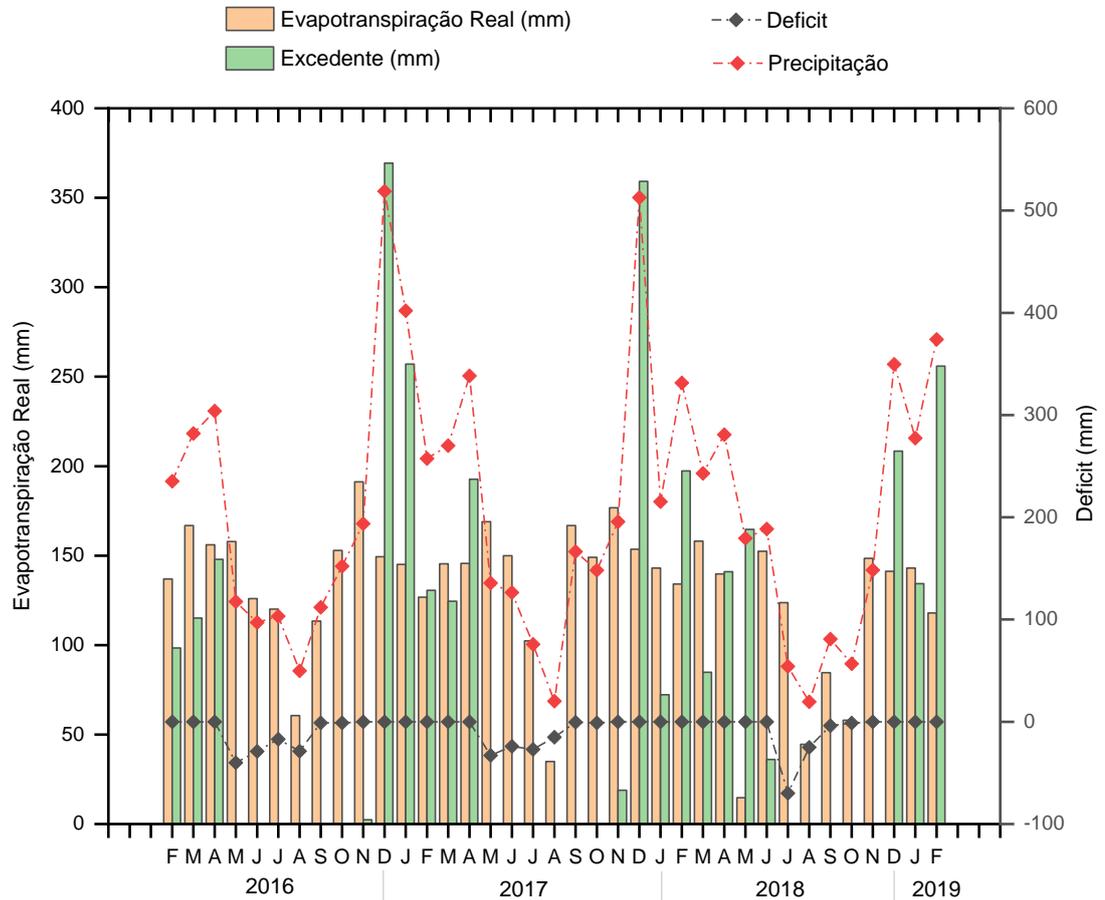
### 3. Rio de Preto da Eva/AM

- Propriedade Fazenda FMI-Citros: localizada na Rodovia AM 10, km 113, nas coordenadas geográficas 02° 41' 55,44" S / 59° 25' 53,66" W. Nessa propriedade foram instalados os blocos 1, 2 e 3 do Ensaio II em uma área de 1,41 ha.
- Propriedade Fazenda Panorama: localizada na Rodovia AM 10, km 86, nas coordenadas geográficas 02° 37' 05,02" S / 59° 40' 53,87" W. Nessa propriedade foram instalados os blocos 4, 5 e 6 do Ensaio II em uma área de 1,7 ha.



**Figura 1.** Mapa de localização das propriedades onde está instalado o ensaio II para teste de porta-enxertos.

Os solos das áreas de estudo são classificados nas ordens Latossolo e Argissolo. O clima é classificado como Af na classificação de Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 27,4 °C e média de pluviosidade média anual de 2.145 mm, concentrada nos meses de novembro a abril, conforme a figura 2.



**Figura 2.** Balanço hídrico da cidade de Manaus entre os anos 2016-2019.

## 2.2 Variedades copa e porta-enxertos utilizados na pesquisa

Para a consecução desse estudo foi conduzido um ensaio envolvendo dez genótipos de variedades copas de laranjeiras enxertadas em três diferentes porta-enxertos.

**Ensaio II****Tabela 1.** Relação das variedades de copas e de porta-enxertos do Ensaio II, instalado nas propriedades FMI-Citros e Panorama, Rio Preto da Eva, 2013.

VARIETADES DE COPAS	PORTA-ENXERTOS
‘Pera’ CNPMF D6	Tangerina ‘Sunki Tropical’ Limão ‘Cravo Santa Cruz’ TSKC x (LCR x TR) - 059
‘Salustiana’	
‘Rubi’	
‘Valência Tuxpan’	
‘Diva’	
‘Pineapple’	
Laranja ‘Lima’ (Sukari)	
‘Westin’	
‘Cara Cara’	
‘Pera’	

**Tabela 2.** Relação dos tratamentos do Ensaio II oriundos das combinações copas/porta-enxertos.

TRATAMENTO	COMBINAÇÃO	TRATAMENTO	COMBINAÇÃO
C1P1	‘Pera’ CNPMF D6 x Tangerina ‘Sunki Tropical’	C6P1	‘Pineapple’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’
C1P2	‘Pera’ CNPMF D6 x Limão ‘Cravo Santa Cruz’	C6P2	‘Pineapple’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’
C1P3	‘Pera’ CNPMF D6 x TSKC x (LCR x TR) - 059	C6P3	‘Pineapple’ x TSKC x (LCR x TR) - 059
C2P1	‘Salustiana’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’	C7P1	Laranja lima (Sukari) x Tangerina ‘Sunki Tropical’
C2P2	‘Salustiana’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’	C7P2	Laranja lima (Sukari) x Limão ‘Cravo Santa Cruz’
C2P3	‘Salustiana’ x TSKC x (LCR x TR) - 059	C7P3	Laranja Lima (Sukari) x TSKC x (LCR x TR) - 059
C3P1	‘Rubi’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’	C8P1	‘Westin’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’
C3P2	‘Rubi’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’	C8P2	‘Westin’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’
C3P3	‘Rubi’ x TSKC x (LCR x TR) - 059	C8P3	‘Westin’ x TSKC x (LCR x TR) - 059
C4P1	‘Valência Tuxpan’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’	C9P1	‘Cara Cara’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’
C4P2	‘Valência Tuxpan’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’	C9P2	‘Cara Cara’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’
C4P3	‘Valência Tuxpan’ x TSKC x (LCR x TR) - 059	C9P3	‘Cara Cara’ x TSKC x (LCR x TR) - 059
C5P1	‘Diva’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’	C10P1	‘Pera’ x Tangerina ‘Sunki Tropical’
C5P2	‘Diva’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’	C10P2	‘Pera’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’
C5P3	‘Diva’ x TSKC x (LCR x TR) - 059	C10P3	‘Pera’ x TSKC x (LCR x TR) - 059

## 2.3 Produção dos frutos

A avaliação da produção foi realizada no período de 2016, contudo iniciou-se a produção apenas em maio a agosto de cada ano de 2017 e 2018.

Os frutos foram pesados em balança de prato de 20 kg obtendo-se assim o total de frutos em kg por parcela, sendo o Ensaio II montado com quatro plantas por parcela.

A partir de então foi calculada a produção por planta dividindo-se a produção de cada parcela (kg) pelo número de plantas da parcela ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ).

A produção acumulada foi calculada pelo somatório da produção por planta em cada safra dos anos avaliados. Os dados de produção foram submetidos à análise de variância.

Calculou-se a produtividade acumulada convertendo-se a produção por planta ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ) em produtividade ( $\text{t.ha}^{-1}$ ) utilizando-se o fator de conversão 0,667.

### 2.3.1 Determinação do índice de produtividade

O Índice de produtividade é a relação entre a produção acumulada e a área da secção do tronco da planta, segundo Blumer (2005) e, de acordo com esta, é calculado pela fórmula:  $\text{IP} = \text{produção acumulada} / \text{área da secção do tronco}$ , sendo a área da secção do tronco igual a  $A = \pi R^2$ .

Para o cálculo da área da secção do tronco foram feitas medições 5 cm acima e 5 cm abaixo do ponto de enxertia utilizando-se fita métrica, para se obter a média do perímetro do troco e posterior obtenção de raio médio da secção do tronco. A estimativa do raio médio do tronco é calculada pela seguinte equação:  $R = P_m/2\pi$ , onde:

$R$  = raio médio da secção do tronco;  $P_m$  = perímetro médio do tronco medido 5 cm acima e 5 cm abaixo do porta-enxerto;  $\pi = 3,14$ . Os dados foram submetidos à análise de variância e correlacionados com os dados de produção.

### 2.3.2 Determinação da eficiência de produção

Foi calculada pela razão entre produção acumulada (em kg) e o volume de copa (em  $\text{m}^3$ ), que indica a eficiência da produção de frutos da planta em relação ao seu desenvolvimento vegetativo. De acordo com Blumer (2005), esta variável traduz a capacidade da planta em aproveitar a sua arquitetura. Os dados de eficiência produtiva foram submetidos à análise de variância e correlacionados com os dados de volume de copa.

## 2.4 Determinação da qualidade físico-química dos frutos

### 2.4.1 Peso dos frutos

Foi medido o peso da amostra de quinze frutos, bem como, da produção de cada parcela em balança de capacidade para 20 kg.

### 2.4.2 Porcentagem de suco

A porcentagem de suco foi obtida pela fórmula: %suco = (peso do suco / peso de quinze frutos) x 100 (PETRY et al., 2015).

### 2.4.3 Peso do suco

O peso do suco e o peso dos frutos foram medidos em balança de prato com capacidade de 20 kg, seguindo a metodologia aplicada por Petry et al. (2015).

### 2.4.4 Índice tecnológico

Para a produção de sucos concentrados, a matéria-prima foi quantificada pelo Índice tecnológico calculado pela expressão, segundo Chitarra e Chitarra (2005):

$$IT = (B \times S)/100; \text{ onde } B = \% \text{ de SST (}^\circ\text{Brix)} \text{ e } S = \% \text{ de suco.}$$

### 2.4.5 Análises químicas dos frutos

As análises químicas foram feitas medindo-se o pH, os sólidos solúveis totais, a acidez total titulável e o *Ratio*, conforme descrição a seguir:

#### d. Sólidos Solúveis Totais - SST

Os sólidos solúveis totais foram medidos em refratômetro ( $^\circ$ Brix), colocando-se uma gota de suco no espelho do refratômetro, conforme método aplicado por Tressler e Joslyn (1961).

#### e. Acidez Total Titulável - ATT

A Acidez Total Titulável foi determinada mediante titulação do suco de laranja com NaOH 0,1 N, expressa em % de ácido cítrico. Foi adicionado em um erlenmeyer 10 mL de suco diluído em 100 ml de água destilada e 2 gotas de fenolftaleína essa mistura foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N previamente padronizado com biftalato de potássio ( $C_8H_5O_4K$ ), até obter-se a coloração rósea. O volume gasto de NaOH 0,1N foi aplicado na fórmula:

$$\%ATT = [(N * Fc * Vg)/TE(ml)]*100$$

Onde: N = normalidade da solução; Fc = fator de correção de NaOH; Vg = volume gasto de NaOH 0,1 N; e TE = tomada de ensaio em ml.

Foram seguidas as Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (2008).

#### f. *Ratio* (SST/ATT)

O *Ratio* foi obtido por uma divisão simples entre as medidas de sólidos solúveis totais (em °Brix) e porcentagem de acidez.

## 2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com 30 tratamentos e 6 repetições, com 4 plantas por parcelas (Ensaio II).

Os dados levantados em campo, por meio da biometria das plantas, e os obtidos nas avaliações dos parâmetros físico-químicos, realizadas em laboratório, foram inseridos em planilhas construídas no programa Excel.

Os dados resultantes das avaliações biométricas das plantas e dos parâmetros físico-químicos dos frutos foram submetidos à análise de variância para posterior teste de comparação de médias Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), com o auxílio do software Assistat 7.0. Para efeitos da análise de variância os dados foram transformados utilizando-se raiz de x para todos dados que não seguiram a distribuição normal.

As variáveis de produção, biometria da planta e características de qualidade dos frutos foram submetidas à correlação de Spearman ( $P < 0,05$ ), com vistas a avaliar de forma quantitativa a relevância de um caráter sobre o outro. Nesse procedimento foi utilizado o software Past.

As variáveis eficiência produtiva, índice de produtividade, produção acumulada, volume de copa, altura da planta e as variáveis de qualidade dos frutos (SST, ATT, *Ratio*, Rendimento de Suco e IT) foram submetidas à análise multivariada para identificar grupos relativamente homogêneos de combinações copa/porta-enxertos. Para tanto, foi aplicado o método multivariado Análise de Componentes Principais (ACP) para avaliar a variabilidade e as relações entre as variáveis citadas.

As combinações copa/porta-enxerto foram agrupados pelo método de Análise Hierárquica de Grupos usando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade e o método de Ward para ligação. Esses procedimentos foram realizados no software Origin 2019b.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Ensaio II

O Ensaio II foi constituído pela avaliação de dez variedades copa sobre três porta-enxertos.

#### 3.1 Produção

O Ensaio II apresentou produção nos anos 2017 e 2018. Houve diferenças estatísticas durante os anos de 2017 e 2018 no Ensaio II na produção acumulada (Tabela 3).

**Tabela 3.** Significância estatística de produção e produção acumulada das combinações copas x porta-enxertos nos anos 2017-2018.

	Produção (kg.planta <sup>-1</sup> )		Produção Acumulada (kg.planta <sup>-1</sup> )	F		
	2017	2018		2017	2018	Produção Acumulada
QM Tratamento	5.124,416	174.648.673,862	175.189.396,020	223967,52 **	3558,1968 **	3569,1486 **
QM Bloco	0,00021	53.446,516	53.420,734	-	-	-
QM Resíduo	0,00023	49.083,478	49.084,366	-	-	-
CV (%)	1,15	5,95	5,93	-	-	-

\*\* Significativo a 1% de probabilidade ( $p \leq 0,01$ ) e ns - não significativo pelo teste F. QM = quadrado médio, CV = coeficiente de variância.

#### Ano 2017

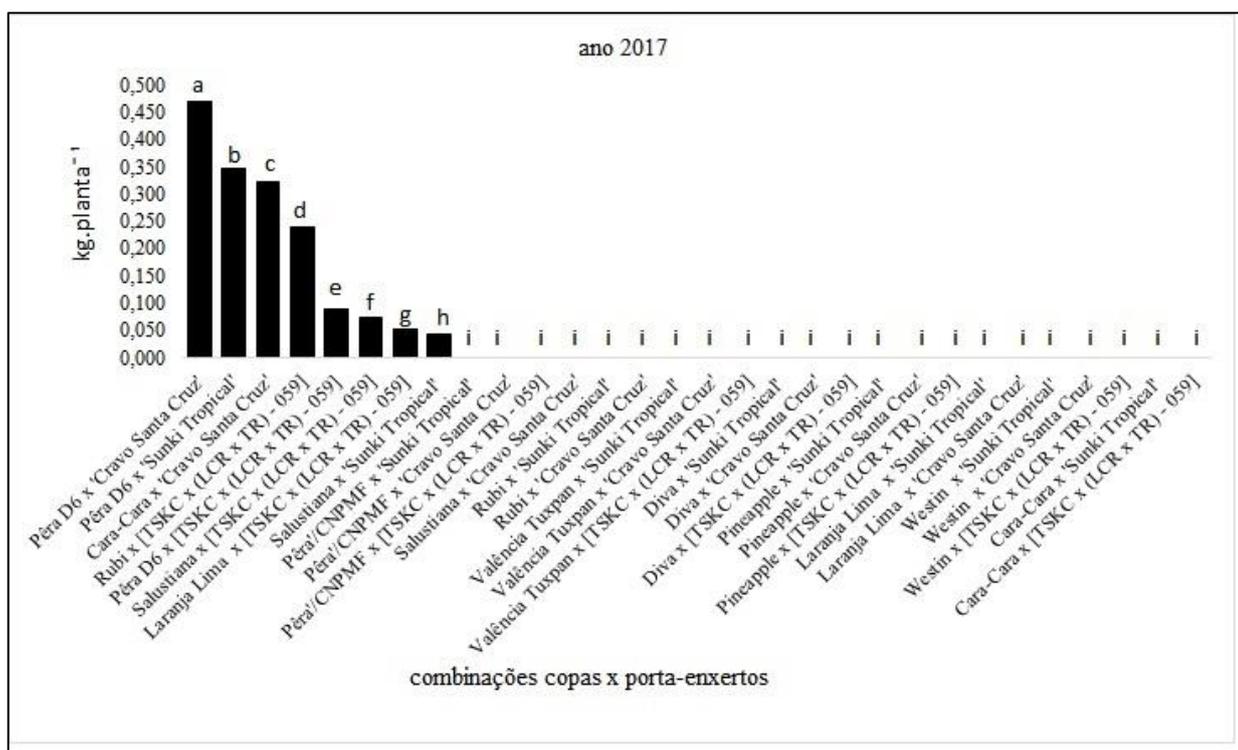
Em 2017 foi possível observar o potencial de produção das melhores combinações no Ensaio II. A laranjeira ‘Pera’ D6, em combinação com o porta-enxerto limão ‘Cravo Santa Cruz’, foi a melhor combinação para produção de frutos.

Entre as quatro melhores combinações, encontra-se ‘Cara Cara’ x limão ‘Cravo Santa Cruz’. Esta laranjeira produz uma laranja de polpa vermelha que possui um teor de antocianina na película dos gomos de suco. Em 2017, ‘Cara Cara’ enxertada em limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ obteve uma das maiores produções (Figura 3).

Pompeu Junior e Blumer (2014) constataram que os citrandarins e híbridos com a tangerina ‘Sunki’ induzem precocidade de produção. Contudo, a maior parte das combinações não produziu em 2016 e 2017, isso evidencia que não houve precocidade de produção para copas, pois trata-se de plantas com mais de quatro anos.

Rodrigues (2018), em cinco safras de 2013 a 2017, avaliou a laranjeira Pera enxertada em vários porta-enxertos obtendo-se produção bastante progressiva, cujas médias de produção variaram de 8 a 60 kg.planta<sup>-1</sup> nas safras estudadas.

Isso indica que as laranjeiras possuem um típico comportamento progressivo na produção, o que pode ser observado no ano de 2018 neste ensaio II.

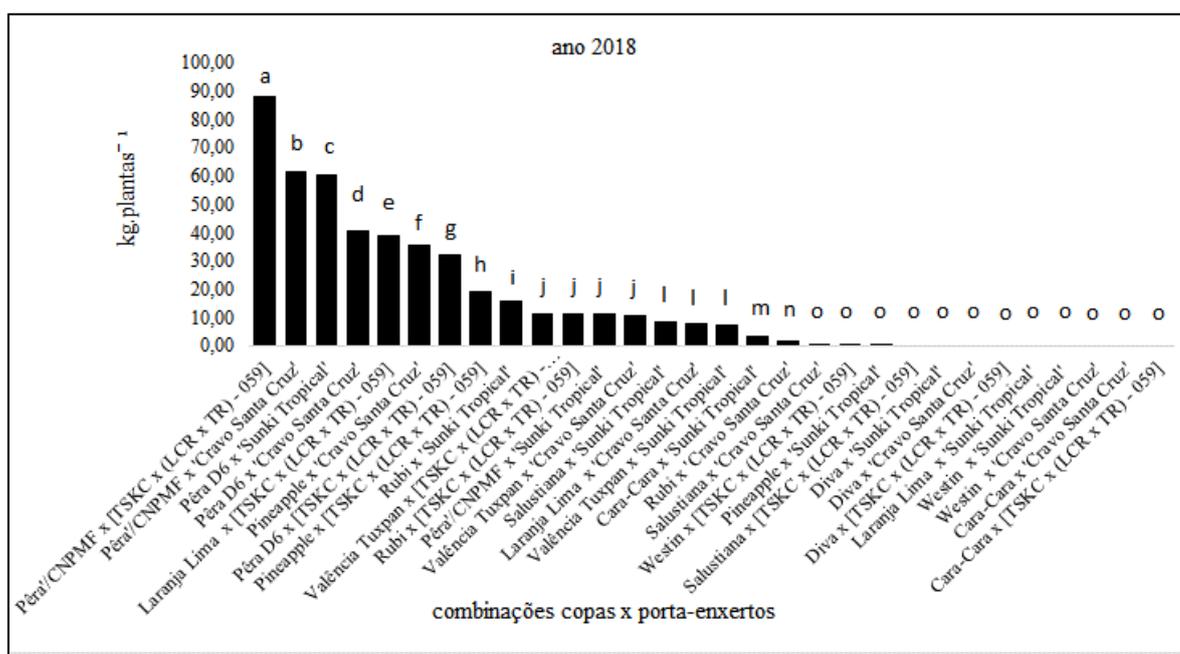


**Figura 3.** Produção de frutos de dez diferentes copas de laranjeiras sobre três diferentes porta-enxertos no Ensaio II na Região metropolitana de Manaus, AM, 2017.

### Ano 2018

Embora o coeficiente de variância em 2017 tenha sido menor que o observado em 2018, os dados desse ano mostram produções mais robustas. São dados mais precisos relativos à 'Pera'/CNPMF x [TSKC x (LCR x TR) - 059] e 'Pera'/CNPMF x 'Cravo Santa Cruz'. Pode-se dizer que no Ensaio II as plantas atingiram produções acima dos 60 kg.planta<sup>-1</sup> (Figura 4), é uma diferença discrepante em relação ao ano anterior, observa-se que as plantas começaram a produzir em 2017, mas, produziram melhor no ano de 2018.

Essa média também foi encontrada por Fadel et al. (2018), Cruz (2019) e Rodrigues (2018). Bowman, Mccollum e Albrecht (2016) testando 'Valência' nas condições da Flórida obteve resultados que mostram rendimento de frutos por planta variando de 48 a 53 frutos por árvore. Sampaio et al. (2016) testando laranja 'Pera' em vários porta-enxertos obteve resultados que mostraram rendimento de frutos por árvore variando de 21,82 a 65,28 kg.planta<sup>-1</sup>.



**Figura 4.** Produção de frutos de dez diferentes copas de laranjeiras sobre três diferentes porta-enxertos no Ensaio II na Região metropolitana de Manaus, AM, 2018.

França et al. (2016), também testando ‘Valência’ em vários porta-enxertos, obtiveram combinações com variedades de TSKC x (LCR x TR) produzindo 10,2 a 40,2 kg.planta<sup>-1</sup> em cinco anos. Observando os resultados deste autor, identifica-se que há progressão na produção de ano a ano, isso coincide com a avaliação do Ensaio II, onde há um aumento de produção de 2017 para 2018, o que corresponde também com os resultados de Rodrigues (2018). Isso evidencia que nos próximos anos essa produção tende a aumentar.

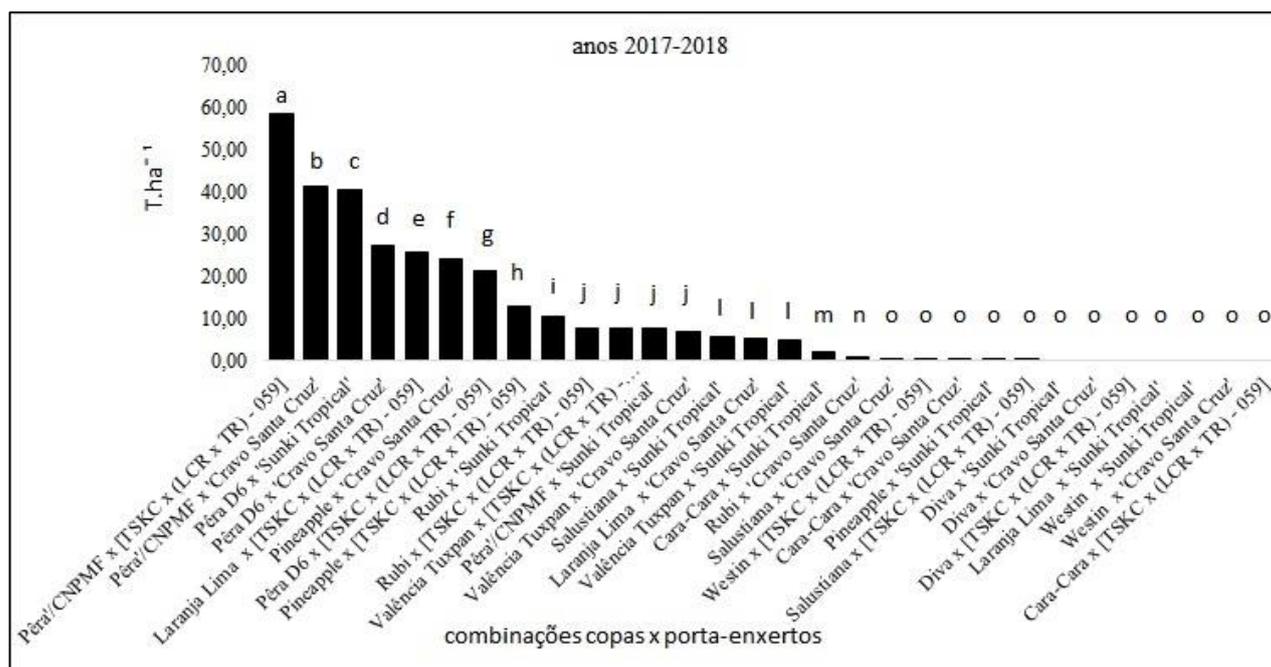
### 3.2 Produtividade acumulada

A produtividade acumulada mostra uma pequena resposta das combinações Salustiana x ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Westin’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059], ‘Cara Cara’ x Limão ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Pineapple’ x ‘Sunki Tropical’ e ‘Salustiana’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059] (Figura 5).

A produtividade acumulada foi mais influenciada pela produção de 2018, sendo apenas incrementada pela produção de 2017, uma vez que em 2018 a produção foi mais expressiva para todas as combinações. Portanto, infere-se que ‘Pera’/CNPMPF e ‘Pera’ D6 são as copas mais produtivas nos três porta-enxertos avaliados, seguidas de Laranja ‘Lima’, ‘Pineapple’, ‘Rubi’ e ‘Valência Tuxpan’.

As copas ‘Salustiana’ e ‘Cara Cara’, embora pouco produtivas nos anos avaliados, mostraram potencial de produção quando enxertadas em ‘Sunki Tropical’ na região metropolitana de Manaus, AM (Figura 5).

Cabe ressaltar que há a evidência de uma progressão na produção (Figuras 3 e 4), portanto é provável que essas copas sejam responsivas nos próximos anos.



**Figura 5.** Produtividade acumulada de frutos de dez diferentes copas de laranjeiras sobre três diferentes porta-enxertos na Região metropolitana de Manaus, AM, 2018.

As combinações 'Salustiana' x 'Cravo Santa Cruz'; 'Westin' x [TSKC x (LCR x TR) - 059], 'Cara Cara' x 'Cravo Santa Cruz', 'Pineapple' x 'Sunki Tropical', 'Salustiana' x [TSKC x (LCR x TR) - 059], 'Divina' x 'Sunki Tropical', 'Divina' x 'Cravo Santa Cruz', 'Divina' x [TSKC x (LCR x TR) - 059], Laranja 'Lima' x 'Sunki Tropical', 'Westin' x 'Sunki Tropical', 'Westin' x 'Cravo Santa Cruz', 'Cara Cara' x [TSKC x (LCR x TR) - 059] não produziram ou produziram muito pouco.

Observa-se que 'Westin' respondeu muito pouco em [TSKC x (LCR x TR) - 059] e não apresentou produção com outros porta-enxertos. A variedade Diva foi a única copa que não produziu com os porta-enxertos do estudo.

Rodrigues (2018) avaliou cinco safras de laranjeira 'Pera' e obteve produtividades acumuladas variando de 149 a 180 kg.planta<sup>-1</sup>, este autor confirma o bom desempenho da laranjeira 'Pera' enxertada em 'Indio' e Limoeiro 'Cravo Santa Cruz'.

Segundo Sampaio et al (2016), 'Sunki Maravilha' é um genótipo com bastante suscetibilidade à seca e aos fatores climáticos. Nesta pesquisa a 'Pera D6' apresentou terceira melhor produção enxertada em seu genótipo mais próximo, a tangerina 'Sunki Tropical'.

Cruz (2019) verificou valores significativamente maiores de produção e produtividade acumulada de laranjeira Pera enxertada em TSKC x (LCR x TR) - 059, TSKC x CTSW – 041 e ‘Sunki Tropical’.

Os autores supracitados mostram que a laranjeira ‘Pera’ possui boa performance de produção em vários porta-enxertos, porém, nossos resultados coincidem principalmente com as observações das literaturas onde os porta-enxertos ‘TSKC x (LCR x TR) - 059’, ‘Sunki Tropical’ e Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ estão presentes.

### 3.3 Índices de produção e variáveis biométricas

Os índices de produção foram calculados com base na produção acumulada e algumas variáveis biométricas das combinações copas x porta-enxertos. Todos os índices de produção foram significativamente diferentes em cada combinação. Já as variáveis biométricas não foram significativas no Ensaio II (Tabela 4). Os dados obtidos para eficiência produtiva, índice de produtividade e volume de copa foram transformados utilizando-se raiz quadrada.

**Tabela 4.** Significância estatística de Eficiência Produtiva, Índice de Produtividade, volume de copa e altura de combinações de dez copas e três porta-enxertos na região metropolitana de Manaus-AM.

	<b>Eficiência produtiva</b> (kg.m <sup>-3</sup> )	<b>Índice de produtividade</b> (kg.cm <sup>2</sup> )	<b>Volume de copa</b> (m <sup>3</sup> )	<b>Altura da planta</b> (m)
Teste de Fisher	106.8679 **	96.1892 **	1.0552 ns	1.1182 ns
CV (%)	17.51	24.92	24.76	14.67

\* Significativo a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ), \*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p \leq 0,01$ ) e ns - não significativo, pelo teste F.

As copas ‘Pera’/CNPMF enxertada em ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Pera’/CNPMF em [TSKC x (LCR x TR) - 059], ‘Pera’ D6 em ‘Sunki Tropical’, ‘Pera’ D6 em ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Pera’ D6 em [TSKC x (LCR x TR) - 059] obtiveram maior eficiência produtiva e produção acumulada em relação as demais combinações.

Observou-se que seus volumes de copa não influenciaram na eficiência produtiva, pois os volumes de copas foram estatisticamente iguais (Tabela 5). Mas, a produção acumulada variou influenciando mais na eficiência produtiva, do que o volume da copa nestas combinações.

A ‘Pera’ D6 teve maior eficiência produtiva que a ‘Pera’/CNPMF enxertada em ‘Sunki Tropical’. Isso mostra uma diferença entre as variedades de copas de

laranjeira ‘Pera’, uma vez que, essas copas apresentaram comportamentos diferentes no mesmo genótipo de porta-enxerto. Porém, a ‘Pera’/CNPMF destaca-se enxertada em [TSKC x (LCR x TR) - 059] (Tabela 5). Esse resultado é afirmado por Cruz (2019). Essa copa, portanto, tem a maior eficiência produtiva de todas as combinações testadas no ensaio II.

Portanto, as copas com maior eficiência produtiva foram ‘Pera’/CNPMF, ‘Pera’ D6, ‘Pineapple’, ‘Valencia Tuxpan’ e laranja ‘Lima’. Convém ressaltar que a eficiência produtiva é importante para pomares adensados, se considerado o porte baixo da planta e seu menor volume. Pois, com o adensamento dos pomares, pode ocorrer sobreposição de copas ou sombreamento entre as plantas, tornando a luz um fator limitante para combinações que têm suas copas cruzadas, segundo Carvalho (2005).

Portanto, quanto maior a eficiência produtiva, maior será a produção por m<sup>3</sup> de copa, sinalizando também menos competição pela sobreposição de copas ou por nutrientes do solo.

A copa ‘Pera’/CNPMF enxertada em ‘Sunki Tropical’, em comparação à ‘Pera’ D6, também enxertada em ‘Sunki Tropical’, apresentou menor eficiência produtiva, índice de produtividade e produção por planta (Tabela 5).

A combinação ‘Pera’/CNPMF x ‘Sunki Tropical’ apresentou potencial produtivo, por este motivo é uma combinação alternativa para incrementos de produção de frutos, assim como as combinações ‘Salustiana’ x ‘Sunki Tropical’, ‘Rubi’ x ‘Sunki Tropical’, ‘Rubi’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059], ‘Rubi’ x ‘Sunki Tropical’, ‘Rubi’ x ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Rubi’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059], ‘Valência Tuxpan’ x ‘Sunki Tropical’, ‘Valência Tuxpan’ x ‘Cravo Santa Cruz’ e ‘Valência Tuxpan’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059] (Tabela 5).

As combinações ‘Pineapple’ x ‘Cravo Santa Cruz’, ‘Pineapple’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059], Laranja ‘Lima’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059] também apresentaram altas produções, assim como bons índices de produtividade e eficiência produtiva.

Copas com índices de produção baixos foram ‘Cara Cara’ e ‘Westin’. A copa ‘Cara Cara’ obteve índices mais altos que a copa ‘Westin’ mostrando potencial de produção enxertada em ‘Sunki Tropical’. A copa ‘Diva’ não produziu, por isso não apresentou índices de produção.

Nenhuma das copas apresentaram efeitos ananizantes, uma vez que, são plantas com alturas variando entre 3 e 4 m (Tabela 5). Segundo Sanderson (2019) o porte das

variedades copas pode variar de ananiantes (1,8 m), semi-ananiantes (2,5 m) e semi-vigorosos (3,4 m  $\geq$ ).

**Tabela 5.** Produção acumulada, índices de produtividade e variáveis biométricas das combinações copa x porta-enxertos, no Ensaio II em Rio Preto da Eva/AM, 2016-2019.

COMBINAÇÃO	Eficiência produtiva (kg.m <sup>-3</sup> )	Índice de produtividade (kg.cm <sup>-2</sup> )	Produção acumulada (kg.planta <sup>-1</sup> )	Volume de copa (m <sup>3</sup> )	Altura (m)
'Pera'/CNPMF x 'Sunki Tropical'	1,88d	1,86 g	11,36 j	4,77 a	4,77 a
'Pera'/CNPMF x 'Cravo Santa Cruz'	3,06b	4,56 b	61,72 b	4,22 a	4,22 a
'Pera'/CNPMF x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	3,33 a	5,64 a	87,82 a	4,41 a	4,41 a
'Salustiana' x 'Sunki Tropical'	2,05d	1,69 g	8,69 l	3,58 a	3,58 a
'Salustiana' x 'Cravo Santa Cruz'	0,82f	0,33 i	0,43 o	4,83 a	4,83 a
'Salustiana' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	0,57f	0,15 i	0,07 o	4,14 a	4,14 a
'Rubi' x 'Sunki Tropical'	1,94d	2,25 g	15,58 i	5,20 a	5,20 a
'Rubi' x 'Cravo Santa Cruz'	1,05f	0,65 h	1,51 n	5,49 a	5,49 a
'Rubi' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	1,82e	2,09 g	11,62 j	5,09 a	5,09 a
'Valência Tuxpan' x 'Sunki Tropical'	1,75e	1,75 g	7,40 l	4,58 a	4,58 a
'Valência Tuxpan' x 'Cravo Santa Cruz'	1,90d	1,90 g	10,41 j	4,43 a	4,43 a
'Valência Tuxpan' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	2,03d	1,92 g	11,45 j	4,37 a	4,37 a
'Diva' x 'Sunki Tropical'	0,00g	0,00 i	0,00 o	3,68 a	3,68 a
'Diva' x 'Cravo Santa Cruz'	0,00g	0,00 i	0,00 o	4,98 a	4,98 a
'Diva' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	0,00g	0,00 i	0,00 o	4,22 a	4,22 a
'Pineapple' x 'Sunki Tropical'	0,79f	0,29 i	0,32 o	4,52 a	4,52 a
'Pineapple' x 'Cravo Santa Cruz'	2,47c	3,41 d	35,73 f	5,05 a	5,05 a
'Pineapple' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	2,23d	2,57 f	19,27 h	4,62 a	4,62 a
Laranja 'Lima' x 'Sunki Tropical'	0,00g	0,00 i	0,00 o	4,45 a	4,45 a
Laranja 'Lima' x 'Cravo Santa Cruz'	1,74e	1,60 g	7,84 l	4,68 a	4,68 a
Laranja 'Lima' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	2,65c	3,18 e	38,71 e	4,43 a	4,43 a
'Westin' x 'Sunki Tropical'	0,00g	0,00 i	0,00 o	3,69 a	3,69 a
'Westin' x 'Cravo Santa Cruz'	0,00g	0,00 i	0,00 o	4,49 a	4,49 a
'Westin' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	0,84f	0,34 i	0,35 o	4,21 a	4,21 a
'Cara Cara' x 'Sunki Tropical'	1,47e	0,95 h	3,13 m	4,17 a	4,17 a
'Cara Cara' x 'Cravo Santa Cruz'	0,80f	0,32 i	0,32 o	4,37 a	4,37 a
'Cara Cara' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	0,00g	0,00 i	0,00 o	4,01 a	4,01 a
'Pera' D6 x 'Sunki Tropical'	3,00b	4,46 b	60,50 c	4,40 a	4,40 a
'Pera' D6 x 'Cravo Santa Cruz'	2,72c	4,02 c	40,91 d	4,33 a	4,33 a
'Pera' D6 x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	2,52c	3,76 c	31,97 g	5,37 a	5,37 a
CV %	17,51	24,92	5,93	24,76	14,67

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott Knott (p <0,05).

### 3.4 Qualidade química dos frutos

Houve diferenças significativas em todas as variáveis de qualidade química das combinações de 10 copas e 3 porta-enxertos (Tabela 6).

**Tabela 6.** Níveis de significância estatística para Sólidos Solúveis Totais (SST); Acidez Total Titulável (ATT); Índice Tecnológico (IT); Porcentagem de Suco (%); *Ratio* no Ensaio II.

	SST (%)	ATT (%)	IT	SUCO (%)	RATIO
QM	2053.00593	58.27690	402.30987	50278.21008	29544.93580
tratamento					
QM bloco	10.77620	0.14649	2.12037	152.04163	29.49266
QM resíduo	48.52681	0.93244	25.06981	2985.43950	399.87044
Teste de Fisher	211.5332 **	312.4958 **	80.2379 **	84.2057 **	369.4314 **
CV%	12.78	15.50	24.80	22.98	20.70

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p \leq 0,01$ ) e ns - não significativo, pelo teste F. CV – Coeficiente de Variância.

A Tabela 7 mostra que a combinação Laranja ‘Lima’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059] promoveu frutos com a melhor qualidade em todas variáveis no Ensaio II. Segundo Siqueira e Salomão (2017) os frutos de laranjeira lima, possuem baixíssima acidez quando comparado a frutos de outras cultivares de laranjeiras, as laranjas sem acidez possuem teor variando de 0,05 a 0,1% de ácido cítrico. Isso se mostra nos resultados onde a acidez na combinação Laranja ‘Lima’ x [TSKC x (LCR x TR) -059] foi de 0,14% (Tabela 7).

A baixa acidez permite a colheita precoce dos frutos, assim que alcançam teores de suco adequados para consumo (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017). Isso assegura que a combinação Laranja ‘Lima’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059] se enquadra para consumo de mesa, o que confirma a ótima qualidade desta combinação em ambiente Amazônico. A laranjeira lima, por possuir baixa acidez (qualidade inerente a esta), não é recomendada para produção de suco, segundo Siqueira e Salomão (2017).

As copas ‘Pera’/CNPMF e ‘Pera’ D6 associadas ao limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ produziram a segunda melhor qualidade de frutos. Em geral as copas de laranjeira ‘Pera’ produziram frutos de qualidade superior às demais combinações, exceto Laranja ‘Lima’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059], que foi a melhor combinação.

Sampaio et al. (2016) mostram valores de sólidos solúveis para laranjeira ‘Pera’ enxertada em oito porta enxertos variando de 10,60 a 11,40 %. Amorim et al. (2018) encontraram valores de sólidos solúveis para laranja ‘Pera’/CNPMF em 10,9 °Brix nas condições da Bahia. Tarantino et al. (2018) afirmam que os sólidos solúveis

são uma das qualidades mais apreciadas que influenciam notavelmente no sabor da fruta. Os valores de sólidos solúveis para as copas ‘Pera’/CNPMF e Pera D6 nas condições do Amazonas variaram de 8,39 a 9,03 %.

Estes valores não atingiram os valores mínimos de qualidade para laranjas estipuladas pela CEAGESP (2011) e Instrução Normativa MAPA nº 37, de 1º de outubro de 2018. Contudo, são teores relativamente próximos aos valores encontrados pelos autores citados e são também os maiores valores obtidos no Ensaio II, com exceção da combinação Laranja ‘Lima’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059], que promoveu a melhor qualidade de frutos.

‘Rubi’ enxertada em [TSKC x (LCR x TR) - 059] produziu frutos de boa qualidade. Embora no Ensaio II sua qualidade tenha sido inferior à Laranja ‘Lima’, ‘Pera’/CNPMF e ‘Pera’ D6. Tarantino et al. (2018), avaliando efeitos de bioestimulantes vegetais na frutificação, no crescimento, no rendimento e na qualidade dos frutos da cultivar laranja ‘Rubi’, concluíram que os frutos desta copa apresentaram excelente qualidade. A excelente qualidade de frutos de ‘Rubi’ enxertada em [TSKC x (LCR x TR) - 059] também foi verificada nos resultados (Tabelas 7).

A laranjeira ‘Valência’ somente produziu boa qualidade de frutos enxertada em [TSKC x (LCR x TR) - 059] no Ensaio II. França et al. (2016) relatam valores de SST de ‘Valencia’ x [TSKC x (LCR x TR) - 001] e ‘Valencia’ x [TSKC x (LCR x TR) - 018] variando entre 10,9 a 10,4 °Brix; ATT variando entre 1,18 a 1,34%; rendimento de suco variando entre 40 a 42 %; *Ratio* variando entre 8,8 a 8,1 e IT com valores de 1,79 a 2,17. Esses valores corroboram os resultados deste estudo, sendo valores muito próximos de ‘Valencia’ x [TSKC x (LCR x TR) - 059] (Tabela 7).

A copa ‘Pineapple’ no Ensaio II apresentou bons resultados em combinação com o porta-enxerto ‘Cravo Santa Cruz’. Embora tenha apresentado bom rendimento de suco em [TSKC x (LCR x TR) - 059]. Carvalho et al. (2019), constataram que ‘Pineapple’ produziu frutos com valores de SST variando de 10,2 a 11,7°Brix e 51 a 55% de rendimento de suco. Porém, os resultados mostram essa copa produzindo frutos muito aquém dos valores do citado autor. O maior teor de sólidos solúveis de ‘Pineapple’ no Ensaio II está nesta copa associada a ‘Cravo Santa Cruz’ (Tabela 7).

As copas ‘Salustiana’, ‘Cara Cara’ e ‘Westin’ produziram frutos de baixa qualidade. O pior resultado da copa ‘Cara Cara’ foi em combinação com ‘Sunki Tropical’ (Tabela 8). Os melhores resultados de ‘Westin’ foram em combinação com [TSKC x (LCR x TR) - 059], embora com baixa qualidade de frutos. Dessas três copas com baixa qualidade de frutos, a ‘Salustiana’ foi a melhor. Segundo Bastos, Ferreira e

Passos (2014), esta copa produz frutos de tamanho médio a grande, sucoso, esférico e sem sementes, com maturação meia-estação. Possui boa aceitação, tanto para o mercado de fruta fresca, como para processamento, contudo estas qualidades não foram conferidas nesta pesquisa.

Para Bastos, Ferreira e Passos (2014), ‘Westin’ possui teor de suco e acidez média, maturação precoce a meia-estação (maio a julho), frutos de tamanho médio, arredondado, sucoso e com 0 a 6 sementes. Tem mostrado ser mais uma opção citricultura de mesa, tanto em áreas de altitude, como em outras áreas no Nordeste (SOBRINHO et al., 2013), contudo em ambiente amazônico não apresentou boa qualidade de frutos.

‘Cara Cara’ é uma laranjeira que produz frutas denominadas falsas sanguíneas, cuja coloração da polpa deve-se a presença de carotenoides, como o licopeno, presentes nas vesículas de suco (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017). No caso desta variedade, o clima quente favorece sua pigmentação. Para esta copa enxertada em TSKC x (LCR x TR) - 059] foi observado baixo teor de suco nos dois anos de coleta. Contudo, observou-se também uma progressão que culminou na média de 5% de rendimento de suco entre os dois anos de estudo (Tabela 7). Esse aumento foi concomitante a uma granulação menos incidente a cada ano, assim como um menor tamanho de fruto e menor espessura de casca (Apêndice).

Laranjeiras de polpa vermelha não são muito comuns no Brasil, mas para se ter ideia da potencialidade destas copas, Continella et al. (2018), verificando a qualidade e produção de frutos da copa ‘Tarocco’ em vários porta-enxertos, observaram médias de SST variando de 10,9 a 11,1 °Brix; rendimentos de suco variando de 45,8 a 51,6 %; *Ratio* variando de 10,5 a 12,6; e acidez variando de 8 a 9,7 g.l<sup>-1</sup>. É provável que plantas mais adaptadas às condições climáticas tropicais atinjam esses valores.

Não é possível inferir a respeito da qualidade de frutos da copa ‘Diva’, pois esta não produziu frutos no ensaio II.

**Tabela 7.** Médias Sólidos Solúveis Totais (SST); Acidez Total Titulável (ATT); Índice Tecnológico (IT); Porcentagem de Suco (%); Ratio das combinações copas x porta-enxertos no Município de Rio preto da Eva-AM nos anos de 2017, 2018 no Ensaio II.

Combinações	SST (%)	ATT(%)	RATIO	Porcentagem de Suco (%)	IT (kgSST.caixa40,8kg <sup>-1</sup> )
'Pera'/CNPMF x 'Sunki Tropical'	8,70 b	0,97 b	9,26 e	46,70 a	4,16 a
'Pera'/CNPMF x 'Cravo Santa Cruz'	9,39 a	0,99 b	10,18 e	46,16 a	4,49 a
'Pera'/CNPMF x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	8,39 c	0,95 b	9,59 e	34,66 c	2,92 c
'Salustiana x 'Sunki Tropical'	4,12 d	0,69 d	3,00 g	25,69 d	2,12 d
'Salustiana x 'Cravo Santa Cruz'	4,39 d	0,55 e	4,75 f	21,34 e	1,87 e
'Salustiana x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	0,75 g	0,08 g	0,74 h	3,47 g	0,31 g
'Rubi x 'Sunki Tropical'	4,53 d	0,35 f	6,54 f	19,16e	1,74 e
'Rubi' x 'Cravo Santa Cruz'	4,13 d	0,34 f	5,98 f	44,93 a	3,71 b
'Rubi' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	8,73 b	0,61 e	14,23c	32,89 c	2,89 c
'Valência Tuxpan' x 'Sunki Tropical'	3,55 e	0,31 f	5,80 f	23,61 d	1,68 e
'Valência Tuxpan' x 'Cravo Santa Cruz'	3,64 e	0,55 e	3,42 g	15,20 f	1,10 f
'Valência Tuxpan' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	9,28 a	0,95 b	9,90 e	30,60 c	2,83 c
'Diva' x 'Sunki Tropical'	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 g
'Diva' x 'Cravo Santa Cruz'	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 g
'Diva' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 g
'Pineapple' x 'Sunki Tropical'	3,50 e	0,38 f	4,72 f	5,80 g	0,40 g
'Pineapple' x 'Cravo Santa Cruz'	8,15 c	0,69 d	11,94d	17,96e	1,46 e
'Pineapple' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	4,93 d	0,43 f	7,37 e	13,44 f	1,12 f
Laranja 'Lima' x 'Sunki Tropical'	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 g
Laranja 'Lima' x 'Cravo Santa Cruz'	4,38 d	0,12 g	18,51 b	12,93 f	1,11 f
Laranja 'Lima' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	9,44 a	0,14 g	71,85 a	45,53 a	4,30 a
'Westin' x 'Sunki Tropical'	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 g
'Westin' x 'Cravo Santa Cruz'	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 h	0,00 g
'Westin' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	2,53 f	2,95 a	0,43 h	18,57 e	0,94 f
'Cara Cara' x 'Sunki Tropical'	0,65 g	0,08 g	0,67 h	1,36 h	0,11 g
'Cara Cara' x 'Cravo Santa Cruz'	3,61 e	0,36 f	5,00 f	4,90 g	0,35 g
'Cara Cara' x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	3,62 e	0,36 f	5,01 f	5,01 g	0,36 g
'Pera' D6 x 'Sunki Tropical'	7,65 c	1,03 b	8,65 e	47,20a	3,66 b
'Pera' D6 x 'Cravo Santa Cruz'	9,03 b	0,79 c	11,70 d	39,63 b	3,55 b
'Pera' D6 x [TSKC x (LCR x TR) - 059]	8,70 b	0,82 c	11,45 d	35,71 c	3,12 c
CV %	12,78	15,50	20,70	22,98	24,80

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott Knott (p <0,05).

### 3.5 Correlação entre a produção e as variáveis físico-químicas

Nas correlações entre as características relativas à produção de frutos e às variáveis físico-químicas verificou-se grande significância no Ensaio II.

Para Rodrigues (2011) a correlação é a técnica mais utilizada para medir o grau de associação linear entre a variável resposta e a variável exploratória.

Os dados de produção e qualidade de frutos foram submetidos à correlação de Spearman. Segundo Galarça et al. (2010) o conhecimento das correlações entre caracteres é muito importante, pois o melhorista tem condições de orientar a seleção de forma indireta para aqueles caracteres de interesse. Souza et al. (2014) afirmam que o estudo da correlação entre as características físicas e químicas dos frutos permite avaliar de forma quantitativa a relevância de um caráter sobre o outro, ou seja, o quanto estes fatores influenciam uns aos outros.

Bolboaca e Jäntschi (2006) definem a correlação de Spearman como uma medida não-paramétrica de correlação entre variáveis que avalia como uma função arbitrária poderia descrever a relação entre duas variáveis, sem fazer nenhuma suposição sobre a distribuição de frequência das variáveis.

Todas as correlações significativas verificadas no Ensaio II foram positivas. As variáveis que se mostraram significativamente correlacionadas foram: eficiência produtiva (EP) e índice de produtividade (IP); eficiência produtiva (EP) e produção acumulada (PA); eficiência produtiva (EP) e sólidos solúveis totais (SST); eficiência produtiva (EP) e acidez total titulável (ATT); eficiência produtiva (EP) e índice tecnológico (IT); eficiência produtiva (EP) e % de suco; eficiência produtiva (EP) e *Ratio*; índice de produtividade (IP) e produção acumulada (PA); índice de produtividade (IP) e sólidos solúveis totais (SST); índice de produtividade (IP) e acidez total titulável (ATT); índice de produtividade (IP) e índice tecnológico (IT); índice de produtividade (IP) e % de suco; índice de produtividade (IP) e *Ratio*; produção acumulada (PA) e sólidos solúveis totais (SST); produção acumulada (PA) e acidez total titulável (ATT); produção acumulada (PA) e índice tecnológico (IT); produção acumulada (PA) e % de suco; produção acumulada (PA) e *Ratio*; volume de copa (VC) e altura da planta (AP); volume de copa (VC) e *Ratio*; altura da planta (AP) e *Ratio*; sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT); sólidos solúveis totais (SST) e

índice tecnológico (IT); sólidos solúveis totais (SST) e % de suco; sólidos solúveis totais (SST) e *Ratio*; acidez total titulável (ATT) e índice tecnológico (IT); acidez total titulável (ATT) e % de suco; acidez total titulável (ATT) e *Ratio*; índice tecnológico (IT) e % de suco; índice tecnológico (IT) e *Ratio*; % de suco e *Ratio* (Tabela 8).

Todas as variáveis de produção estão fortemente correlacionadas à qualidade química dos frutos no ensaio II e os resultados da correlação entre SST e IT foi reforçada neste ensaio, isso coincide com a correlação feita por Fadel et al. (2018) entre estas variáveis químicas e de produção em ‘Valencia’ enxertada em vários porta-enxertos.

Estes resultados diferem dos verificados por Sharma et al. (2016) na correlação entre produção e qualidade dos frutos, mas para Carvalho et al. (2019) a correlação entre estas variáveis depende dos genótipos. Espera-se que grupos de porta-enxertos relativamente homogêneos, mas, que não necessariamente possuem os mesmos progenitores, induzam resultados diferentes conforme a variedade copa, pois a qualidade dos frutos é inerente à copa (SIQUEIRA e SALOMÃO, 2017).

Para Fadel et al. (2018) há correlação entre variáveis biométricas, produção e qualidade de frutos. Estes autores observaram correlação forte entre a produção e sólidos solúveis totais, o que corresponde aos resultados desta pesquisa.

Isso pode ser explicado pela grande quantidade de frutos produzidos e consequente alto rendimento de suco, que também está fortemente correlacionado ao teor de sólidos solúveis (Tabela 8), confirmando a alta qualidade de frutos das copas estudadas.

Da mesma forma foi observado uma forte correlação positiva entre eficiência produtiva e produção acumulada, também corroborada por Fadel et al. (2018). Estes autores também observaram correlação negativa entre a eficiência produtiva e o porte da copa ‘Valencia’ enxertada em vários porta-enxertos.

O teor de sólidos solúveis também está altamente correlacionado aos teores de nutrientes na planta e no solo sobretudo Mg e Zn (LU et al., 2019). É provável então que as plantas que responderam melhor a adubação de plantio no momento de seus desenvolvimentos, também sejam as que possuam maior cinética de absorção destes nutrientes, proporcionando, portanto, correlação forte

entre teor de sólidos solúveis, produção acumulada e rendimento de suco no ensaio II. Entretanto, a sustentação desta hipótese ainda demanda maiores estudos na área da fertilidade dos solos e nutrição das plantas cítricas no Amazonas.

**Tabela 8.** Coeficientes de correlação de Spearman das características de produção e qualidades físico-químicas dos frutos de combinações copa/porta-enxerto do Ensaio II, Rio Preto da Eva/AM, 2016-2019.

Variáveis	Índice de produtividade	Produção acumulada	Volume de copa	Altura da planta	Sólidos solúveis totais	Acidez total titulável	Índice tecnológico	Porcentagem de suco	Ratio
Eficiência produtiva	0,98784**	0,98648**	0,20797	0,20797	0,86504**	0,74804	0,83223**	0,82324**	0,78279**
Índice de produtividade		0,99595**	0,27872	0,27872	0,87493**	0,73298**	0,83043**	0,82054**	0,8156**
Produção acumulada			0,26931	0,26931	0,89246**	0,72219**	0,84482**	0,82819**	0,83043**
Volume de copa				1**	0,31759	0,09203	0,32518	0,28811	0,41452**
Altura da planta					0,31759	0,09203	0,32518	0,28811	0,41452**
Sólidos solúveis totais						0,72945**	0,91121**	0,8722**	0,92377**
Acidez total titulável							0,7308**	0,78058**	0,57697**
Índice tecnológico								0,987**	0,81031**
Porcentagem de suco									0,76233**

\*\* Significativo a 5 % pelo teste t.

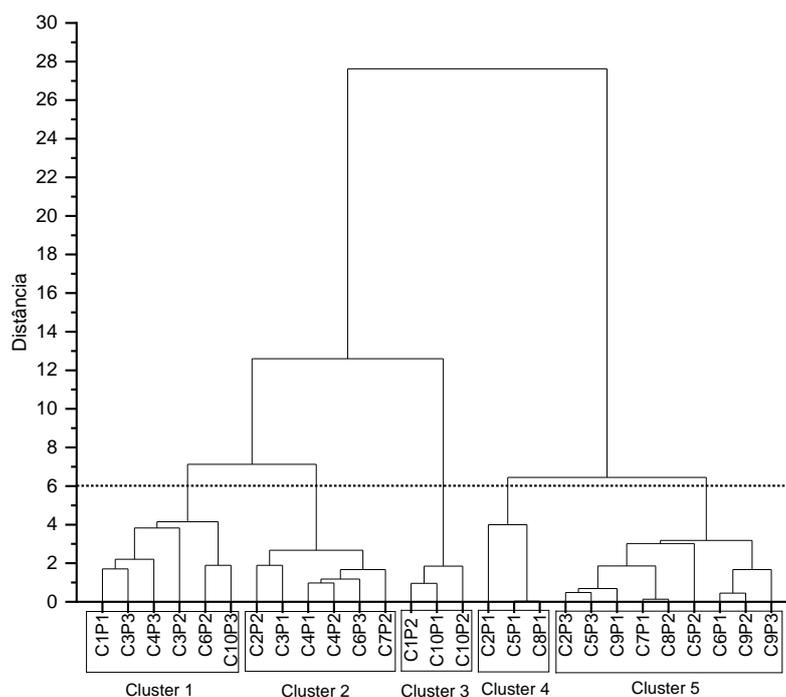
### 3.6 Análise Multivariada

Os dados obtidos no Ensaio II foram submetidos à análise multivariada, por meio da Análise Hierárquica de Agrupamentos ou *Cluster* (HCA) e Análise de Componentes Principais (PCA), pois convém dar ênfase no estudo da relação entre muitas variáveis.

Foi realizada a Análise Hierárquica de Agrupamentos (HCA) para discriminar de forma mais significativa as diferentes combinações de copa/porta-enxerto avaliadas. Para Goteli e Elison (2011) a distinção entre dados univariados e multivariados recai em grande parte sobre como os dados são organizados, e não como são coletados.

Na HCA dos dados do Ensaio II, realizada pelo método de Ward baseado na distância euclidiana, foram obtidos cinco grupos ou *clusters* de combinações copa/porta-enxertos avaliadas representados por meio de dendrograma (Figura 6).

As Figura 6 e 7 mostram dissimilaridade entre grupos de combinações copas x porta-enxertos. O limiar considerado para o truncamento entre clusters foi 6 de distância euclidiana com base na inspeção visual do dendrograma, que mostra a formação de cinco grupos diferentes de combinações. Cada grupo é formado por combinações de comportamentos parecidos.



**Figura 6.** Dendrograma de combinações copa/porta-enxertos de citros obtido pelo método de Ward baseado na distância euclidiana no Ensaio II.

É esperado que os grupos de copas sejam diferentes dependendo da variedade de laranja doce considerada. Observa-se que a laranjeira ‘Pera’/CNPMF e ‘Pera’ D6 possuem comportamentos bastante similares isso é observado no *cluster* 1 e 3 (Figura 6). Carvalho et al. (2019), testaram as copas ‘Pineapple’, ‘Sincora’ e ‘Valencia Tuxpan’ e observaram que estas copas possuem similaridade enxertada em Limoeiro Cravo. Observa-se que ‘Rubi’, ‘Valencia Tuxpan’ e ‘Pineapple’ possuem similaridade com as copas Pera/CNPMF e Pera D6 no grupo 1.

Segundo Goteli e Elison (2011) o tipo mais comum de análise de classificação é a análise de agrupamentos, por esta técnica é possível classificações de objetos similares, identificáveis e interpretáveis que podem ser distinguidos das classes vizinhas. Por isso realizou-se a análise multivariada de componentes principais, com fins de compreender quais as variáveis que melhor discriminaram as combinações copa/porta-enxertos avaliadas.

Cantuárias-Avilés et al. (2011), também testando o desempenho da laranjeira ‘Folha Murcha’, afirmam que através do dendograma obtido pela análise multivariada, é possível observar agregados de combinações de porta-enxertos com as variedades copas, muito provavelmente pela proximidade genética dos porta-enxertos.

No Ensaio II, os três primeiros componentes principais explicaram 92,81% da variabilidade total observada nos parâmetros físicos e químicos das combinações copa/porta-enxerto (Tabela 9 e Figura 7).

O primeiro componente (PC1) está relacionado às variáveis índice de produtividade (IP), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), *Ratio*, porcentagem de suco (% DE SUCO) e índice tecnológico (IT), equivalente a 66,81% da variabilidade total.

O componente PC2 é representado pelos parâmetros volume de copa (VC) e altura da planta (AP), o equivalente a 86,32% da variabilidade total dos dados.

O componente PC3 está relacionado às variáveis produção acumulada (PA) e eficiência produtiva (EP), o equivalente a 6,48% da variabilidade dos dados (Tabela 9 e Figura 7).

**Tabela 9.** Autovalores e proporção de variação associados aos eixos da PCA no Ensaio II.

<b>Nº do Componente Principal</b>	<b>Autovalor</b>	<b>Porcentagem de Variância (%)</b>	<b>Cumulativo (%)</b>
<b>1</b>	<b>6,68167</b>	<b>66,81668</b>	<b>66,81668</b>
<b>2</b>	<b>1,9509</b>	<b>19,50904</b>	<b>86,32572</b>
<b>3</b>	<b>0,64859</b>	<b>6,48589</b>	<b>92,81161</b>
4	0,46422	4,64218	97,45379
5	0,18126	1,81257	99,26636
6	0,04577	0,45768	99,72404
7	0,01855	0,18551	99,90955
8	0,00631	0,06308	99,97263
9	0,00274	0,02737	100
10	7,82E-33	7,82E-32	100

**Tabela 10.** Contribuição das variáveis avaliadas para cada componente principal (*factor loadings*) no Ensaio II.

<b>Variáveis</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>
Eficiência produtiva	0,33124	-0,2449	0,46319
Índice de produtividade	0,32494	-0,28602	0,43004
Produção acumulada	0,35804	-0,14371	0,31788
Volume de copa	0,16506	0,63182	0,21491
Altura da planta	0,16506	0,63182	0,21491
Sólidos solúveis totais	0,36623	0,01231	-0,25118
Acidez total titulável	0,34923	-0,12603	-0,31774
<i>Ratio</i>	0,30619	0,15058	-0,10979
Índice tecnológico	0,35454	0,01908	-0,33631
% de suco	0,35565	0,01005	-0,34336

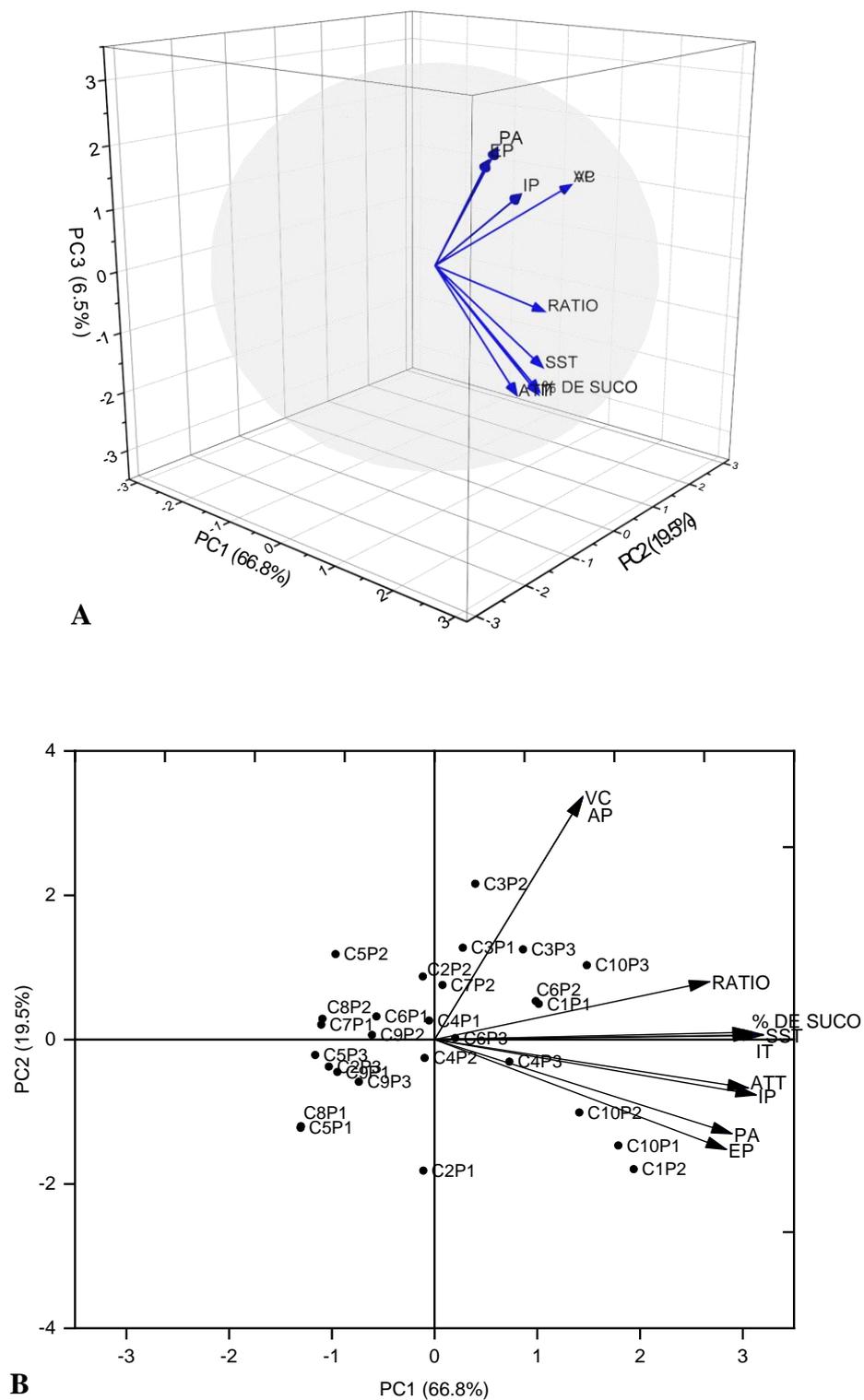


Figura 7. (A) Análise de componentes principais (PC1, PC2 e PC3) de variáveis físico-químicas de combinações copa/porta-enxerto de citros no Ensaio II, com elipse de confiança de 95%. (B) posição 2D de combinações copa/porta-enxerto de citros dada.

Na análise dos componentes principais (Figura 7), observa-se que as laranjeiras ‘Pera’/CNPMF e ‘Pera’ D6 enxertadas em ‘Sunki’ e Limão ‘Cravo’ possuem performances bastante parecidas se associando as variáveis de qualidade e produção dos frutos. Isso mostra que estas copas possuem alto desempenho na produção e qualidade dos frutos ao mesmo tempo.

Carvalho et al. (2019) afirmam que os porta-enxerto influenciam bastante nestas duas grandes variáveis (produção e qualidade de frutos), sobretudo com os porta-enxertos Limoeiro ‘Cravo’ e ‘Sunki Tropical’.

Fidalski et al. (2007), também afirmam que há diferenças entre os porta-enxertos Limoeiro ‘Cravo’ e ‘Sunki Tropical’ em combinação com a laranjeira ‘Folha Murcha’ no estado do Paraná, a dissimilaridade é mais evidente quando maior for a diferença entre manejos de solo.

Santos et al. (2019) também afirmam que há diferenças entre combinações de copas x porta-enxertos sobre diferentes regimes hídricos. Com isso, a análise dos componentes principais mostra que as variáveis que mais contribuíram para o componente principal 1 (Tabela 10) podem ser bons indicadores da produção e qualidade dos frutos, corroborando os resultados do teste de médias Scott Knott.

Para Legua et al. (2013), a análise de componentes principais permitiu agrupar os porta-enxertos com maior influência na performance da laranjeira de Umbigo ‘Lane Late’. Os autores concluem que esta variedade copa em combinação com o porta-enxerto híbrido de Trifoliata F&A 418 pode ser recomendado para produção industrial de suco. Isso reforça a importância dos híbridos de Trifoliata para a produção e qualidade de frutos.

#### 4. CONCLUSÃO

O Ensaio II mostra que ‘Pera’/CNPMF e ‘Pera’ D6 foram as copas mais produtivas e mais eficientes na produção de frutos em combinação com os porta-enxertos [TSKC x (LCR x TR) - 059] e ‘Cravo Santa Cruz’, além de induzirem ótima qualidade de frutos.

As copas ‘Valência Tuxpan’, ‘Rubi’ e ‘Pineapple’ apresentaram potencial produtivo, enquanto as copas ‘Westin’, ‘Salustiana’ e ‘Cara Cara’ não produziram em Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’.

A copa ‘Diva’ não produziu em nenhuma das combinações avaliadas e a copa ‘Cara Cara’ apresentou potencial produtivo enxertada em ‘Sunki Tropical’.

A copa Laranja ‘Lima’ em combinação com [TSKC x (LCR x TR) - 059] superou as qualidades de frutos de todas as demais copas estudadas, contudo com produção menor que a das copas ‘Pera’/CNPMF e ‘Pera’ D6.

Os melhores índices de qualidade de frutos foram obtidos quando as copas foram enxertadas sobre [TSKC x (LCR x TR) - 059] e Limão ‘Cravo Santa Cruz’.

As copas com a segunda melhor qualidade de frutos no Ensaio II foram ‘Rubi’ e ‘Valência Tuxpan’.

## 5. REFERÊNCIAS

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

BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuários**, v. 35, p. 36–45, 2014.

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

BOLBOACĂ, S.; JÄNTSCHI, L. Pearson versus Spearman, Kendall’s Tau Correlation Analysis on Structure-Activity Relationships of Biologic Active Compounds. **Leonardo Journal of Sciences**, v. 5, n. 9, p. 179-200, 2006.

BOWMAN, K. D.; MCCOLLUM, G.; ALBRECHT, U. Performance of ‘Valencia’ orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) on 17 rootstocks in a trial severely affected by Huanglongbing. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 355-361, 2016.

CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; STUCHI, E. S.; SILVA, S. R.; ESPINOZA-NUÑES, E. Horticultural performance of ‘Folha Murcha’ sweet orange onto twelve rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v.129, n.2, p.259-265, 2011.

CARVALHO, L.M.; CARVALHO, H.W.L.; BARROS, I.; MARTINS, C.R.; SOARES, W.S.F.; GIRARDI, E.A.; PASSOS, O.S. New scion-rootstock combinations for diversification of sweet orange orchards in tropical hardsetting soils. **Scientia Horticulturae**, v. 243, n. 3, 2018, p. 169-176, 2019.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: FAEPE, 2ª ed., 783p, 2005.

COMPANIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. 1: Normas de Classificação de Citros de Mesa. 1 ed. São Paulo: Ceagesp, 2011. 12 p.

CONTINELLA, A.; PANNITTERI, C.; MALFA, S.L.; LEGUA, P.; DISTEFANO,

G.; NICOLOSI, E.; GENTILE, A. Influence of different rootstocks on yield precocity and fruit quality of ‘Tarocco Scirè’ pigmented sweet orange. **Sci. Hortic.**, v. 230, p. 62-67, 2018.

CRUZ, E. S. Caracterização de porta-enxertos alternativos de citros sob diferentes regimes hídricos: relações hídricas, sistema radicular e influência sobre a produção e qualidade de frutos de laranja ‘Pera’ (*Citrus sinensis* L. Osb.). ILHÉUS: UESC, 2019.

FADEL, A. L.; STUCHI, E.S.; COUTO, H.T.Z.; RAMOS, Y.C.; MOURÃO FILHO, F.A.A. Trifoliolate hybrids as alternative rootstocks for ‘Valencia’ sweet orange under rainfed conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 235, n. 01, p. 397-406, 2018.

FAO. Commodity Balances - Crops Primary Equivalent. NATIONS, F. A. A. O. O. T. U. 2017. Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org). acessado em: 04/08/2017.

FIDALSKI, J.; SCAPIM, C. A.; STENZEL, N. M. C. Dissimilaridade de porta-enxertos da laranjeira “Folha Murcha” sob dois sistemas de manejo de cobertura permanente do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 2, p. 353–360, 2007.

FRANÇA, N.O.; AMORIM, M.S.; GIRARDI, E.A.; PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W.S. Performance of ‘Tuxpan Valencia’ sweet orange grafted onto 14 rootstocks in Northern Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 4, 2016.

GALARÇA, S. P.; LIMA, C. S. M.; SILVEIRA, G.; RUFATO, A. R. Correlação de Pearson e análise de trilha identificando variáveis para caracterizar porta-enxerto de *Pyrus communis* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 860-869, 2010.

GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **Princípios de estatística em ecologia**. Artmed Editora, 2016.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção agrícola 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas> Acessado em: 26/07/2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São

Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p., 2008.

LADO, J.; GAMBETTA, G.; ZACARIAS, L. Key determinants of citrus fruit quality: Metabolites and main changes during maturation. **Scientia Horticulturae**, v. 233, n. January, p. 238-248, 2018.

LU, Z.J.; YU, H.Z.; MI, L.F.; LIU, Y.X.; HUANG, Y.L.; XIE, Y.X.; LI, N.Y.; ZHON, B.L. The effects of inarching *Citrus reticulata* Blanco var. tangerine on the tree vigor, nutrient status and fruit quality of *Citrus sinensis* Osbeck 'Newhall' trees that have *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. as rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 256, 2019.

MARTEL, J. H. I.; FERRAUDO, A.S.; MÔRO, J.R.; PERECIN, D. Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) em Manaus (Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 115–118, 2005.

MINISTERIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 37**. 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acessado em 23/07/2019.

NASCIMENTO, L.M.; KLUGE, R.A.; AGUILA, J.S. **Colheita e Pós-Colheita de Citros**. RJ: 2014.

NEVES, C.G.; AMARAL, D.O.J.; PAULA, M.F.B.; NASCIMENTO, G.C.; PASSOS, O.S.; SANTOS, M.A.; OLLITRAULT, P.; GESTEIRA, A.S.; LURO, F.; MICHELI, F. Characterization of tropical mandarin collection: implications for breeding related to fruit quality. **Scientia Horticulturae**, v. 239, n. 2, 289-299, 2018.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. Anuário da Citricultura 2017. 1 Edição. São Paulo: CitrusBR, 2017.

NUNES, G.H.D.S.; SANTOS JÚNIOR, J.J.; ANDRADE, F.V.; BEZERRA NETO, F.; , ALMEIDA, A.H.B.; MEDEIROS, D.C. Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no no agropolo Mossoró-Assu. **Horticultura Brasileira**, p. 744-747, 2004.

ORIHUEL-IRANZO, S. The management o quality in the handling, packing and distribution of fresh fruits and vegetables with special reference to citrus. **Proc. Flo.**

**State Hort. Soc.**, v. 104, p. 219-224, 1991.

PETRY, H.B.; REIS, B.; SILVA, R.R.; GONZATTO, M.P.; SCHWARZ, S.F. Porta-enxertos influenciam o desempenho produtivo de laranjeiras-de-umbigo submetidas a poda drástica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 449-455, 2015.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para laranjeira ‘Pera’. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 1, n.1, 2014.

RODRIGUES, M.J.S. Desempenho de laranjeiras ‘Pera’ e ‘Valência’ sobre diferentes porta-enxertos, em Rio Branco, Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Rio Branco, 2018.

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 under rainfed conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, 2016.

SANDERSON, S. Thompson & Morgan (Org.). **Fruit Rootstock Guide: Why use grafted fruit trees?**. 2019. Disponível em: <<https://www.thompson-morgan.com/fruit-rootstock-guide>>. Acesso em: 03 set. 2019.

SANTOS, I.C.; ALMEIDA, A.A.F.; PIROVANIA, C.P.; COSTAA, M.G.C.; CONCEIÇÃO, A.S.; SOARES FILHO, W.S.; FILHO, M.A.C.; GESTEIRA, A.S. Physiological, biochemical and molecular responses to drought conditions in field-grown grafted and ungrafted citrus plants. *Environmental and Experimental Botany*, v. 162, p. 406-420, 2019.

SAU, S.; GHOSH, S.N.; SARKAR, S.; GANTAIT, S. Effect of rootstocks on growth, yield, quality, and leaf mineral composition of Nagpur mandarin (*Citrus reticulata* Blanco.), grown in red lateritic soil of West Bengal, India. **Scientia Horticulturae**, v. 237, n. 4, p. 142-147, 2018.

SECEX. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex/competencia.php>. Acessado em: 26/07/2017.

SHARMA, R. M.; DUBEY, A.K.; AWASTHI, O.P.; KAUR, C. Growth, yield,

fruit quality and leaf nutrient status of grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.): variation from rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 210, p. 41-48, 2016.

SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C. Citros: do Plantio à Colheita. UFV-MG, 278 p., 2017.

SOBRINHO, A.P.C.; MAGALHÃO, A.F.J.; SOUZA, A.S.; PASSOS, O.S.; FILHO, W.S.S. Cultura dos Citros. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013.

SOUZA, J. M. A.; ATAÍDE, E. M.; SILVA, M. D. S. Qualidade pós-colheita e correlação entre características físicas e químicas de frutos de mamoeiro comercializados em Serra Talhada - PE. **Magistra**, v. 26, n. 4, p. 554–560, 2014.

TARANTINO, A.; LOPS, F.; DISCIGLIO, G.; LOPRIORE, G. Effects of plant biostimulants on fruit set, growth, yield and fruit quality attributes of ‘Orange rubis®’ apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivar in two consecutive years. **Scientia Horticulturae**, v. 239, n. 5, p. 26-34, 2018.

TRESSLER, D.J.; JOSLYN, M.A. Fruits and Vegetable Juice Processing. AVI, Westport, 1961.

VIANA, E.S.; REIS, R.C.; CARDOSO, S. C.S.; NEVES, T.T.; JESUS, J.L. Avaliação físico-química e sensorial de frutos de genótipos melhorados de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 3, p. 297-303, 2015.

## 6. CONCLUSÕES GERAIS

A laranjeira ‘Pera’/CNPMF e ‘Pera’ D6 enxertadas em TSKC x (LCR x TR) - 059 foram as melhores combinações para a produção e qualidade de frutos nas condições da região metropolitana de Manaus.

Pode-se citar os porta-enxertos TSKC x (LCR x TR) - 059, ‘Indio’, ‘Riverside’ e ‘Sunki Tropical’ para combinações promissoras na região metropolitana de Manaus-AM. Estes porta-enxertos foram os que mais se adaptaram às condições locais, sendo os mais destacados na produção e qualidade de frutos.

As copas ‘Rubi’, Laranjeira ‘Lima’ e ‘Pineapple’ apresentaram excelentes qualidades de frutos em combinação com TSKC x (LCR x TR) - 059, com qualidade até superior aos frutos da copa ‘Pera’, porém, com produtividades inferiores a esta variedade.

As copas ‘Westin’, ‘Salustiana’ e ‘Cara Cara’ foram copas pouco produtivas e com qualidade baixa, ainda que nos melhores porta-enxertos.

A copa ‘Diva’ em combinação qualquer dos porta-enxertos no estudo não produziu nas condições da região metropolitana de Manaus, AM.

## APÊNDICES



Figura 1. Laranja 'Cara Cara', sintomas de granulação.



Figura 2. Pesagem e Amostragem.

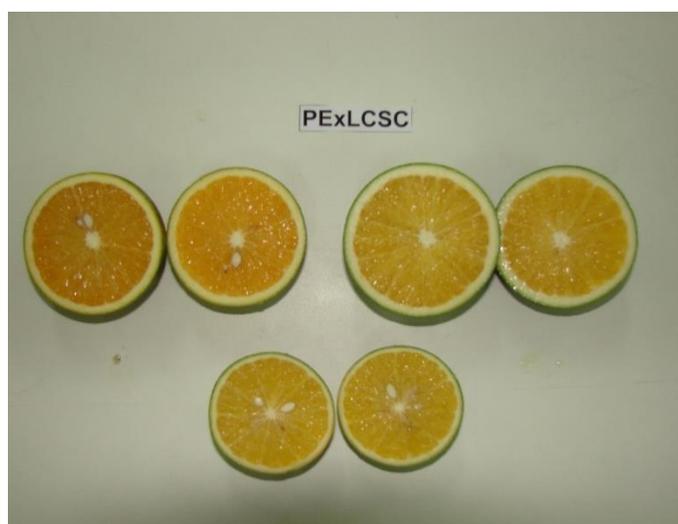


Figura 3. Laranja 'Pera', alta qualidade.



Figura 4. Laranja 'Pineapple', alta qualidade.

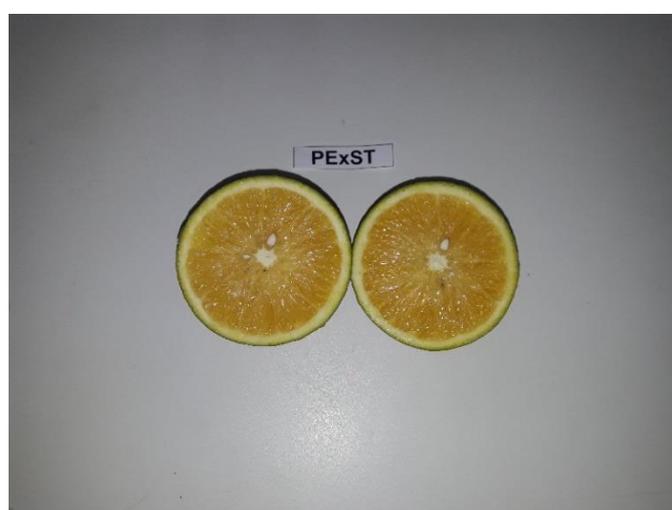


Figura 5. Laranja 'Pera' cultivada sobre 'Sunki Tropical'.