



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS**

**DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS PARA SELEÇÃO DE PORTA-
ENXERTOS DE CITROS EM DUAS REGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO
VISANDO À QUALIDADE DA FRUTA**

FERNANDA CRISTINA CARMELLO

**Araras
2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS**

**DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS PARA SELEÇÃO DE PORTA-
ENXERTOS DE CITROS EM DUAS REGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO
VISANDO À QUALIDADE DA FRUTA**

FERNANDA CRISTINA CARMELLO

ORIENTADORA: Prof.(a.) Dr.(a.) MARIÂNGELA CRISTOFANI-YALY

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Produção
Vegetal e Bioprocessos Associados
como requisito parcial à obtenção do
título de MESTRE EM PRODUÇÃO
VEGETAL E BIOPROCESSOS
ASSOCIADOS

**Araras
2021**

Carmello, Fernanda Cristina

Desenvolvimento de banco de dados para seleção de porta-enxertos de citros em duas regiões do estado de São Paulo visando a qualidade da fruta / Fernanda Cristina Carmello -- 2021.
40f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras
Orientador (a): Mariângela Cristofani-Yaly
Banca Examinadora: Mariângela Cristofani-Yaly, Marinês Bastianel, Graciela Sobierajski
Bibliografia

1. Melhoramento genético. 2. Qualidade da Fruta. 3. Banco de dados. I. Carmello, Fernanda Cristina. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias

Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Fernanda Cristina Carmello, realizada em 27/08/2021.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Mariângela Cristofani-Yaly (IAC)

Profa. Dra. Marinês Bastianel (IAC)

Profa. Dra. Graciela da Rocha Sobierajski (IAC)

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

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus!

Aos meus pais (Senhor Orivaldo Luiz Carmello e Senhora Maria Helena Ferreira Carmello), ao meu irmão André Juliano Carmello e ao meu noivo Rodolfo Vechin de Macedo por me acompanharem neste caminho de aprendizado.

A minha orientadora Prof.(a.) Dr.(a.) MARIÂNGELA CRISTOFANI-YALY, por ter acreditado em mim e pela sua incrível paciência ao longo do mestrado.

A Thais Laura Caliman, aluna do curso de bacharelado em Ciências da Computação da UNESP – Rio Claro que me auxiliou no desenvolvimento do banco de dados.

Ao Centro de Citricultura “Sylvio Moreira” /IAC, aos pós-doutorandos, graduandos e funcionários que ali trabalham e que também contribuíram para a realização desse trabalho.

A Profa. Dra. Sandra Regina Ceccato Antonini, por ser uma pessoa acima de tudo “humana” e incrível nos momentos mais difíceis neste trajeto.

A empresa a qual trabalho DPA - Dairy Partners Américas Brasil Ltda, ao gerente da qualidade Sr. Leandro Fernandes e ao meu coordenador Sr. Ernani de Carvalho por flexibilizarem meus horários e acreditarem que daria certo.

A Dra. Graciela da Rocha Sobierajski pela construção e validações dos gráficos deste trabalho.

Ao programa de pós-graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados – UFSCar, Araras, SP, pelos ensinamentos de alta qualidade e seriedade. Principalmente no último ano do curso pela fase difícil que estamos vivendo devido à pandemia. Digamos que foi desafiador esse momento de adaptação.

E a todos que aqui não citei, mas que sabem que contribuíram diretamente ou indiretamente para a execução desse trabalho.

Em todo sonho de uma vida o que carrego comigo é que: “As pessoas que vencem neste mundo são as que procuram as circunstâncias de que precisam e, quando não as encontram, as criam.” (George Bernard Shaw)

Muito obrigada de coração!

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1 INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVOS	04
2.1 Objetivo geral.....	04
2.2 Objetivos específicos.....	04
3 REVISÃO DA LITERATURA	05
3.1 Qualidade físico-química de frutos.....	05
3.1.1 Condições edafoclimáticas para o cultivo de citros.....	07
3.1.2 Influência do porta-enxerto na qualidade da fruta cítrica.....	09
3.2 Desenvolvimento de banco de dados.....	11
4 MATERIAIS E MÉTODOS	13
4.1 Análises físico-químicas.....	14
4.2 Desenvolvimento de banco de dados em Delphi – FPROJECT.....	15
4.3 Análises Estatísticas.....	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6 CONCLUSÕES	31
7 LITERATURA CITADA	32
APÊNDICE	37

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Análise de variância (ANOVA) para as características: Massa, Altura, Largura, A/L, Rendimento de suco, Acidez total titulável (AT), Sólidos solúveis totais (SS), Ratio e Índice Tecnológico (IT).....	28
Tabela 2. Desdobramentos da ANOVA: médias dos genótipos. Em destaque, os materiais “vencedores” em cada local, para as características: Massa, Altura, Largura, A/L, Rendimento de suco, Acidez total titulável (AT), Sólidos solúveis totais (SS), Ratio e Índice Tecnológico (IT).....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Plantas de laranja Pera enxertadas nos porta-enxertos: citrandarins 18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299 e Sunki x Benecke (IAC 1697 - SB) e citrumelos W2 e Swingle (CS).....	14
Figura 2. Página de abertura do banco de dados e software FPROJECT	18
Figura 3. Página que mostra como são inseridos os dados de cada porta-enxerto individualmente.....	19
Figura 4. Quadro resumo dos dados inseridos no Programa FPROJECT.....	19
Figura 5. Valores médios de: Massa (g), altura (cm), largura (cm) e rendimento de suco (%) em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento entre <i>C. sunki</i> x <i>P. trifoliata</i> cv. Rubidoux (18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x <i>P. trifoliata</i> cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [<i>C. paradisi</i> Macfad. x <i>P. trifoliata</i> (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019.....	23
Figura 6. Valores de médios: Acidez (g/100 mL), Sólidos Solúveis Totais - SST (°BRIX), Ratio e IT (kg de SST/caixa) em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento entre <i>C. sunki</i> x <i>P. trifoliata</i> cv. Rubidoux (18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x <i>P. trifoliata</i> cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [<i>C. paradisi</i> Macfad. x <i>P. trifoliata</i> (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019.....	24
Figura 7. Temperaturas máxima, mínima e precipitação durante período de maturação de laranja Pera em experimento realizado em Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central –SP)	25
Figura 8. Gráfico de dispersão dos valores médios de: Massa (g), altura (cm), largura (cm) e rendimento de suco (%) em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento	

entre *C. sunki* x *P. trifoliata* cv. Rubidoux (18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x *P. trifoliata* cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata* (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019.....

26

Figura 9. Gráfico de dispersão dos valores médios de: Acidez (g/100 mL), Sólidos Solúveis Totais – SST (°BRIX), Ratio e IT (kg de SST/caixa) em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento entre *C. sunki* x *P. trifoliata* cv. Rubidoux (18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x *Poncirus trifoliata* cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata* (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019.....

27

Figura 10. Gráficos GGEbiplot para: (A) Massa (g), (B) rendimento de suco (%), (C) Acidez, (D) Ratio e (E) IT em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento entre *C. sunki* x *P. trifoliata* cv. Rubidoux (18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x *P. trifoliata* cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata* (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019. Identificação dos genótipos: 1 – 18; 2 – 26; 3 – 47; 4 – 68; 5 – 70; 6 – 73; 7 – 110; 8 – 124; 9 – 128; 10 – 137; 11 – 139; 12 – 148; 13 – 150; 14 – 151; 15 – 152; 16 – 248; 17 – 299; 18 – SB; 19 – CS; 20 – W2.....

29

DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS PARA SELEÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS EM DUAS REGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO VISANDO À QUALIDADE DA FRUTA

Autora: FERNANDA CRISTINA CARMELLO

Orientadora: Profa. Dra. MARIÂNGELA CRISTOFANI-YALY

RESUMO

No Estado de São Paulo, a citricultura expandiu-se para áreas que compreendem o cinturão citrícola, dividido em cinco setores que, por sua vez, são subdivididos em 12 regiões. Esta divisão levou em consideração as características de solo, clima e os aspectos históricos ligados ao desenvolvimento da citricultura. Portanto, há diferenças edafoclimáticas entre as regiões, que influenciam na qualidade da fruta. Os porta-enxertos e sua interação com a variedade copa também exercem importante influência sobre a qualidade da fruta. Esse trabalho buscou identificar, dentre as novas variedades de copa/porta enxertos desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento de Citros (PMC) do Centro de Citricultura Sylvio Moreira, do Instituto Agrônomo (IAC) aquelas que melhor atendem às necessidades dos produtores de citros. No intuito de otimizar os programas de melhoramento, objetivou-se o desenvolvimento de um banco de dados e um software que utilizem dados de análises de qualidade dos frutos, como tamanho, teor de sólidos solúveis, rendimento de suco e rendimento industrial observando a variabilidade e permitindo a seleção das melhores combinações de copas e porta-enxertos. Assim, foi avaliada a influência de 20 porta-enxertos sobre as características físico-químicas de laranjas Pera, enxertadas como cultivar-copa, nas regiões de Barretos (região norte do SP) e Gavião Peixoto (região central de SP). As variáveis estudadas foram: sólidos solúveis totais (SST), pH e acidez total titulável (ATT), rendimento de suco e índice tecnológico em dados acumulados de 2018 e 2019. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com 20 tratamentos (porta-enxertos). Os resultados permitiram concluir que há diferenças estatisticamente significativas entre locais, genótipos e há interação entre genótipos e ambientes. Desta forma, há genótipos que são mais adequados e mais estáveis geneticamente para cada uma das regiões. Através dos resultados do Índice tecnológico (IT) ou rendimento industrial, o genótipo de porta-enxerto ideal para Gavião Peixoto foi o citrandarin 26 e para Barretos, o citrandarin 47. O banco de dados auxiliou na organização e visualização dos resultados da avaliação da qualidade dos frutos.

DEVELOPMENT OF A DATABASE FOR SELECTION OF CITRUS ROOTSTOCKS IN TWO REGIONS OF THE STATE OF SÃO PAULO AIMING FOR FRUIT QUALITY

Author: FERNANDA CRISTINA CARMELLO

Adviser: Profa. Dra. MARIÂNGELA CRISTOFANI-YALY

ABSTRACT

In the state of São Paulo, citrus growing has expanded throughout the state in areas that comprise the citrus belt, divided into five sectors which, in turn, are subdivided into 12 regions. This division took into account the characteristics of soil, climate and historical aspects related to the development of citrus production. Therefore, there are edaphoclimatic differences that influence the quality of the fruit. The rootstocks and their interaction with the scion variety also have an important influence on the quality of the fruit. This work sought to identify, among new varieties of canopy/rootstocks from Citrus breeding program of Sylvio Moreira Citriculture Center of Agronomic Institute (IAC), those that best meet the needs of citrus growers. In order to optimize the breeding programs, the objective was the development of a database and a software that use data of quality analyzes of the fruits, such as size, soluble solids content, juice and industrial yield, observing the variability and allowing the selection of best combinations of scions and rootstocks. The influence of 20 rootstocks on the physicochemical characteristics of Pera sweet orange trees, grafted as a scion cultivar, cultivated in the regions of Barretos (northern region of SP) and Gavião Peixoto (central region of SP) was evaluated. The variables studied were: total soluble solids (TSS), pH and total titratable acidity (TTA), juice yield and technological index in data accumulated in 2018 and 2019. The design used was a randomized block design, with 20 treatments (rootstocks). The results allowed us to conclude that there are statistically significant differences between locations, genotypes and there is an interaction between genotypes and environments. Thus, there are genotypes that are more suitable and more genetically stable for each of the regions. With the results of the technological index (IT) or industrial performance, the ideal genotype for Gavião Peixoto was citrandarin 26 and for Barretos, citrandarin 47. The database helped in the organization and visualization of the results of the evaluation of the quality of the fruits.

1 INTRODUÇÃO

A estimativa da safra de laranja 2020/21 do cinturão citrícola de São Paulo - maior produtor do mundo de laranja - e Triângulo/Sudoeste Mineiro indica produção de 269,36 milhões de caixas de 40,8 kg (FUNDECITRUS, 2020). O cinturão citrícola é dividido em cinco setores, considerando as características de solo, clima e os aspectos históricos ligados ao desenvolvimento da citricultura: norte, noroeste, centro, sul e sudoeste, com respectivamente 22%, 11%, 29%, 20% e 18% da área total de citros no estado (CIIAGRO, 2018). O cinturão citrícola paulista é responsável por 73% da produção nacional de laranja.

A área de pomares de laranja, incluindo todas as variedades, é de 407.776 hectares, 0,26% menor em comparação com o inventário 2019. Desse total, 395.671 hectares, que equivalem a 97%, estão plantados com as variedades Hamlin, Westin, Rubi, Valência Americana, Seleta, Pineapple, Pera Rio, Valência, Valência Folha Murcha e Natal. A área dos pomares implementados em 2019 mostra que a Pera Rio ocupa 46% desses plantios; Valência, 19%; Natal, 11%; Hamlin, 9%; Valência Americana, 7%; Valência Folha Murcha, 5%; enquanto que a Westin, Rubi, Pineapple e Seleta têm juntas cerca de 3%. Na média dos últimos dez anos a participação da Pera Rio nos novos plantios é da ordem de 45%. Essa expressiva participação deve-

se à dupla aptidão dessa variedade, com características que atendem tanto a demanda do mercado *in natura*, quanto ao processamento industrial, especialmente na produção de suco integral (NFC) (FUNDECITRUS, 2020). A produção de laranja Pera estimada na safra 2020/21 equivale a um total de 87 milhões de caixas (40,8 kg cada), segundo o diário do comércio.

Embora a citricultura seja um importante segmento do agronegócio, ela se limita por fatores agronômicos (novas tecnologias), ambientais (mudanças climáticas) e econômicos (mercado internacional de suco e mercado interno de fruta fresca). Neste contexto, os desafios ao melhoramento de citros persistem, apesar de todo avanço em produção no Brasil e no mundo. Na verdade, eles se agravaram à medida que a citricultura se expandiu apoiada em baixíssima variabilidade genética. A necessidade de ampliação das bases genéticas atuais dos citros, assim como a potencialização do material existente, ressalta a importância dos programas de melhoramento apoiados em ferramentas de biotecnologia.

Os citros são propagados pela enxertia da cultivar copa em cultivares de porta-enxertos, selecionados por seu desempenho em diferentes condições edafoclimáticas e/ou por sua tolerância a doenças. Na citricultura, os porta-enxertos são utilizados por propiciar boas características agronômicas às variedades-copa. Pompeu Júnior (2005) destaca que o uso de porta-enxertos induz à copa alterações no seu desenvolvimento vegetativo, precocidade de produção, época de maturação e peso dos frutos, permanência dos frutos na planta, capacidade de absorção, síntese e utilização de nutrientes, tolerância à salinidade, resistência à seca e ao frio, resistência ou tolerância a pragas e doenças. Portanto, a escolha do porta-enxerto é uma das decisões mais importantes que um produtor toma ao estabelecer pomares comerciais de citros.

Apesar da importância econômica dos citros para o Brasil e da grande diversidade e variedade de espécies de citros, a produção comercial de porta-enxertos é restrita a um pequeno número de variedades. Segundo Conceição et al. (2019), citando dados não publicados da Coordenação de Defesa Agrícola, o limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) e citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] representaram, respectivamente, 34,3% e 45% dos porta-enxertos utilizados para a produção de mudas de citros no Estado de São Paulo em 2017.

O Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC vem realizando desde 1990, um amplo programa de melhoramento genético de porta-enxertos de citros via cruzamentos dirigidos. Populações de híbridos obtidas a partir de cruzamentos entre diversas variedades de citros, selecionadas por marcadores moleculares, foram estabelecidas em várias regiões do Estado de São Paulo, constituindo-se em uma rede experimental de novos genótipos. Dentre estes novos híbridos, os citrandarins, híbridos de *C. sunki* x *P. trifoliata* cv Rubidoux, foram selecionados por apresentarem boa produtividade e alguns apresentaram tolerância à seca comparável ao do limão Cravo (SCHINOR et al., 2013). Estes citrandarins são uma nova geração de porta-enxertos e apresentam uma série de vantagens como: tolerância à morte súbita dos citros (MSC); imunidade ao vírus da tristeza dos citros, resistência aos nematóides dos citros; tolerância à gomose de *Phytophthora* sp. e às baixas temperaturas; além de capacidade de induzir a formação de plantas compactas, produtivas e frutos com alta qualidade (SCHINOR et al., 2013).

No intuito de colaborar com os programas de melhoramento, este trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de um banco de dados e um programa computacional que utilizem dados de análises físico-químicas dos frutos (tamanho, teor de sólidos solúveis, rendimento de suco e rendimento industrial), cujos resultados possam auxiliar a seleção das melhores combinações de copas e porta-enxertos por região cultivada.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho foi o desenvolvimento de um programa computacional que possibilite a visualização dos resultados em forma de gráficos.

Os gráficos serão gerados através dos resultados obtidos das análises físico-químicas dos frutos.

2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar as características físico-químicas dos frutos de laranja Pera enxertada em diferentes porta-enxertos, sendo 18 citrandarins e duas variedades padrão (citrumelos W2 e Swingle), nas regiões de Gavião Peixoto e Barretos (SP);
- b) Estabelecer um banco de dados para armazenamento dos resultados das análises físico-químicas da qualidade da fruta e um programa computacional do qual será obtido um relatório de resultados para auxiliar ao Programa de Melhoramento e ao Produtor.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Qualidade físico-química de frutos

Novas variedades de citros devem apresentar boas qualidades organolépticas e pomológicas. Dentre as características organolépticas existentes as mais comumente avaliadas são sabor, aroma, sólidos solúveis totais (SST) avaliados em °Brix, adequada relação entre SST e acidez total titulável (ATT) denominada ratio.

Dentre as qualidades pomológicas podemos citar a resistência ao transporte, boa conservação, tamanho apropriado, coloração e espessura de casca adequada, baixo número de sementes, boa aparência externa de frutos, entre outras (PIO et al., 2005; CAPUTO et al., 2012; BASTIANEL et al., 2014).

Algumas variedades e espécies de citros apresentam amargor no suco causado pela limonina, composto gerado a partir do ácido limônico ou da monolactona de limonina, presentes nas sementes e membranas dos frutos (SANDHU; MINHAS; SIDHU, 2006). Um exemplo de variedade susceptível ao amargor são algumas laranjas do grupo das Bahias. Assim, variedades que não apresentam estas características são mais aptas para a produção de sucos.

Ao contrário dos frutos climatéricos, como a banana, a maçã e o abacate, os quais podem completar a maturação durante o armazenamento ou transporte, os

frutos cítricos devem ser colhidos quando estiverem fisiologicamente desenvolvidos e maduros. A maturação caracteriza-se pelo aumento gradual de suco, decréscimo de teor de acidez, aumento dos sólidos solúveis e desenvolvimento da cor, aroma e sabor.

Existem algumas características que indicam o estado de maturação dos frutos (MATTOS JR et al., 2014; ALVES; MELO, 2021), a saber:

1. Coloração da casca: normalmente as plantas sob clima mais ameno apresentam frutas com coloração da casca mais intensa do que aquelas conduzidas sob clima quente. Na colheita, é aconselhável que as laranjas apresentem pelo menos 50% da superfície da casca corada. Os limões e limas ácidas devem apresentar cascas lisas e brilhantes. E as tangerinas devem ter no mínimo 5% da superfície corada, com exceção da tangerina Murcott e Dancy, que exigem maior percentagem de coloração.
2. Número de dias desde plena floração até a maturação: variável em função dos fatores climáticos, do manejo e das cultivares. Para as laranjas varia de sete a oito meses nas cultivares precoces e de 11 a 12 meses nas tardias.
3. Percentual de suco: calculado em relação ao peso total das frutas amostradas. É desejável teor de suco superior a 40% para as laranjas, 30% para os limões e limas ácidas e 35% para as tangerinas.
4. Sólidos solúveis totais: melhor método de medir o estado de maturação dos frutos. Com o amadurecimento há um decréscimo gradativo de ácidos e um acréscimo de açúcares. Os açúcares, ou sólidos solúveis, são determinados em refratômetros e os resultados expressos em graus brix. A acidez é obtida pela titulação da amostra de suco com hidróxido de sódio 0,1 N.
5. A relação sólidos solúveis/acidez total titulável (ratio): obtida dividindo-se a percentagem de sólidos solúveis pela percentagem de acidez total. Essa relação pode variar de 6 a 20, sendo ideal a faixa compreendida entre 11 e 14, embora o preferido pelas indústrias esteja entre 15 e 18.

A composição química dos frutos varia durante o seu desenvolvimento. No final do processo, a massa e o tamanho aumentam e a concentração de ácido cítrico diminui, como consequência da diluição pela água acumulada. A concentração de açúcares no suco aumenta até próximo da maturação, sendo que a partir daí contribui pouco para o aumento da relação entre sólidos solúveis e acidez (AGUSTÍ; ALMELA, 1991).

As mudanças mais evidentes durante o processo de amadurecimento são no conteúdo de sólidos solúveis totais (SST), na acidez total titulável (ATT) e na coloração da casca. Os frutos não apresentam ponto definido de colheita e isto é função das características organolépticas desejáveis. Uma das variáveis mais utilizadas na determinação da maturação dos frutos de laranja é o ratio (SST/ATT). Essa relação indica a qualidade do fruto, sendo a mais adequada dependente do destino da fruta (indústria ou consumo *in natura*). Desta forma, os principais fatores determinantes observados na colheita são teor de açúcares e ácidos, bem como volume de suco (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A maturação dos frutos de laranja é considerada tipicamente como um processo de senescência. Durante a maturação, a respiração declina lentamente e há aumento da produção de etileno pelos frutos, o que classifica a laranja como não climatérica (MEDINA et al., 2005).

3.1.1 Condições edafoclimáticas para o cultivo de citros

Os citros são produzidos em diversos tipos de solo e são cultivados em mais de 10 países em climas tropical, subtropical e mediterrâneo (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

O clima exerce grande influência sobre o vigor e longevidade das plantas e na qualidade e quantidade de frutos produzidos. Os citros desenvolvem-se melhor em regiões de clima mais ameno, desde que os solos sejam adequados e o regime pluvial atinja cerca de 1.200 mm anuais, bem distribuídos durante o ano, podendo-se suplementar os déficits com água de irrigação.

A produção de suco com alta qualidade necessita, igualmente, de frutos com alta qualidade, sendo esta avaliada através das suas características físico-químicas que, por sua vez, variam durante o período de maturação e dependem, entre outros fatores, das condições meteorológicas durante a formação e maturação, dos frutos (VOLPE et al., 2002).

O clima como condicionante do cultivo dos citros interfere de forma decisiva na maturação, na taxa de crescimento e nas características físicas e químicas da fruta (ORTOLANI et al., 1991).

Os frutos produzidos nos climas frios têm melhor coloração da casca e da polpa, bem como teores mais altos de açúcares e ácidos, que acentuam o sabor. Em ambientes quentes os frutos são menos coloridos internamente e externamente, com teores mais baixos de açúcares e principalmente de acidez, o que resulta em frutos mais doces, porém de paladar mais pobre devido ao tempo de maturação, Embrapa.

Sob temperaturas mais altas o período floração-maturação é bastante encurtado e os frutos permanecem pouco tempo na planta depois de maduros. Os climas quentes são propícios ao cultivo dos pomelos e toranjas, limas doces e ácidas e limões verdadeiros.

Os cítricos podem ser cultivados em diferentes zonas climáticas, desde tropical, subtropical, árida e semi-árida, e se desenvolvem em uma faixa de temperatura entre 12 a 37°C. A baixa temperatura e as geadas são fatores determinantes para a distribuição dos citros devido à sua sensibilidade ao clima frio. Algumas variedades de citros podem ser cultivadas em climas frios, principalmente quando enxertadas no porta-enxerto trifoliata (*P. trifoliata*). Por outro lado, a alta temperatura reduz o desenvolvimento de plantas cítricas devido à diminuição na assimilação líquida de CO₂. As altas temperaturas também aumentam o aborto da frutificação e aceleram a queda dos frutos jovens. A exposição das árvores cítricas a altas temperaturas pode levar à deficiência de clorofila e reduções na fotossíntese. O crescimento e a produção de citros podem ser afetados por diferentes elementos climáticos, como baixa temperatura, estresse térmico, assimilação de CO₂, chuva, ondas de calor, seca ou chuvas intensas e umidade relativa. Portanto, qualquer mudança nos elementos climáticos afeta direta e indiretamente a produção de citros (SHAFQAT et al., 2021).

As condições climáticas do Brasil permitem ao país desenvolver uma citricultura tropical, dos arredores do equador até as proximidades do paralelo 20º Latitude Sul, onde predominam temperaturas mais altas, e uma citricultura menos tropical, na região que se estende da referida latitude até o Rio Grande do Sul, de clima mais frio (AZEVEDO, 2003).

3.1.2 Influência do porta-enxerto na qualidade da fruta cítrica

O porta-enxerto tem papel importante sobre a cultivar copa, pois este influencia em suas características como precocidade de produção, vigor, produtividade, absorção e utilização de nutrientes, tolerância à salinidade, resistência à seca, geada, doenças e pragas, além de influenciar na qualidade e pós-colheita dos frutos (BASTOS et al., 2014).

Existe um grande número de características de qualidade dos frutos influenciadas pelos porta-enxertos, como tamanho e massa dos frutos, cor e espessura da casca, rendimento de suco, sólidos solúveis totais e acidez, cor do suco, conteúdo em óleo da casca, amargor, conteúdo em sais minerais, granulação, teor de ácidos graxos, conservação pós-colheita e época de maturação dos frutos (POMPEU JUNIOR, 2005). Por exemplo, os níveis de SST de laranja Valência (*C. sinensis* L. Osbeck) em citrange Carrizo (*C. sinensis* × *P. trifoliata*) foram 20% maiores do que aquelas enxertadas em limão Rugoso (RAVEH et al., 2009).

A influência dos porta-enxertos no crescimento da planta e produção de frutos pode ser relacionada à distribuição de raízes, eficiência de absorção de água e nutrientes, anatomia e distribuição dos vasos condutores e diferenças na condutividade hidráulica da raiz (MESQUITA et al., 2016).

A laranja Azeda (*C. aurantium* L.) é conhecida por induzir uma produtividade moderada na laranja doce, com frutos de tamanho médio e de boa qualidade (GROSSER et al., 2004). O porta-enxerto laranja Azeda aumenta a tolerância à salinidade e alcalinidade, mas por outro lado é suscetível aos nematóides dos citros e ao *Citrus tristeza virus* (CTV). Em comparação com a laranja Azeda, o limão Volkameriano (*C. volkameriana*) proporciona maior vigor de crescimento, tamanho de fruto e produtividade total. Este o porta-enxerto é tolerante a *Phytophthora* sp. e CTV, mas a qualidade de fruto é inferior (CASTLE, 2010). Da mesma forma, o citrandarin SB-812 [*C. sunki* (Hort. ex Tan.) × *P. trifoliata* (L.)] fornece frutos de boa qualidade e exibe tolerância ao CTV, mas é suscetível à salinidade (RAVEH et al., 2009).

Em estudo realizado no Centro de Citricultura do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) com citrandarins, híbridos de *C. sunki* × *P. trifoliata*, foram obtidos resultados como: boa produtividade, compatibilidade com a variedade copa de laranja Pera, e alguns apresentam tolerância à seca comparável ao limão Cravo. Alguns

citrandarins conferiram à variedade copa, laranja Pera, diferentes portes de planta, podendo ser considerados como ananizantes (SCHINOR et al., 2013).

Shafieizargar et al. (2012) relataram que laranjas Queen enxertadas em limão Volkameriano produziram os maiores frutos, mas com o menor teor de sólidos solúveis totais (SST), enquanto laranjas Queen enxertadas em tangerina Cleópatra, produziram os menores frutos com o menor teor de suco. Cantuarias-Avilés et al. (2011) estudaram o desempenho da laranja Folha Murcha enxertada em 12 porta-enxertos e constataram que os frutos das copas enxertadas com limão Cravo apresentaram maior peso. Este resultado foi consistente com aqueles encontrados em um estudo anterior de Stenzel et al. (2005) em que o porta-enxerto de limão Cravo induziu frutos com maior peso. Tazima et al. (2013) relataram o efeito de nove porta-enxertos em tangerina Okitsu e verificaram que os porta-enxertos de *Poncirus trifoliata* induziram frutos com peso inferior aos produzidos em limão Cravo.

Os mecanismos que determinam a influência do porta-enxerto na qualidade do fruto de uma copa tem sido um importante objeto de estudo na fisiologia vegetal. No entanto, poucos estudos foram publicados sobre o assunto. Castle (1995) observou que a capacidade de absorção de água e nutrientes dos porta-enxertos e, em particular, dos reguladores de crescimento das plantas pode estar entre os fatores mais importantes envolvidos. A influência dos porta-enxertos no crescimento da planta e produção de frutos pode ser relacionada à distribuição de raízes, eficiência de absorção de água e nutrientes, anatomia e distribuição dos vasos condutores e diferenças na condutividade hidráulica da raiz (MESQUITA et al., 2016).

Segundo Iglesias et al. (2007) o desenvolvimento dos frutos é realizado em duas fases: a fase I correspondente ao período entre a antese e a queda fisiológica, a fase II de expansão celular e a fase III de amadurecimento. Na fase I ocorre a fertilização e a divisão celular desempenha um papel importante no aumento do tamanho dos frutos. Na fase II, a expansão celular, ao invés da divisão celular, desempenha um papel principal e o fruto aumenta rapidamente de tamanho por quatro a seis meses. Finalmente, na fase III, o crescimento da fruta é quase todo interrompido e a fruta passa por um processo de amadurecimento não climatérico. Portanto, os tamanhos finais das frutas cítricas são determinados tanto pelo número de células quanto pelo tamanho das células, que são determinados pelos processos celulares de divisão e expansão celular, respectivamente. Quaisquer perturbações nos dois processos podem causar alterações no tamanho final do fruto (GUO et al., 2011).

3.2. Desenvolvimento de banco de dados

O Brasil é o maior exportador mundial de suco de laranja e o estado de São Paulo responde pela quase totalidade da sua produção. Entretanto, essa hegemonia está sujeita a diversas ameaças, entre as quais se destacam a baixa variabilidade genética, as mudanças climáticas a curto e médio prazo, a disseminação de pragas oriundas de outros países etc.

Esse desafio pode ser enfrentado com o emprego de novas tecnologias e abordagens, dentre as quais a Tomada de Decisões Orientada por Dados (ou *Data-Driven Decision Making* – DDDM – em inglês) é uma das mais importantes. A Tomada de Decisões Orientada por Dados tem se popularizado nos últimos anos sob diferentes denominações, sendo o “Big Data” a mais comum. Entretanto, esse termo não exprime satisfatoriamente as possibilidades e o alcance da DDDM. Resumidamente, a DDDM é uma ferramenta para tomada de decisões em um âmbito organizacional que usa dados reais no lugar da intuição ou do exame de observações coletadas ao acaso.

A ferramenta primordial para a análise de grandes massas de informações é o banco de dados. Sua função é organizar informações que isoladamente teriam pouco sentido e transformá-las em dados úteis para a tomada de decisões.

O ambiente Delphi é baseado na metodologia *Rapid Application Development* (RAD), conhecida pela grande agilidade que proporciona aos desenvolvedores (LEITE, 2009).

Rapid Application Development (RAD) é uma abordagem para o desenvolvimento de sistemas de informações (SI, ou IS em inglês) que tem propiciado muitas discussões na literatura, entretanto, constata-se que há comparativamente poucos dados de pesquisa sobre esse tópico.

Com o avanço da tecnologia, diversas ferramentas computacionais surgiram com objetivo de facilitar, agilizar e dar mais qualidade nas tarefas executadas pelas organizações empresariais, públicas ou privadas. Um exemplo disso são as Bases de Dados informatizadas que, juntamente com os Sistemas de Informação, são responsáveis por armazenar e gerenciar os dados da organização. Tais tecnologias buscam alcançar maior qualidade em suas operações administrativas e planejamentos estratégicos. Com o aumento da demanda pela informação, a quantidade de dados coletados e acumulados vem crescendo muito rapidamente nos

últimos anos em virtude do processo de informatização da sociedade e do rápido desenvolvimento de ferramentas de coleta e armazenamento de dados (HAN; KAMBER; PEI, 2005).

O crescimento dessas bases de dados as tornou importantes fontes de informações e conhecimentos, recursos que auxiliam analistas de negócios no processo de tomada de decisão (O'BRIEN, 2003).

A utilização de ferramentas, técnicas e tecnologias apropriadas ao melhoramento da obtenção, tratamento, apresentação e disponibilização desses recursos é um fator que pode influenciar no aumento da competitividade da organização (FAYYAD; PIATETSKY-SHAPIRO; SMYTH, 1996).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas plantas de laranja Pera enxertadas em diferentes porta-enxertos, sendo 18 citrandarins [*C. sunki* hort. ex Tanaka x *P. trifoliata* (L.) Raf], obtidos pelo PMC do Centro de Citricultura do IAC, no ano de 1994, denominados como citrandarins 18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248 e 299. O citrandarin Sunki x Benecke (IAC 1697 - SB), introduzido em 1982 no Banco de Germoplasma do Centro de Citricultura (BAG Citros IAC), oriundo dos Estados Unidos. Os citrumelos W2 e o Swingle (CS – originado do cruzamento do pomelo Duncan (*C. paradisi*) com o trifoliata (*P. trifoliata*), realizado por Walter T. Swingle em 1907, na Florida, EUA, e inicialmente denominado de CBP 4475. O citrumelo Swingle foi introduzido em São Paulo na década de 1940, pelo Instituto Agrônômico.



Figura 1. Plantas de laranja Pera enxertadas nos porta-enxertos: citrandarins 18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299 e Sunki x Benecke (IAC 1697 - SB) e citrumelos W2 e Swingle (CS).

Os experimentos foram instalados em junho de 2013 em delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, dez plantas por parcela, em duas localidades: Gavião Peixoto (Região Central/SP – Fazenda Santa Amélia I, latitudes 21° 45' 58.91" Sul e 48° 25' 26.59" Oeste, 594 m de altitude, solo Latossolo Vermelho Distrófico) e Barretos (Região Norte/SP – Fazenda Guanabara, latitudes 20° 30' 32.30" Sul e 48° 36' 33.99" Oeste, 536 m de altitude, solo Latossolo Vermelho Distroférico). As plantas em ambos os experimentos foram estabelecidas em espaçamento 6,5 x 2,8 m. O clima das duas regiões corresponde ao Cwa de Köppen, ou seja, planalto subtropical. Ambos os pomares foram irrigados conforme indicação para a cultura.

4.1 Análises físico-químicas

As avaliações das características físico-químicas foram realizadas a partir de coletas realizadas em ambos os experimentos, no mês de julho de 2018 e 2019 e, encaminhadas ao Laboratório de Melhoramento e Qualidade da Fruta do Centro de Citricultura Sylvio Moreira do Instituto Agrônomo (IAC) da seguinte forma:

Coleta: para a análise foram colhidos cinco frutos na porção externa da copa de cada repetição, na faixa compreendida entre 1,0 e 2,0 m de altura do solo e em toda a extensão do perímetro da planta.

Massa dos frutos: a massa total dos frutos foi obtida, de uma só vez, em uma balança marca Filizola com capacidade de 15 kg, com sensibilidade 5 g.

Diâmetros equatorial e polar dos frutos: as determinações foram feitas por leitura direta de cada amostra, com auxílio de uma escala graduada, em centímetros.

Rendimento de suco: foi determinado após esmagamento do fruto na extratora OIC (Organização Internacional Centenário) modelo OTTO 1800 (filtro com diâmetro interno = 26,11mm; comprimento = 265 mm; furos de diâmetro = 0,6 mm; área de vazão = 20%) e calculado através da relação massa do suco/massa do fruto e expresso em porcentagem.

Sólidos solúveis totais: o teor de sólidos solúveis foi determinado por leitura direta no refratômetro B&S, modelo RFM 330 e expresso em °Brix. Os dados foram corrigidos pela temperatura e pela acidez do suco.

Acidez total titulável: a acidez foi obtida por titulação de 25 mL de suco, com uma solução de hidróxido de sódio de normalidade 0,3125 e usando-se fenolftaleína como indicadora.

Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável(ratio): a relação sólidos solúveis/acidez foi obtida pela razão dos dois parâmetros e indica o estágio de maturação dos frutos cítricos.

Índice tecnológico (IT): $IT = (\text{Rendimento em suco} \times \text{SST} \times 40,8^*) / 10.000$ conforme proposto por Di Giorgi et al. (1990).

* peso equivalente a uma caixa de frutas de 40,8 kg

4.2 Desenvolvimento de banco de dados em Delphi – FPROJECT

Os dados das análises físico-químicas foram coletados e tabulados para a construção de um banco de dados (FPROJECT) o qual foi auxiliado por Thais Laura Caliman, aluna do curso de bacharelado em Ciências da Computação da UNESP – Rio Claro. Foi utilizado também para comparativo dos resultados obtidos através dos resultados das análises obtidas pelo programa estatístico R.

Para validação do banco de dados do programa FPROJECT foram coletados do mesmo os melhores resultados das médias de sólidos solúveis totais, índice

tecnológico, acidez e rendimento de suco. Os demais parâmetros (massa, largura, altura e ratio) não tiveram diferenças significativas entre os híbridos e, assim, não foram selecionados para o comparativo.

O FPROJECT tem um menu de seleção composto por algumas abas:

- a) Cadastro de dados, nessa aba insere-se todos os resultados obtidos nas análises físico-químicas, assim como ratio, sólidos solúveis totais, massa, largura, acidez, rendimento de suco, altura / largura, região de origem do fruto, ID (porta-enxerto) e o número de lançamento.
- b) Resultados, estes, estão presentes em uma planilha de médias das análises inseridas no banco de dados, lembrando que por se tratar de uma avaliação estatística para a validação do FPROJECT foram utilizados apenas uma soma de resultados acima de 10 repetições independente do tratamento (combinação copa/porta-enxerto); ou seja, a média só é calculada a partir do limite mínimo de resultados inseridos e, posteriormente, o gráfico é gerado.
- c) Gráficos, são gerados a partir do cálculo das médias obtidas da aba de “Resultados”.

Todas as análises físico-químicas citadas acima resultam em gráficos das médias para cada híbrido/variedade e para cada região também, lembrando que é possível selecionar o resultado individualmente por região.

4.3 Análises Estatísticas

Os dados coletados nos dois experimentos foram tabulados e analisados sob delineamento de parcelas subdivididas, com i parcelas ($i = 1, 2, \dots, I$), j subparcelas ($j = 1, 2, \dots, J$) e k repetições ($k = 1, 2, \dots, K$), iremos considerar o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + b_k + p_i + e_{ik} + s_j + ps_{ij} + e_{ijk}$$

Os dados foram submetidos à análise de variância a partir do programa R (R Development Core Team, 2019), utilizando o pacote ‘agricolae’ (DE MENDIBURU, 2019). Os gráficos foram elaborados pelo pacote ‘lattice’ (SARKAR et al., 2020) e ‘GGEBiplotGUI’ (BERNAL & VILLARDON, 2016), ambos a partir do software R (R Development Core Team, 2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 mostra a página de abertura do banco de dados, com visual amigável ao usuário. A figura 3 mostra como foram inseridos os dados de cada porta-enxerto individualmente. As informações solicitadas (identificação, origem, SST, ATT, etc.) formaram a base de dados que permitiu a análise dos experimentos. A figura 4 mostra um quadro resumo dos dados inseridos. As figuras 5 e 6 mostram gráficos de barras com diferentes características dos porta-enxertos separados por amostra e sua origem.

A pesquisa operacional tenta, frequentemente encontrar uma melhor solução ótima para o modelo que representa o problema considerado. O objetivo é encontrar o melhor caminho a percorrer, embora ele deva ser interpretado com cuidado em termos de necessidades práticas, sendo a busca pela otimalidade um tema relevante na pesquisa operacional (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Na procura desta solução ótima, há cinco características desejáveis para ambientes de modelagem por meio de computador para apoiar o trabalho de pesquisa operacional:

1. Tratar o ciclo de vida da modelagem, não apenas uma parte.

2. Ser aderente às necessidades dos tomadores de decisão e de outras pessoas envolvidas, não apenas dos profissionais de pesquisa operacional.
3. Facilitar a evolução do modelo dos sistemas ao seu redor ao longo de sua existência.
4. Possuir uma linguagem de definição do modelo independente do paradigma para a resolução do problema.
5. Permitir fácil gerenciamento dos recursos utilizados no processo de modelagem, tais como os dados, os modelos e as soluções.

O software FPROJECT atendeu a todos os parâmetros de pesquisa operacional citados acima comprovados pela validação do método em aplicação.

Para registrar as informações foi necessária a construção de um banco de dados com as informações de interesse. Neste projeto utilizamos o Excel e o Firebird.

Os resultados foram apresentados em forma de gráficos de coluna (Figuras 5 e 6).

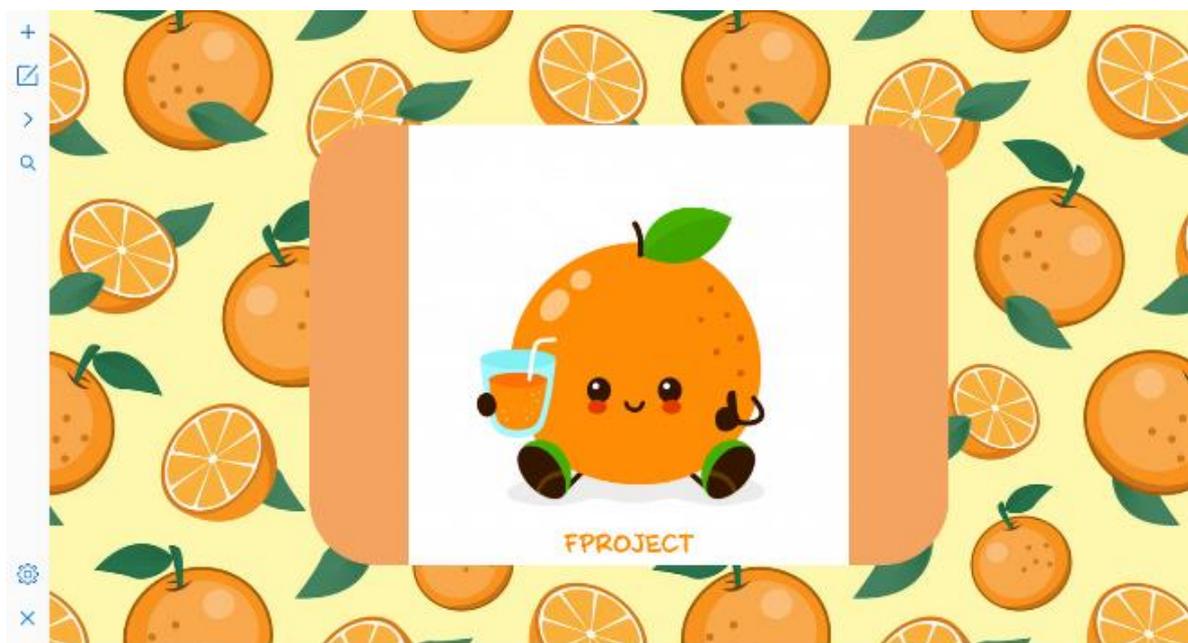


Figura 2. Página de abertura do banco de dados e Software FPROJECT.

Figura 3. Página que mostra como são inseridos os dados de cada porta-enxerto individualmente.

ID	NUM	MASSA	ALTURA	LARG...	ALTU...	REDI...	ACIDEZ	BRUX	RATIO	SST	MED...	MEDA...	MEDL...	MEDA...	MEDR...	MEDA...	MEDB...	MEDR...	MEDS...
110	038/1...	237,00	8,10	7,60	1,07	43,90	0,53	8,10	15,30	1,45	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	038/1...	223,00	7,80	7,50	1,04	50,20	0,45	8,50	18,90	1,74	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	038/1...	202,00	7,60	7,20	1,06	53,00	0,51	8,90	17,40	1,92	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	040/1...	224,00	7,60	7,60	1,00	54,00	0,70	10,90	15,60	2,41	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	040/1...	238,00	7,90	7,60	1,04	46,20	0,84	11,90	14,20	2,24	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	048/1...	219,50	8,00	7,40	1,08	49,20	0,64	9,50	14,80	1,91	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	048/1...	180,50	7,40	6,90	1,07	50,10	0,79	10,90	13,80	2,22	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	048/1...	164,00	7,00	6,70	1,05	52,10	0,81	12,00	14,80	2,54	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	055/1...	233,80	8,10	7,60	1,07	54,00	0,64	9,40	14,70	2,08	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	055/1...	227,00	8,00	7,60	1,05	52,00	0,63	9,30	14,70	1,98	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	055/1...	178,00	6,40	5,90	1,08	56,70	0,56	9,10	16,30	2,11	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	055/1...	255,00	8,60	7,80	1,10	51,00	0,53	8,70	16,50	1,81	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	059/1...	189,00	7,20	7,00	1,03	52,40	0,91	12,00	13,20	2,56	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	059/1...	156,00	6,80	6,50	1,05	52,60	0,97	12,30	12,70	2,64	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
110	059/1...	155,00	6,80	6,50	1,05	50,30	1,06	13,10	12,40	2,69	208,46	7,58	7,21	1,05	51,05	0,71	10,44	15,01	2,1
124	038/1...	252,00	8,30	7,70	1,08	50,40	0,48	8,70	18,20	1,79	216,80	8,01	7,41	1,08	46,56	0,54	9,70	21,11	1,8
124	038/1...	217,00	7,80	7,30	1,07	49,30	0,62	9,40	15,30	1,90	216,80	8,01	7,41	1,08	46,56	0,54	9,70	21,11	1,8
124	038/1...	213,00	7,80	7,20	1,08	55,40	0,65	9,30	14,40	2,11	216,80	8,01	7,41	1,08	46,56	0,54	9,70	21,11	1,8
124	040/1...	203,00	7,60	7,20	1,06	55,20	0,86	12,20	14,20	2,74	216,80	8,01	7,41	1,08	46,56	0,54	9,70	21,11	1,8
124	048/1...	202,00	7,60	7,20	1,06	52,00	0,70	10,40	14,90	2,21	216,80	8,01	7,41	1,08	46,56	0,54	9,70	21,11	1,8
124	048/1...	176,50	7,30	6,80	1,07	53,50	0,75	10,60	14,30	2,33	216,80	8,01	7,41	1,08	46,56	0,54	9,70	21,11	1,8

Figura 4. Quadro resumo dos dados inseridos no Programa FPROJECT.

Os valores de massa (g), altura (cm), largura (cm), rendimento de suco (%), acidez total titulável (g/100 mL), Sólidos Solúveis Totais – SST (°BRIX), Ratio e IT (kg de SST/caixa) em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento entre *C. sunki* x *P. trifoliata* cv. Rubidoux

(18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x *P. trifoliata* cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata* (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019, estão apresentados nas figuras 5 e 6.

Os resultados da análise de variância apresentados na tabela 1, mostram que há diferenças estatisticamente significativas entre locais, genótipos e há interação entre genótipos e ambientes. Desta forma, há genótipos que são mais adequados para cada uma das regiões.

A análise de variância (ANOVA) para as características: massa, altura, largura, A/L, rendimento de suco (%), acidez total titulável, sólidos solúveis totais (SST), ratio e Índicetecnológico (IT) e os desdobramentos da ANOVA, estão apresentados nas tabelas 1 e 2 respectivamente. Na tabela 2, pode-se verificar, pelos desdobramentos da ANOVA, que houve diferença estatística significativa para as médias dos genótipos em cada local. Assim, por exemplo, para massa dos frutos, os genótipos citrandarins 26 (189,88 g), 110 (206,50 g), 137 (231,69 g) e 139 (216,06 g) produziram frutos com massa maior em Barretos quando comparados com as massas obtidas em Gavião Peixoto. Por outro lado, verifica-se que os outros 16 genótipos apresentaram frutos de laranja Pera com massa maior em Gavião Peixoto (Tabela 2, Figura 5).

A dispersão dos valores médios de massa (g), altura (cm), largura (cm), rendimento de suco (%), acidez (g/100 mL), sólidos solúveis totais – SST (°BRIX), Ratio e IT (kg de SST/caixa) em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, acumulados das safras 2018 e 2019, estão apresentados nas figuras 8 e 9.

Para a característica acidez total titulável, 18 genótipos apresentaram os maiores valores em Barretos quando comparados com os valores de Gavião Peixoto. O mesmo comportamento foi observado para 19 genótipos para a característica sólidos solúveis totais (°BRIX) e para 18 genótipos para a característica IT (Tabela 2, Figuras 8 e 9).

A região de Barretos se caracteriza por apresentar altas temperaturas e menores volumes de precipitação que Gavião Peixoto (Figura 7). O que pode explicar as diferenças no comportamento dos genótipos. Como apresentado na tabela 1, houve interação significativa entre locais e genótipos (L*G) para as características

massa, altura dos frutos, rendimento de suco, acidez total titulável, ratio e índice tecnológico.

A composição química dos frutos varia durante o seu desenvolvimento. No final do processo, a massa e o tamanho aumentam e a concentração de ácido cítrico diminui, como consequência da diluição pela água acumulada no fruto. A concentração de açúcares no suco aumenta até próximo da maturação, sendo que a partir daí contribui pouco para o aumento da relação entre SST e acidez. Assim, quando chega à maturação, onde se percebeu aumento de massa do fruto, não haverá grandes alterações em suas características (AGUSTÍ; ALMELA, 1991). Em locais com maiores volumes de precipitação, como Gavião Peixoto, os frutos são maiores, porém, a acidez e sólidos solúveis mais diluídos. Assim, observam-se maiores valores para acidez total titulável, sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ BRIX) e índice tecnológico (IT) para os genótipos em Barretos.

Um aumento da temperatura e estresse hídrico após a polinização inibe a fertilização do óvulo, aumenta a queda dos fisiológica dos frutos e reduz a produção da planta. As fases de desenvolvimento desde o botão floral até a fruta madura são mais sensível ao estresse térmico e déficit de irrigação. Conseqüentemente, reduzindo o crescimento e provocando um atraso no amadurecimento dos frutos, aumentando a acidez da fruta e baixa produção da planta.

Um aumento na temperatura e no estresse hídrico em estágios fenológicos críticos dos citros resulta em redução na produção e tamanho dos frutos, aumento na acidez, redução da espessura da casca e queda dos frutos antes da colheita. O estresse hídrico na fase de pré-colheita em laranjas causa rugosidade na casca da fruta (SHAFQAT et al., 2021).

A produção de suco com alta qualidade necessita, igualmente, de frutos com alta qualidade, sendo esta avaliada através das suas características físico-químicas que, por sua vez, variam durante o período de maturação e dependem, entre outros fatores, das condições meteorológicas durante a formação e maturação, dos frutos (VOLPE et al., 2002).

O clima como condicionante do cultivo dos citros interfere de forma decisiva na maturação, na taxa de crescimento e nas características físico-químicas da fruta (ORTOLANI et al., 1991).

As análises multivariadas (APÊNDICE) permitiram a construção dos gráficos GGEBiplot com base nos componentes principais para a massa, rendimento de suco,

acidez total titulável, ratio e índice tecnológico (Figura 10 A a F). Para a característica massa (Figura 10 A), pode-se observar através dos dois primeiros gráficos, que o genótipo ideal para Barretos seria o citrandarin 137 e para Gavião Peixoto, seria o citrandarin 47. No terceiro gráfico observa-se que o citrandarin 26 é o que apresenta maior estabilidade genética dentre os materiais para essa característica.

O Índice tecnológico (IT) ou rendimento industrial é dado pela equação: $IT = (\text{Rendimento em suco} \times \text{SST} \times 40,8) / 10.000$ conforme proposto por Di Giorgi et al. (1991). Pelo gráfico GGEBiplot com base nos componentes principais (Figura 10 F), observa-se que os genótipos ideais seriam: o citrandarin 26 para Gavião Peixoto e o citrandarin 47 para Barretos.



Figura 5. Valores médios de: Massa (g), altura (cm), largura (cm) e rendimento de suco (%) em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento entre *C. sunki* x *P. trifoliata* cv. Rubidoux (18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x *P. trifoliata* cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata* (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019.



Figura 6. Valores médios de: Acidez total titulável (g/100 mL), Sólidos Solúveis Totais – SST (°BRIX), Ratio e IT (kg de SST/caixa) em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento entre *C. sunki* x *P. trifoliata* cv. Rubidoux (18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x *P. trifoliata* cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata* (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019.

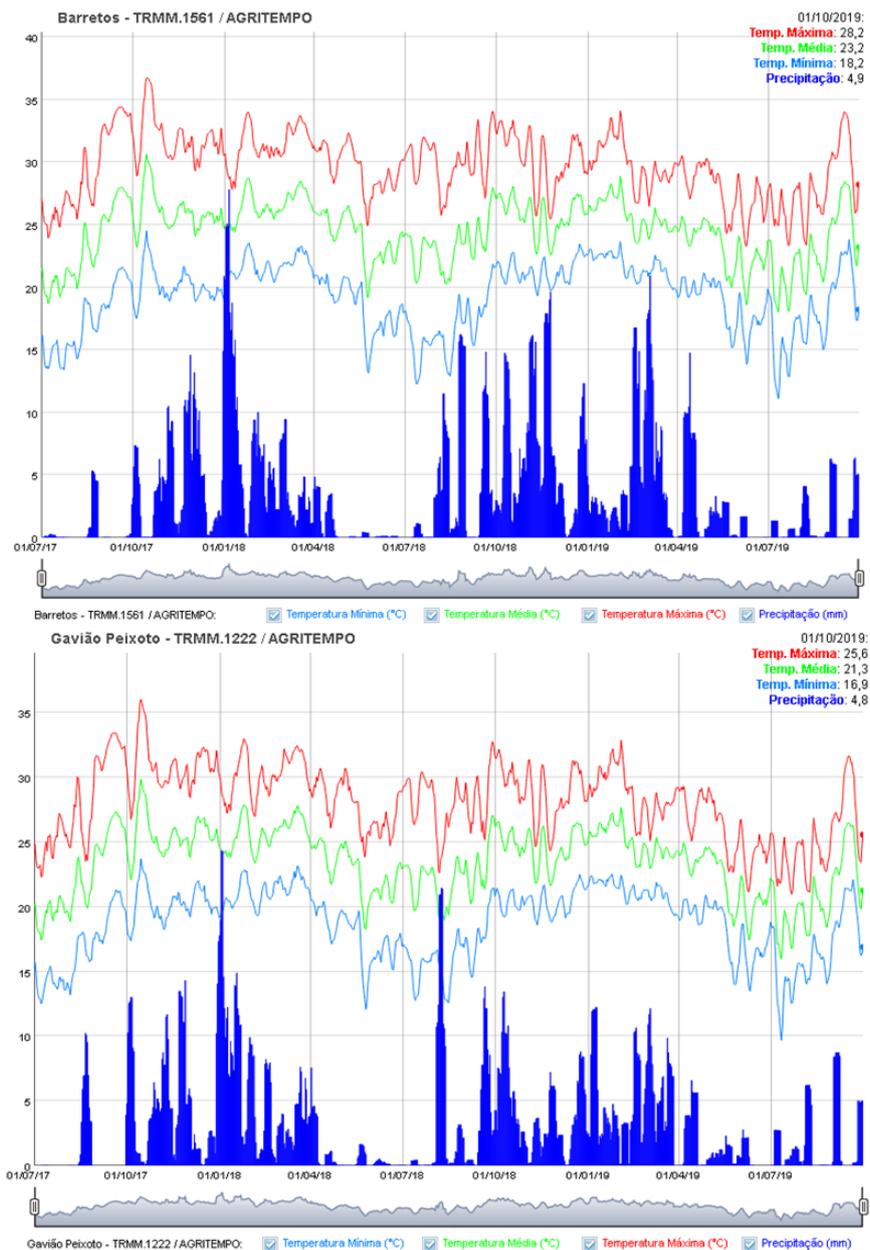


Figura 7. Temperaturas máxima, mínima e precipitação durante período de maturação de laranja Pera em experimento realizado em Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP).

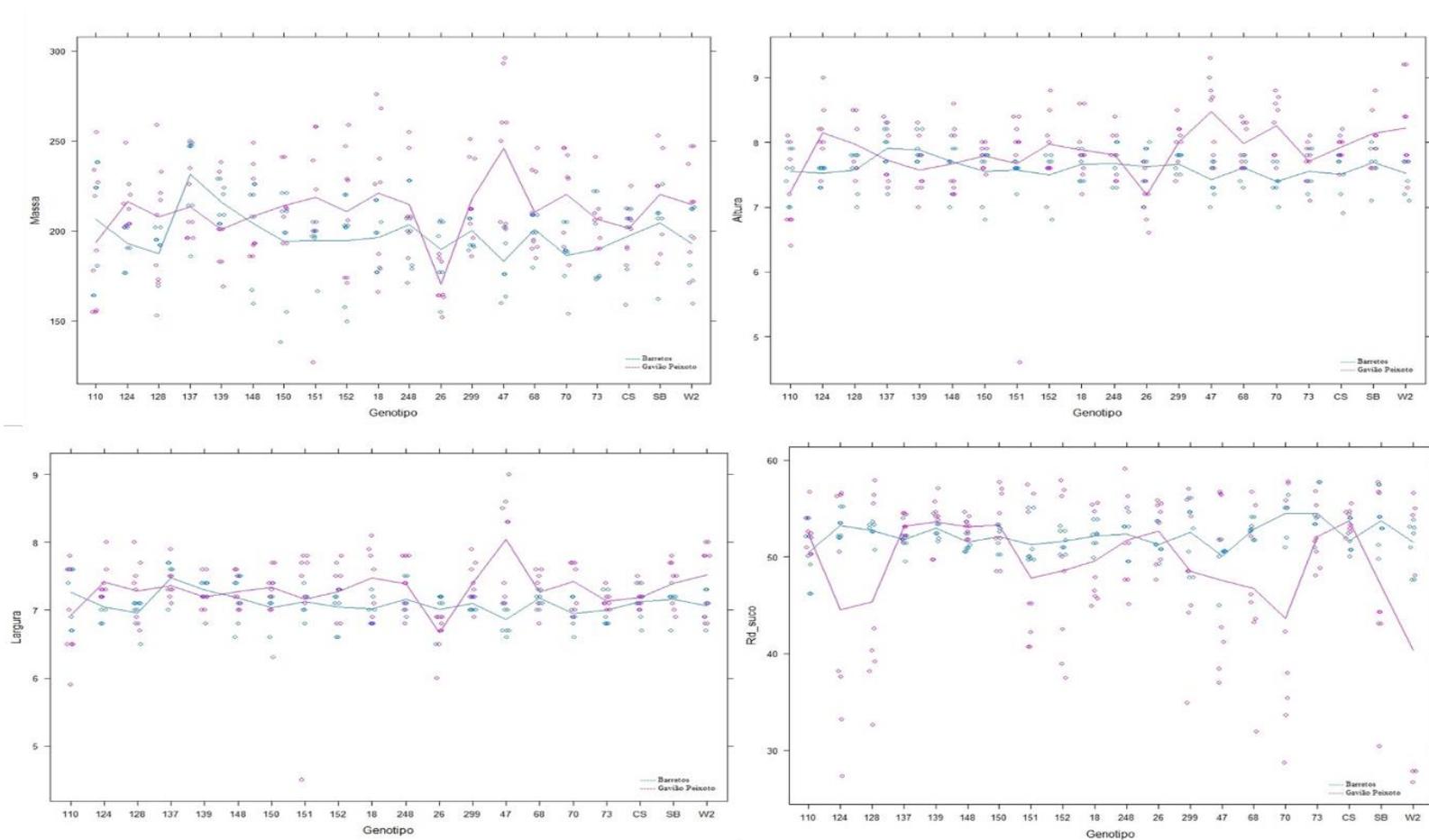


Figura 8. Gráfico de dispersão dos valores médios de: Massa (g), altura (cm), largura (cm) e rendimento de suco (%) em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento entre *C. sunki* x *P. trifoliata* cv. Rubidoux (18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x *P. trifoliata* cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata* (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019.

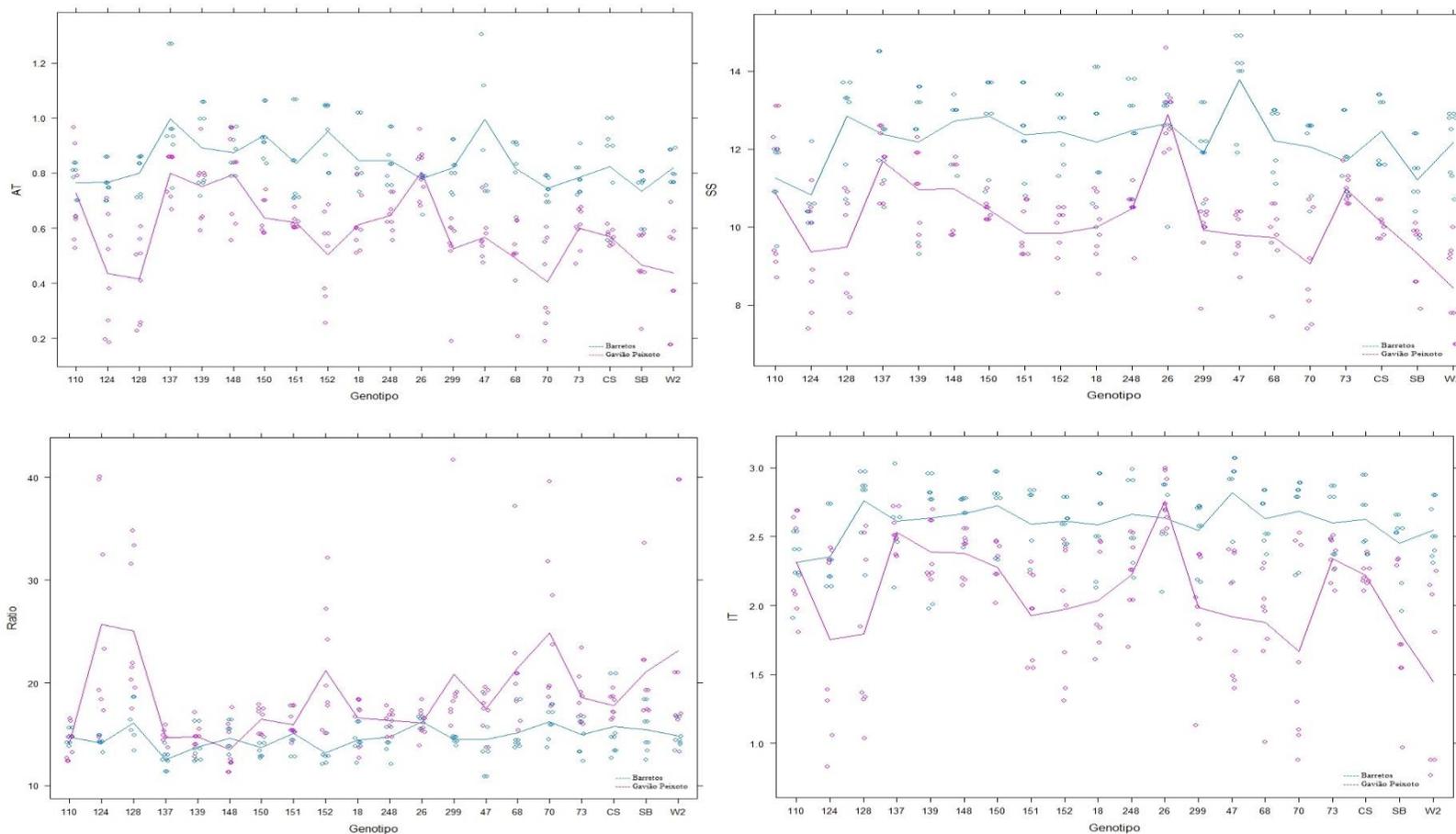


Figura 9. Gráfico de dispersão dos valores médios de: Acidez total titulável (g/100 mL), Sólidos Solúveis Totais – SST (°BRIX), Ratio e IT (kg de SST/caixa) em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento entre *C. sunki* x *P. trifoliata* cv. Rubidoux (18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x *P. trifoliata* cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata* (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019.

Tabela 1. Análise de variância (ANOVA) para as características: Massa, Altura, Largura, A/L, Rendimento de suco, Acidez total titulável (AT), Sólidos solúveis totais (SS), Ratio e Índice Tecnológico (IT).

FV	GL	Massa		Altura		Largura		A/L		Rd. suco		AT		SS		Ratio		IT	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Rep	7	1.872		0,36		0,32		0,002		317,30		0,03		7,98		17,40		1,45	
Locais	1	13.598	3,90*	5,59	9,70*	3,34	4,33	0,006	3,46	707,20	2,64	5,03	405,7**	325,60	58,23**	1318,30	23,35**	21,74	49,52**
Res a	7	3.483		0,58		0,77		0,002		268,20		0,01		5,60		56,40		0,44	
Genótipo	19	1.102	2,25**	0,34	2,04**	0,26	2,32**	0,002	3,00**	57,87	3,91**	0,12	8,69**	6,61	8,38**	73,40	5,25**	0,51	6,65**
L*G	19	1.513	3,08**	0,62	3,76**	0,44	3,89**	0,002	3,49**	74,05	5,01**	0,06	4,44**	4,80	6,09**	53,00	3,80**	0,45	5,91**
Res b	266	490		0,16		0,11		0,0006		14,79		0,01		0,79		13,90		0,08	
CV%		12,52		5,96		5,49		2,72		10,19		21,69		10,91		27,30		15,60	

*Significativo a 5%

**Significativo a 1%

Tabela 2. Desdobramentos da ANOVA: médias dos genótipos. Em destaque, os materiais “vencedores” em cada local, para as características: Massa, Altura, Largura, A/L, Rendimento de suco, Acidez total titulável (AT), Sólidos solúveis totais (SS), Ratio e Índice Tecnológico (IT).

Genótipo	Massa			Altura			Largura			A/L			Rd_suco			AT			SS			Ratio			IT		
	Barretos	Gavião Peixoto	Teste F																								
18	196.31	221.13	4281	7.66	7.89	18140	7.03	7.48	22966	1.0875	1.0575	92045	52.1875	49.575	8409	0.85	0.61	2641	12.18	10.00	7565	14.40	16.61	832	2.59	2.04	3268
26	189.88	164.50	3092	7.63	7.19	16475	7.01	6.68	20454	1.085	1.07625	93422	51.2625	52.65	8763	0.78	0.80	3009	12.65	12.89	9907	16.21	16.14	899	2.64	2.76	4371
47	183.19	260.25	5002	7.43	8.65	19530	6.86	8.05	24465	1.0825	1.075	93098	50.1	47.575	7748	0.99	0.57	3217	13.78	9.80	8762	14.50	17.51	891	2.82	1.92	3531
68	200.94	210.50	4143	7.61	7.99	18266	7.18	7.26	22740	1.0625	1.1	93566	52.875	46.775	8097	0.82	0.49	2224	12.21	9.74	7443	15.16	21.46	1198	2.63	1.88	3161
70	186.63	220.50	4091	7.40	8.26	18473	6.95	7.43	22575	1.06625	1.1125	94996	54.5	43.65	7944	0.74	0.40	1769	12.05	9.06	6951	16.25	24.89	1539	2.69	1.67	3056
73	189.63	206.50	3847	7.55	7.71	17473	7.00	7.14	21807	1.075	1.07875	92773	54.475	52.1375	9228	0.79	0.60	2358	11.69	10.99	7820	14.98	18.59	983	2.60	2.34	3678
110	206.50	193.60	3920	7.55	7.34	16627	7.26	6.93	21975	1.04125	1.06	88314	50.4875	52.4125	8595	0.77	0.79	2919	11.25	10.88	7439	14.73	14.11	715	2.31	2.32	3221
124	193.00	216.50	4119	7.53	8.15	18467	7.05	7.41	22837	1.0675	1.1	93989	53.225	44.5125	7833	0.77	0.44	1911	10.83	9.36	6234	14.15	25.68	1515	2.36	1.76	2607
128	187.56	208.00	3840	7.58	7.98	18151	6.96	7.29	22168	1.08625	1.09375	95050	52.7625	45.3375	7868	0.80	0.41	2007	12.84	9.49	7798	16.14	25.06	1549	2.76	1.80	3305
137	231.69	213.63	4860	7.91	7.73	18343	7.48	7.36	24018	1.0575	1.05	88833	51.7875	53.1875	8943	1.00	0.80	3938	12.39	11.69	8814	12.54	14.66	641	2.61	2.53	3976
139	216.06	201.13	4264	7.89	7.58	17941	7.30	7.20	22938	1.0775	1.05125	90650	53.0125	53.625	9227	0.89	0.75	3271	12.19	10.96	8171	13.79	14.73	699	2.64	2.39	3803
148	204.31	208.13	4160	7.70	7.68	17729	7.18	7.28	22780	1.06875	1.055	90211	51.55	53.125	8893	0.87	0.84	3539	12.71	10.99	8592	14.59	13.55	681	2.67	2.38	3838
150	194.38	214.13	4094	7.55	7.79	17649	7.04	7.34	22556	1.07375	1.06375	91381	52.1	53.3125	9017	0.94	0.64	3123	12.84	10.44	8345	13.69	16.49	791	2.72	2.28	3792
151	194.69	218.63	4196	7.58	7.68	17443	7.13	7.16	22269	1.06625	1.07	91272	51.275	47.825	7981	0.84	0.62	2616	12.36	9.85	7622	15.09	15.95	828	2.59	1.93	3152
152	194.63	211.00	4032	7.50	7.98	17983	7.05	7.28	22393	1.06625	1.0975	93662	51.5875	48.5625	8148	0.95	0.50	2857	12.44	9.85	7681	13.19	21.21	1090	2.62	1.97	3239
248	203.73	214.75	4287	7.68	7.81	17992	7.16	7.39	23102	1.07375	1.05875	90957	52.3625	51.7	8787	0.85	0.65	2738	12.48	10.48	8082	14.75	16.33	832	2.66	2.22	3618
299	200.25	217.75	4283	7.66	8.01	18440	7.10	7.40	22949	1.075	1.085	93315	52.575	48.525	8311	0.82	0.53	2311	11.90	9.93	7314	14.51	20.85	1120	2.55	1.99	3146
58	204.50	220.25	4420	7.69	8.14	18803	7.16	7.40	23143	1.075	1.09875	94519	53.75	47.025	8289	0.73	0.47	1847	11.21	9.33	6479	15.44	21.08	1182	2.45	1.81	2807
CS	197.44	201.69	3896	7.51	7.93	17891	7.13	7.19	22348	1.05375	1.1025	93052	51.675	53.7375	9020	0.82	0.57	2436	12.46	10.11	7853	15.73	17.80	970	2.63	2.22	3560
W2	193.00	214.75	4081	7.53	8.23	18654	7.06	7.53	23245	1.06125	1.09375	92909	51.5375	40.375	6989	0.82	0.44	2132	12.16	8.44	6727	14.83	23.14	1317	2.55	1.45	2635

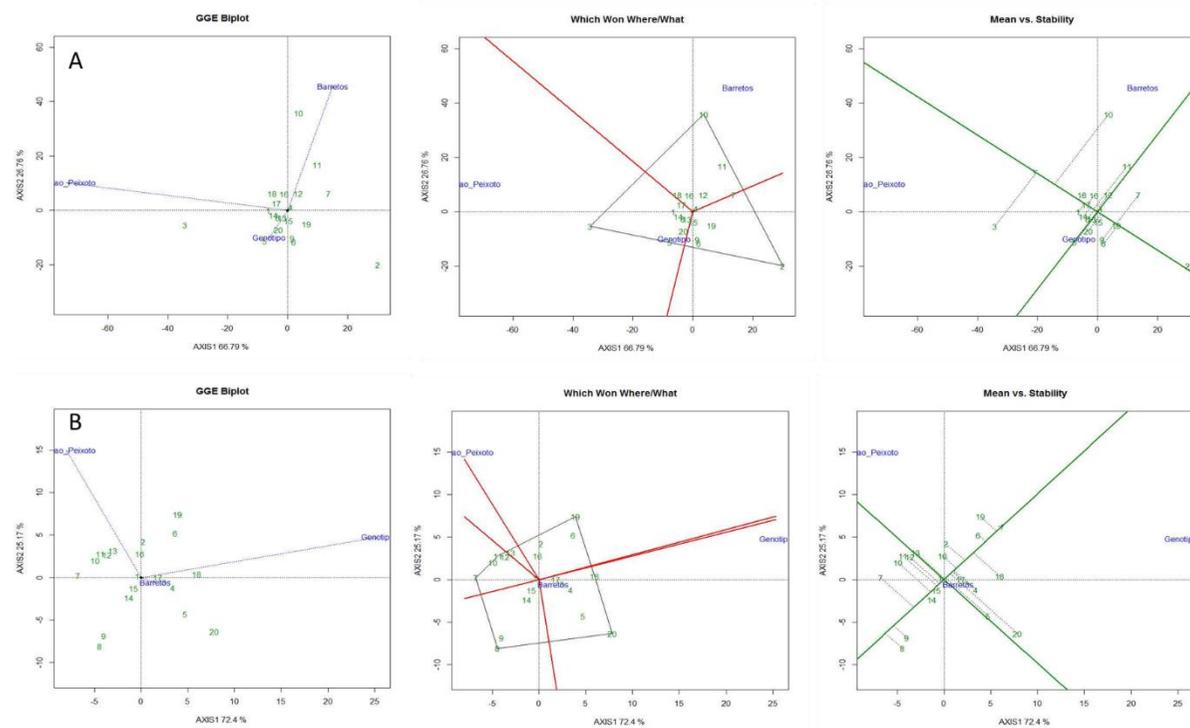


Figura 10. Gráficos GGEbiplot para: (A) Massa (g), (B) rendimento de suco (%) em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento entre *C. sunki* x *P. trifoliata* cv. Rubidoux (18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x *P. trifoliata* cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata* (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019. Identificação dos genótipos: 1 – 18; 2 – 26; 3 – 47; 4 – 68; 5 – 70; 6 – 73; 7 – 110; 8 – 124; 9 – 128; 10 – 137; 11 – 139; 12 – 148; 13 – 150; 14 – 151; 15 – 152; 16 – 248; 17 – 299; 18 – SB; 19 – CS; e 20 – W2.

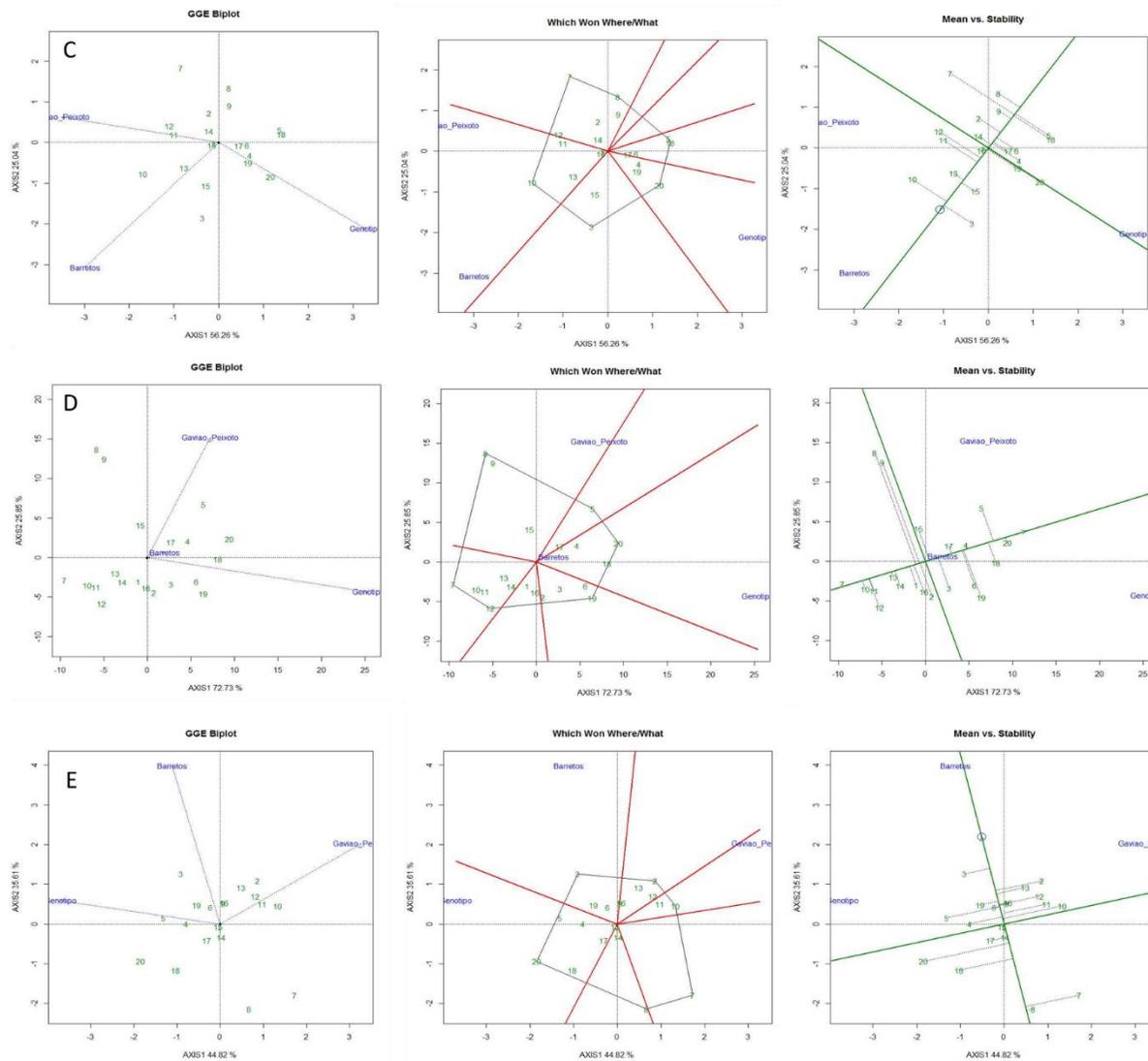


Figura 10 continuação. Gráficos GGEbiplot para: (C) Acidez, (D) Ratio e (E) IT em frutos de laranja Pera em 20 porta-enxertos, sendo 18 citrandarins: os citrandarins provenientes do cruzamento entre *C. sunki* x *P. trifoliata* cv. Rubidoux (18, 26, 47, 68, 70, 73, 110, 124, 128, 137, 139, 148, 150, 151, 152, 248, 299) e Sunki x Benecke (IAC 1697) (SB) proveniente do cruzamento entre tangerina Sunki x *P. trifoliata* cv. Benecke. Os citrumelos W2 (W2) e o Swingle (CS) [*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata* (L.) Raf.] foram avaliados como variedades padrão. Barretos (Região Norte – SP) e Gavião Peixoto (Região Central – SP), acumulados das safras 2018 e 2019. Identificação dos genótipos: 1 – 18; 2 – 26; 3 – 47; 4 – 68; 5 – 70; 6 – 73; 7 – 110; 8 – 124; 9 – 128; 10 – 137; 11 – 139; 12 – 148; 13 – 150; 14 – 151; 15 – 152; 16 – 248; 17 – 299; 18 – SB; 19 – CS; e 20 – W2.

6 CONCLUSÕES

Há diferenças estatisticamente significativas entre locais, genótipos de porta-enxertos e há interação entre genótipos e ambientes. Desta forma, há genótipos que são mais adequados e mais estáveis geneticamente para cada uma das regiões. Com os resultados do Índice tecnológico (IT) ou rendimento industrial, o genótipo de porta-enxerto ideal para Gavião Peixoto seria o citrandarin 26 e para Barretos, seria o citrandarin 47.

O banco de dados possibilitou organização e visualização dos resultados da avaliação da qualidade dos frutos e auxiliou na seleção dos melhores genótipos de porta-enxertos para as duas regiões em estudo.

7 LITERATURA CITADA

- ALVES, P.R.B.; MELO, B. <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/citros2>. Acesso em 20 jun. de 2021.
- AGUSTÍ M.F.; ALMELA, V. Aplicación de fitorreguladores em citricultura. Barcelona: Aedos, p.269, 1991
- AZEVEDO C.L.L. Sistema de Produção de Citros para o Nordeste Sistema de Produção, 16. ISSN 1678-8796 Versão eletrônica Dez/2003.
- BASTIANEL, M.; SIMONETTI, L.M.; SCHINOR, E.H.; DE GIORGI, R.O.; DE NEGRI, J.D.; GOMES, D.N.; DE AZEVEDO, F.A. Avaliação do banco de germoplasma de mexericas com relação às características físico-químicas e suscetibilidade à mancha marrom de alternária. *Bragantia*, Campinas, v. 73, n. 1, p.23-31, 2014
- BASTOS, D.C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J.F.DE; ATAÍDE, E.M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 36-45, 2014.
- BERNAL, E.F.; VILLARDON, P.G. **Package “GGEBiplotGUI”**, 2016. Disponível em:<<https://cran.rproject.org/web/packages/GGEBiplotGUI/GGEBiplotGUI.pdf>>
- CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MOURÃO FILHO, F.D.A.A.; STUCHI, E.S.; DA SILVA, S.R.; ESPINOZA-NUÑEZ, E. Horticultural performance of ‘Folha

- Murcha' sweet orange onto twelve rootstocks. *Sci. Hortic.* (Amsterdam, Neth.), 129 (2), 259–265, 2011.
- CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MOURÃO FILHO, F.D.A.A.; STUCHI, E.S.; SILVA, S.R.D.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E. Tree performance and fruit yield and quality of 'Okitsu' Satsuma mandarin grafted on 12 rootstocks. *Sci. Hortic.* (Amsterdam, Neth.), 123 (3), 318–322, 2010.
- CAPUTO, M.M.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; SILVA, R.S.; BREMER NETO, H.; COUTO, H.T.Z.; STUCHI, E.S. Seleção de cultivares de laranja doce de maturação precoce por índices de desempenho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47(11):1669-1672, 2012
- CASTLE, W.S. A career perspective on citrus rootstocks, their development, and commercialization. *HortScience* 45: 11–15, 2010.
- CASTLE, W. S. Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduous tree crops. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.*, 23 (4), 383–394, 1995.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2a, 2005, 785p
- CIIAGRO. Zoneamento macro - Aptidão ecológica da cultura da citrus, Instituto Agrônômico (IAC) e Centro integrado de informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) da Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/maps/Mapa_citricultura.jpg>. Acesso em 18 jan. de 2020.
- CONCEICAO, P.M.; AZEVEDO, F.A.; ECKER, G.V.; MORELLI, M.; CRISTOFANI-YALY, M. Physiological quality of citrandarins, *Poncirus trifoliata* and Sunki mandarin seeds. *Comunicata Scientiae*, v. 10, p. 461-466, 2019.
- DE MENDIBURU, F. Package Agricolae. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/agricolae/agricolae.pdf>>. Acesso em: 4 maio. 2019.
- DI GIORGI, F.; IDE, B.Y.; DIB, K.; MARCHI, R.J.; TRIBONI, H.R.; WAGNER, R.L.; ANDRADE, G. Contribuição ao estudo do comportamento de algumas variedades de citros e suas implicações agroindustriais. *Laranja, Cordeirópolis*, v. 11, n. 2, p. 567-612, 1990.

- FAYYAD, U.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. The KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data. *Communications of the ACM*, Volume 39, Number 11. 1996.
- FUNDECITRUS. Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro: retrato dos pomares em março de 2020 / Fundo de Defesa da Citricultura... [et al.]. – Araraquara, SP: Fundecitrus, 2020. 105 p.
- GROSSER, J.W.; MEDINA-URRUTIA, V.; ANANTHAKRISHNAN, G.; SERRANO, P. Building a replacement sour orange rootstock: somatic hybridization of selected mandarin + pummelo combinations. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 129: 530–534, 2004.
- GUO, M.; SIMMONS, C.R. Cell number counts – The fw2.2 and CNR genes and implications for controlling plant fruit and organ size. *Plant Sci.*, 181 (1), 1–7, 2011.
- HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J.D.M.: *Concepts and Techniques*. 2^a ed. Morgan Kaufmann Publisher, 2005.
- HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J. *Introdução À Pesquisa Operacional - 9^a Ed.* 2013
- IGLESIAS, D.J.; CERCÓS, M.; COLMENERO-FLORES, J.M.; NARANJO, M. A.; RÍOS, G.; CARRERA, E.; RUIZ-RIVERO, O.; LLISO, I.; MORILLON, R.; TADEO, F.R.; TALON, M. Physiology of citrus fruiting. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19, 333–362, 2007.
- LEITE, M. *Acessando Banco de Dados com Ferramentas RAD. Aplicações em Delphi*. Editora Brasport, ISBN: 9788574523101, 2009.
- MATTOS JR, D.; DE NEGRI, J.D.; POMPEU JR, J.; GHILARDI, A.A.; DE AZEVEDO, F. A.; BASTIANEL, M. *Citros - Principais informações e recomendações de cultivo. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas / Eds. ADRIANO TOSONI DA EIRA AGUIAR, CHARLESTON GONÇALVES, MARIA ELISA AYRES GUIDETTI ZAGATTO PATERNIANI; et al. 7.^a Ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agronômico, 2014. 452 p. (Boletim IAC, n.º 200).*

- MEDINA, C.L.; RENA, A.B.; SIQUEIRA, D.L.; MACHADO, E.C. Fisiologia dos citros. In: MATTOS Junior, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU Junior, J.(Org.). Citros. Campinas: IAC/FUNDAG, 2005. p. 149-184.
- MESQUITA, G.L.; ZAMBROSI, F.C.B.; TANAKA, F.A.O.; BOARETTO, R.M.; QUAGGIO, J.A.; RIBEIRO, R.V.; MATTOS-JR., D. Anatomical and Physiological Responses of Citrus Trees to Varying Boron Availability Are Dependent on Rootstock. *Front. Plant Sci.* 7:224. doi: 10.3389/fpls.2016.00224, 2016.
- O'BRIEN, J.A. Sistemas de Informação e as decisões gerenciais na era da internet. Tradução: Cid Knipel Moreira. 9ª ed. Americana. São Paulo: Saraiva 2003.
- ORTOLANI, A.A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R. Agroclimatologia e o cultivo dos citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. (Ed.). Citricultura Brasileira. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.153-188.
- PIO, R.M.; FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S.; CARDOSO, S.A.B. Variedades copas. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Org.). Citros. Cordeirópolis: Centro APTA Citros Sylvio Moreira, 2005. p.37-60.
- POMPEU Junior, J. Porta-enxertos. In: MATTOS Junior, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU Junior, J. Citros. Cordeirópolis: Centro APTA Citros Sylvio Moreira, 2005. p. 63-94.
- RAVEH, E.; SABAN, T.; ZIPI, H.; BEIT-YANNAI, E. Influence of rootstock and scion on antioxidant capacity of juice from new pomelo and mandarin varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 1825–1830, 2009.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>. Acesso em: 3 mar. 2019.
- SANDHU, K.S.; MINHAS, K.S.; SIDHU, J.S. Processing of Citrus Juices In: NIRMAL K. SINHA, JIWAN S. SIDHU, JÓZSEF BARTA, JAMES S. B. WU AND M. PILAR CANO (eds). Handbook of fruits and fruit processing /– Second edition. John Wiley & Sons, Ltd. Published 2012: 489-534.
- SARKAR, D.; ANDREWS, F.; WRIGHT, K.; KLEPEIS, N.; MURRELL, P.

- Package “Lattice”, 2020. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/lattice/lattice.pdf>
- SCHINOR, E.H.; CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; MACHADO, M.A. Sunki Mandarin vs *Poncirus trifoliata* Hybrids as Rootstocks for Pera Sweet Orange. *Journal of Agricultural Science*, v. 5, n. 6, p. 190-200, 2013.
- SHAFIEIZARGAR, A.; AWANG, Y.; SHUKOR JURAIMI, A.; OTHMAN, R. Yield and fruit quality of ‘Queen’ orange [*Citrus sinensis* (L) Osb.] grafted on different rootstocks in Iran. *Aust. J. Crop Sci.*, 6 (5), 777–783, 2012.
- SHAFQAT, W.; NAQVI, S.A.; MAQBOOL, R.; HAIDER, M.S; JASKANI, M.J.; KHAN, I.A. Climate Change and Citrus. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.95488>, 2021.
- SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C. Citros: do Plantio à Colheita. UFV-MG, 278 p., 2017.
- STENZEL, N.M.C.; NEVES, C.S.V.J.; SCHOLZ, M.B.D.S.; GOMES, J.C. Comportamento da laranjeira ‘Folha Murcha’ em sete porta-enxertos no noroeste do Paraná. *Rev. Bras. Frutic.*, 27, 408–411, 2005.
- TAZIMA, Z.H.; NEVES, C.S.V.J.; YADA, I.F.U.; LEITE JÚNIOR, R.P. Performance of ‘Okitsu’ Satsuma Mandarin on nine rootstocks. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 70, 422–427, 2013.
- VOLPE, C.A. Fenologia dos citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISILOGIA, 2, 1992, Bebedouro. Anais, Campinas: Fundação Cargill, 1992.p.107-119.

APÊNDICE

ANÁLISE MULTIVARIADA POR LOCAL

Médias e desvios padrões para as características: Massa, Altura, Largura, A/L, Rendimento de suco, Acidez total titulável (AT), Sólidos solúveis totais (SS), Ratio e Índice Tecnológico (IT) em Barretos.

Genótipos	Massa	Altura	Largura	A/L	Rd_suco	AT	SS	Ratio	IT
18	196,31	7,66	7,03	1,09	52,19	0,85	12,18	14,4	2,59
SD	16,79	0,23	0,22	0,02	1,33	0,11	1,55	1,32	0,32
26	189,88	7,63	7,01	1,09	51,26	0,78	12,65	16,21	2,64
SD	18,39	0,34	0,24	0,01	1,69	0,06	1,11	0,47	0,26
47	183,19	7,43	6,86	1,08	50,1	0,99	13,78	14,5	2,82
SD	16,6	0,26	0,21	0,01	2,16	0,25	1,15	3,23	0,33
68	200,94	7,61	7,18	1,06	52,88	0,82	12,21	15,16	2,63
SD	10,52	0,18	0,1	0,02	0,92	0,12	0,81	2,01	0,18
70	186,63	7,4	6,95	1,07	54,5	0,74	12,05	16,25	2,69
SD	16,43	0,23	0,2	0,02	1,96	0,04	0,91	1,54	0,28
73	189,63	7,55	7	1,08	54,48	0,79	11,69	14,98	2,6
SD	22,54	0,27	0,25	0,02	2,25	0,06	0,9	1,74	0,25
110	206,5	7,55	7,26	1,04	50,49	0,77	11,25	14,73	2,31
SD	31,75	0,39	0,42	0,03	3,13	0,07	0,88	0,65	0,21
124	193	7,53	7,05	1,07	53,23	0,77	10,83	14,15	2,36
SD	11,46	0,14	0,18	0,01	1,37	0,06	0,87	0,65	0,25
128	187,56	7,58	6,96	1,09	52,76	0,8	12,84	16,14	2,76
SD	17,27	0,31	0,21	0,02	0,9	0,07	1,09	1,79	0,26
137	231,69	7,91	7,48	1,06	51,79	1	12,39	12,54	2,61
SD	24	0,36	0,25	0,02	1,24	0,18	1,46	0,88	0,3
139	216,06	7,89	7,3	1,08	53,01	0,89	12,19	13,79	2,64
SD	10,75	0,2	0,11	0,02	1,12	0,15	1,74	1,62	0,4
148	204,31	7,7	7,18	1,07	51,55	0,87	12,71	14,59	2,67
SD	26,35	0,4	0,34	0,02	1,12	0,07	0,8	1,57	0,14
150	194,38	7,55	7,04	1,07	52,1	0,94	12,84	13,69	2,72
SD	31,03	0,41	0,39	0,02	1,32	0,09	1,16	0,82	0,25
151	194,69	7,58	7,13	1,07	51,28	0,84	12,36	15,09	2,59
SD	11,78	0,16	0,18	0,02	2,39	0,15	1,05	1,94	0,26
152	194,63	7,5	7,05	1,07	51,59	0,95	12,44	13,19	2,62
SD	26,6	0,38	0,29	0,01	1,17	0,11	0,79	1,23	0,13
248	203,73	7,68	7,16	1,07	52,36	0,85	12,48	14,75	2,66
SD	18,38	0,28	0,22	0,02	2,03	0,08	1,27	1,5	0,32
299	200,25	7,66	7,1	1,08	52,58	0,82	11,9	14,51	2,55
SD	10,11	0,15	0,11	0,01	3,41	0,08	1,13	0,32	0,23
SB	204,5	7,69	7,16	1,08	53,75	0,73	11,21	15,44	2,45
SD	18,34	0,28	0,2	0,02	2,72	0,09	0,94	2,22	0,25
CS	197,44	7,51	7,13	1,05	51,68	0,82	12,46	15,73	2,63
SD	18,84	0,32	0,24	0,02	1,64	0,18	0,9	3,3	0,24
W2	193	7,53	7,06	1,06	51,54	0,82	12,16	14,83	2,55
SD	20,14	0,25	0,24	0,01	2,59	0,06	0,88	1,22	0,2
Média geral	198,41	7,61	7,1	1,07	52,25	0,84	12,23	14,73	2,6
SD geral	21,63	0,3	0,26	0,02	2,17	0,13	1,21	1,85	0,27

Médias e desvios padrões para as características: Massa, Altura, Largura, A/L, Rendimento de suco, Acidez total titulável (AT), Sólidos solúveis totais (SS), Ratio e Índice Tecnológico (IT) em Gavião Peixoto.

Genótipos	Massa	Altura	Largura	A/L	Rd_suco	AT	SS	Ratio	IT
18	221,13	7,89	7,48	1,06	49,58	0,61	10	16,61	2,04
SD	40,71	0,5	0,48	0,03	4,77	0,1	0,79	2,21	0,35
26	164,5	7,19	6,68	1,08	52,65	0,8	12,89	16,14	2,76
SD	22,65	0,38	0,31	0,04	3,29	0,1	0,88	1,43	0,19
47	260,25	8,65	8,05	1,08	47,58	0,57	9,8	17,51	1,92
SD	52,17	0,81	0,72	0,03	8,6	0,08	0,62	1,97	0,46
68	210,5	7,99	7,26	1,1	46,78	0,49	9,74	21,46	1,88
SD	23,93	0,34	0,3	0,03	7,98	0,13	0,93	6,83	0,41
70	220,5	8,26	7,43	1,11	43,65	0,4	9,06	24,89	1,67
SD	26,24	0,47	0,36	0,02	11,76	0,16	1,42	7,8	0,7
73	206,5	7,71	7,14	1,08	52,14	0,6	10,99	18,59	2,34
SD	16,42	0,33	0,13	0,04	3,07	0,07	0,39	2,5	0,15
110	193,6	7,34	6,93	1,06	52,41	0,79	10,88	14,11	2,32
SD	39,93	0,79	0,68	0,02	2,14	0,23	1,92	1,68	0,36
124	216,5	8,15	7,41	1,1	44,51	0,44	9,36	25,68	1,76
SD	15,6	0,47	0,27	0,04	11,8	0,21	1,38	10,31	0,67
128	208	7,98	7,29	1,09	45,34	0,41	9,49	25,06	1,8
SD	31,17	0,43	0,46	0,03	9,76	0,15	1,34	6,98	0,61
137	213,63	7,73	7,36	1,05	53,19	0,8	11,69	14,66	2,53
SD	20,75	0,46	0,27	0,03	1,18	0,08	0,84	0,75	0,14
139	201,13	7,58	7,2	1,05	53,63	0,75	10,96	14,73	2,39
SD	24,1	0,45	0,28	0,02	2,64	0,12	1,06	1,25	0,22
148	208,13	7,68	7,28	1,06	53,13	0,84	10,99	13,55	2,38
SD	25,74	0,54	0,25	0,04	1,03	0,2	0,96	2,38	0,17
150	214,13	7,79	7,34	1,06	53,31	0,64	10,44	16,49	2,28
SD	18,46	0,2	0,27	0,04	3,68	0,06	0,28	1,29	0,18
151	218,63	7,68	7,16	1,07	47,83	0,62	9,85	15,95	1,93
SD	42,89	1,26	1,11	0,03	7,19	0,03	0,64	1,34	0,32
152	211	7,98	7,28	1,1	48,56	0,5	9,85	21,21	1,97
SD	35	0,47	0,42	0,03	8,2	0,16	0,77	6,1	0,47
248	214,75	7,81	7,39	1,06	51,7	0,65	10,48	16,33	2,22
SD	30,96	0,37	0,39	0,04	4,85	0,06	0,57	1,16	0,29
299	217,75	8,01	7,4	1,09	48,53	0,53	9,93	20,85	1,99
SD	23,54	0,34	0,32	0,04	7,32	0,14	0,88	8,49	0,42
SB	220,25	8,14	7,4	1,1	47,03	0,47	9,33	21,08	1,81
SD	28,05	0,44	0,35	0,02	9,42	0,11	0,83	5,45	0,48
CS	201,69	7,93	7,19	1,1	53,74	0,57	10,11	17,8	2,22
SD	14,07	0,22	0,18	0,02	1,24	0,03	0,41	1,12	0,09
W2	214,75	8,23	7,53	1,09	40,38	0,44	8,44	23,14	1,45
SD	28,18	0,7	0,5	0,05	14,25	0,19	1,17	10,59	0,68
Média geral	211,86	7,88	7,31	1,08	49,28	0,6	10,21	18,79	2,08
SD geral	32,47	0,61	0,5	0,04	7,85	0,19	1,34	6,19	0,5