



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DE CULTIVARES COPAS E PORTA-ENXERTOS NO  
CULTIVO DE TANGERINEIRAS EM ANÁPOLIS/GO**

**FERNANDO ALBERTO SOUSA CALISTO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA/DF**

**02 DE JANEIRO DE 2024**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DE CULTIVARES COPAS E PORTA-ENXERTOS NO  
CULTIVO DE TANGERINEIRAS EM ANÁPOLIS/GO**

**FERNANDO ALBERTO SOUSA CALISTO**

**ORIENTADOR: OSVALDO KIYOSHI YAMANISHI**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**PUBLICAÇÃO: ---/2024**

**BRASÍLIA/DF**  
**02 DE JANEIRO DE 2024**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DE CULTIVARES COPAS E PORTA-ENXERTOS NO**  
**CULTIVO DE TANGERINEIRAS EM ANÁPOLIS/GO**

**FERNANDO ALBERTO SOUSA CALISTO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDO À FACULDADE DE AGRONOMIA E**  
**MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB, COMO PARTE**  
**DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM**  
**AGRONOMIA.**

**APROVADO POR:**

---

Eng. Agrônomo Osvaldo Kiyoshi Yamanishi, Doutor (Universidade de Brasília – FAV)  
(Orientador) CPF: 844.256.601-53. E-mail: [okyamanishi@gmail.com](mailto:okyamanishi@gmail.com)

---

Eng. Agrônomo Márcio de Carvalho Pires, Doutor (Universidade de Brasília – FAV)  
(Examinador Interno) CPF: 844.256.601-53. E-mail: [mcpires@unb.br](mailto:mcpires@unb.br)

---

Eng. Agrônomo Firmino Nunes de Lima, Doutor (CODEVASP)  
(Examinador Externo) CPF: 042.130.903-29. E-mail: [minonunes@hotmail.com.br](mailto:minonunes@hotmail.com.br)

---

Eng. Agrônomo Toshio Ogata, Mestre (EMATER/GO)  
(Examinador Externo) CPF: 077.448.381-49. E-mail: [t.ogata@hotmail.com](mailto:t.ogata@hotmail.com)

**BRASÍLIA/DF**  
**02 DE JANEIRO DE 2024**

## FICHA CATALOGRÁFICA

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

CALISTO, F. A. S. **Influência de cultivares copas e porta-enxertos no cultivo de tangerineiras em Anápolis/go.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília – UnB, 2024. – 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

## **CESSÃO DE DIREITOS**

**Nome do Autor:** Fernando Alberto Sousa Calisto

**Título da Dissertação de Mestrado:** **Influência de cultivares copas e porta-enxertos no cultivo de tangerineiras em Anápolis/go.** **Grau:** Mestre **Ano:** 2024

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Osvaldo Kiyoshi Yamanishi, expresse minha profunda gratidão por todas as oportunidades proporcionadas, pela orientação dedicada e por ser um verdadeiro guia nos momentos desafiadores. Sua orientação foi fundamental para o meu desenvolvimento acadêmico, sendo um apoio crucial ao longo dessa jornada.

Ao Professor Toshio Ogata, expresse minha profunda gratidão por ceder o experimento, pela valiosa orientação e pela receptividade calorosa em Anápolis, proporcionando-me uma excelente estadia. Sua generosidade e expertise foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Márcio de Carvalho Pires, agradeço pela eficiente orientação burocrática, pela amizade compartilhada e pelo profissionalismo que tornou essa jornada mais fluida e produtiva.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a vocês, Firmino e Hyan pela parceria valiosa, pelas oportunidades enriquecedoras e, acima de tudo, pela amizade sincera que compartilhamos. Cada momento ao lado de vocês foi especial e contribuiu significativamente para a minha jornada. Agradeço por estarem presentes, por compartilharem conhecimento, risadas e desafios.

Aos dedicados funcionários da Estação Experimental de Biologia (EEB), João Batista, João Paulo, Raimundo Nonato e Damião, meu sincero agradecimento pela colaboração, suporte e trabalho incansável que contribuíram significativamente para o êxito desta pesquisa.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF), expresse minha gratidão pela bolsa concedida, que não apenas viabilizou financeiramente meus estudos, mas também proporcionou a oportunidade de aprofundar meu conhecimento e contribuir para a ciência.

Aos Meus Queridos Pais, Maria do Socorro e Itamar Calisto, não há palavras que possam expressar adequadamente a minha gratidão a vocês. Meu eterno agradecimento por serem o meu suporte constante em todos os momentos da vida. A presença, o amor e o apoio incondicional que vocês me oferecem são verdadeiramente inestimáveis.

À Minha Querida Filha Morgana, você veio ao mundo como um presente divino, transformando minha vida e me mostrando um novo panorama da existência. Ser seu pai é uma bênção inestimável, e agradeço todos os dias por ter você ao meu lado, iluminando meus dias e dando um propósito mais profundo à minha jornada.

À Universidade de Brasília (UnB) pela oportunidade de realizar o doutorado. Expresso minha gratidão à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) pelo auxílio financeiro e à equipe do Laboratório Micellium – Análises Agrícolas e Biomoleculares de Plantas em Barretos, SP, pelas análises químicas de solo, folhas e frutos realizadas. Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para o sucesso desta jornada acadêmica.

**INFLUÊNCIA DE CULTIVARES COPAS E PORTA-ENXERTOS NO  
CULTIVO DE TANGERINEIRAS EM ANÁPOLIS/GO**

**FERNANDO ALBERTO SOUSA CALISTO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA/DF**

**JANEIRO/2024**

# INFLUÊNCIA DE CULTIVARES COPAS E PORTA-ENXERTOS NO CULTIVO DE TANGERINEIRAS EM ANÁPOLIS/GO

## RESUMO GERAL

O Brasil desempenha um papel significativo na produção global de citros, com a laranja ocupando a maior área de plantio, seguida pela tangerina. A tangerina é uma fruta muito apreciada tanto para consumo in natura quanto na produção de sucos, devido ao seu sabor intenso e aroma atraente. Notavelmente, a maior parte da produção de tangerina concentra-se em duas variedades, 'Ponkan' e 'Murcott'. Além disso, é importante destacar que a maioria das mudas é enxertada na cultivar de limão cravo (*Citrus limonia* (L.) Osb). Conscientes das vulnerabilidades inerentes à cultura da tangerina, este estudo teve como objetivo identificar combinações de alta compatibilidade entre diferentes variedades de copa (Dekopon, Imazu Ponkan, Murcott, Ponkan) e porta-enxertos (Flying Dragon, Citrumelo Swingle, Cravo, Cleópatra, Sunki e Gou Tou), visando uma produção mais sustentável. Para uma análise abrangente da morfologia das plantas, procedemos com a medição do diâmetro da copa, altura das plantas e produtividade. Além disso, para estimar o volume da copa, foi utilizado um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) e, empregado a técnica de fotogrametria, foi calculado o volume aproximado das plantas. Esses resultados nos fornecem informações sobre o comportamento do crescimento vegetativo de diferentes variedades de tangerina enxertadas sobre diferentes porta-enxertos. Esta abordagem visa otimizar a seleção de combinações que favoreçam um desenvolvimento saudável e produtivo das plantas, contribuindo assim para uma produção sustentável e redução dos impactos econômicos e ambientais.

**Palavras-Chave:** *Citricultura, Citrus spp., Clima Tropical, Enxertia, Fitotecnia.* , .

## GENERAL ABSTRACT

Brazil plays a significant role in global citrus production, with orange cultivation covering the largest area, followed by tangerines. Tangerines are highly prized for both fresh consumption and juice production due to their intense flavor and appealing aroma. Notably, the majority of tangerine production is concentrated in two varieties, 'Ponkan' and 'Murcott'. Additionally, it is important to note that most seedlings are grafted onto the *Citrus limonia* (L.) Osb rootstock. Recognizing the inherent vulnerabilities in tangerine cultivation, this study aimed to identify highly compatible combinations between different scion varieties (Dekopon, Imazu Ponkan, Murcott, Ponkan) and rootstocks (Flying Dragon, Citrumelo Swingle, Cravo, Cleopatra, Sunki, and Gou Tou), with the goal of achieving a more sustainable and economically viable production. For a comprehensive analysis of plant morphology, measurements of canopy diameter, plant height, and productivity were conducted. Additionally, to estimate canopy volume, an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) was employed, and using photogrammetry techniques, the approximate volume of the plants was calculated. These results provide insights into the vegetative growth behavior of different tangerine varieties grafted onto various rootstocks. This approach aims to optimize the selection of combinations that promote healthy and productive plant development, thus contributing to sustainable production and the reduction of economic and environmental impacts.

**Keywords:** *Citriculture, Citrus spp., Tropical climate, Grafting, Phytotechnics.,*

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

**Tabela 1.** Altura de planta de tangerinas em função de diferentes cultivares porta-enxerto e cultivares copas nos distintos anos de avaliação (2019, 2020, 2021 e 2022). Anápolis-GO, 2024.

**Tabela 2** – Diâmetro de caule de planta de tangerinas em função de diferentes cultivares porta-enxerto e cultivares copas nos distintos anos de avaliação. Anápolis-GO, 2024.

**Tabela 3.** Produtividade de tangerinas em função de diferentes cultivares porta-enxerto e cultivares copas nos distintos anos de avaliação (2019, 2020, 2021 e 2022). Anápolis-GO, 2024.

### CAPÍTULO II

**Tabela 1.** Volume de copas de planta de tangerinas em função de diferentes cultivares porta-enxerto e cultivares copas nos distintos anos de avaliação (2022 e 2023). Anápolis-GO, 2024

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

**Figura 1** - Estação experimental Emater/GO, município de Anápolis, pomar experimental de tangerina.

**Figura 2.** Croqui da área experimental.

**Figura 3. A-** Régua com tamanho total de 4 metros. **B.** Utilização do paquímetro para mensurar diâmetro do enxerto e porta-enxerto

### CAPÍTULO II

**Figura 1.** Ortoimagem da área de cultivo.

**Figura 2** - Análise da Reamostragem: Distribuição de Reamostragem dos Pontos na Nuvem de Pontos. - demonstração da quantidade de fotos em que cada ponto da nuvem foi amostrado.

**Figura 3 A-** Nuvem de Pontos **B-** Malha Triangular 3D **C-** Modelo Digital de Elevação (MDE) **D-** Ortoimagem

**Figura 4-** Nuvem de pontos esparsa

**Figura 5-** Nuvem de pontos cada ponto possui uma localização x,y, gerando uma visualização Tridimensional..

**Figura 6** - A (imagem do modelo sólido, B colorizado, C triângulos zoom).

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL	vi
GENERAL ABSTRACT	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
LISTA DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 ORIGEM E HISTÓRICO	3
2.2 ASPECTOS ECONÔMICOS DA TANGERINA	4
2.3 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA	5
2.4 MORFOLOGIA DA TANGERINA	6
2.5 A CITRICULTURA NO ESTADO DO GOIÁS.	7
2.6 PRINCIPAIS CULTIVARES NO BRASIL	8
2.7 PRINCIPAIS PORTA ENXERTOS	10
2.8 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	12
2.9 CONDIÇÕES EDÁFICAS	13
2.10 PORTA-ENXERTO NA CITRICULTURA	13
2.11 PÓS COLHEITA DA TANGERINA	14
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO I	19
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE PORTA ENXERTO EM DIFERENTES VARIEDADES DE TANGERINA	19
RESUMO	20
ABSTRACT	21
1. INTRODUÇÃO	22
2. MATERIAL E MÉTODOS	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4. CONCLUSÃO	37
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CAPÍTULO II	39
MAPEAMENTO FOTOGRAFÉTRICO 3D PARA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DAS COPAS DE TANGERINA	39
RESUMO	40
ABSTRACT	41
1. INTRODUÇÃO	42
2. MATERIAL E MÉTODOS	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4. CONCLUSÃO	54

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas cítricas têm registros milenares, acredita-se que são originárias do sudoeste da Ásia. A Primeira espécie conhecida foi a ‘Cidra’ (*Citrus medica*), onde seu primeiro registro na Europa foi mencionada por Teofrasto 300 a.C, posteriormente séculos após a laranja azeda e os limões foram introduzidos por árabes na região mediterrânea e África. Com o início das cruzadas essas plantas foram disseminadas pela Europa. Já a laranja doce, que conhecemos atualmente, foi levada para Europa por volta do século XV do calendário cristão (PIZETTA, 1999; SOOST, 1975).

Hoje essa fruta tem uma enorme popularidade no mercado consumidor por possuir características organolépticas chamativas, como o alto valor nutricional, aroma agradável, características estéticas (cor e textura), rica em ácido ascórbico (vitamina C) (ROSA-HERNÁNDEZ 2016).

As tangerinas apresentam uma grande diversidade de espécie com características únicas, porém a utilização do porta-enxerto vai ocasionar uma mudança na variedade copa enxertada como no porta-enxerto, o porta enxerto vai influenciar, por exemplo, no vigor de crescimento da planta, porte, produtividade, época de colheita, precocidade de produção, peso dos frutos, valor nutricional do fruto, permanência dos frutos na planta, transpiração foliar, tolerância à salinidade. Já as copas vão influenciar no porta enxerto características como: crescimento radicular, resistência a intempéries climáticas, resistência a pragas e patógenos (LATADO 1998).

A diversificação na produção de tangerina ainda é muito baixa, as espécies ponkan e murcott predominam neste setor, apesar da diversidade genética do citros. Assim a obtenção de novos híbridos de importância econômica é fundamental para atender os padrões requeridos do mercado externo (OLIVEIRA 2002).

Neste contexto, faz-se necessário estudos que visam entender o comportamento vegetativo, fisiológico e produtivo de plantas de *Citrus* spp., caso das tangerinas, em função do uso de diferentes cultivares copas e cultivares porta-enxertos, nas mais diversas condições de cultivo.

Demonstram a importância da realização de pesquisas voltadas a produção de tangerinas em condições tropicais, como do estado de Goiás. O foco no entendimento do comportamento de diferentes cultivares copas e cultivares porta-enxertos pode ser o início do

processo de desenvolvimento da cadeia produtiva de tangerinas em larga escala nessa região, de maneira que venha garantir os retornos econômicos aos produtores e incentivando novos produtores.

Considerando-se as informações supracitadas, objetivou-se no presente trabalho observar o comportamento vegetativo, fisiológico, nutricional e produtivo de diferentes cultivares copas e cultivares porta-enxertos de tangerinas adaptadas às condições climáticas de Anápolis-GO.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 ORIGEM E HISTÓRICO**

As tangerinas têm como centro de origem, Nordeste da Índia e Sul da China, embora algumas espécies tenham sido citadas fora desse centro de origem. Tem-se citações da Tangerina King tendo sua origem na Indochina, variedade Satsuma com origem no Japão e a Mexerica com sua origem na Itália, porém estas regiões são consideradas centro de origem secundários, onde estas variedades são prováveis ancestrais do *C. reticulata*.(GIACOMETTI, 1991).

No Brasil a citricultura começou a ser introduzida no período de 1540 e 1560, com relato das primeiras plantas no litoral santista e em Salvador, e a primeira lavoura comercial foi onde hoje é o centro de São Paulo (GRAVENAL, 2011).

Todavia, as plantas de tangerina não chegaram junto com as primeiras plantas de citros, tiveram quase 300 anos entre a chegada das cultivares, onde Koller cita registros da Mexeriqueira do Rio no estado do Rio de Janeiro no início do século XX.(KOLLER & SCHAFER, 2009).

Segundo os dados do IBGE (2021), São Paulo lidera a produção nacional de tangerinas com uma área colhida de 10.191 Hectares e rendimento médio de 32,78 kg/ha onde o município de Casa Branca se destacou como o maior produtor.

## 2.2 ASPECTOS ECONÔMICOS DA TANGERINA

A Citricultura no Brasil vem apresentando números relevantes à economia. Dentre as principais plantas de citros cultivadas estão: laranjas, tangerinas e limas/limões. Segundo o Instituto brasileiro de geografia e estatística no ano de 2021 o Brasil produziu 1.085.048 toneladas de tangerina, em uma área de 55.407 Ha com um rendimento médio de 19,5 kg/ha, onde o estado de São Paulo se destaca sendo o maior produtor do país (MIRANDA 2011; IBGE 2022).

A Tangerina tem sua importância econômica atrelada principalmente a suas características organolépticas únicas e a facilidade do consumo. Seu sabor tem grande influência pelos níveis de açúcares e ácidos junto com uma mistura de diferentes compostos como álcoois, aldeídos, cetonas, terpenos e ésteres, que são responsáveis pelo aroma e sabor únicos que tornam a tangerina popular mundialmente (VASCONCELOS, 2020).

No ano de 2000, a produção mundial de tangerinas atingiu cerca de 16 milhões de toneladas, destinadas à indústria e principalmente ao mercado de frutas frescas (FEGER, 2003).

Além do consumo de frutas frescas, a indústria valoriza a extração de suco natural ou concentrado, além da produção de subprodutos, como o bagaço para alimentação de bovinos, utilização para controle biológico e a extração de óleo essencial. A indústria de suco pode se caracterizar como uma extratora e desidratadora, sendo que a tecnologia de extração foi criada no ano de 1940 nos Estados Unidos e é uma técnica usada até hoje, para a extração do suco e filtragem, evitando resíduos da casca, sendo depois concentrado a 65 a 66° Brix (DI GIORGI, 2014).

## 2.3 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

A Tangerina é uma planta perene e frutífera cítrica. Sua classificação é citada por Pizetta 1999 como pertencente à família das *Rutáceas*; subfamília *Aurantioideae*; gênero *Fortunella*; *Poncirus* e *Citrus*. O Gênero *Citrus* é comercialmente o mais utilizado onde encontram-se Tangerinas ('Cravo', 'Ponkan', 'Murcott', etc); Laranjas ('Bahia', 'Valência', 'Pêra', etc); Limas ácidas ('Galego', 'Tahiti', 'Ciciliano', etc); Pomelo ('Marsh Seedless').

Assim como os demais grupos cítricos a tangerina possui muitas variedades e tipos originados de mutações de diferentes espécies, o que torna difícil a classificação botânica da tangerina. (DONADIO. 1998).

As tangerinas são compostas por três principais grupos, que são: Clementinas (*C. clementina*), Satsuma (*C. unshiu* Marc.) e os Híbridos. As Clementinas têm como principal característica o tamanho do fruto, sendo seu porte classificado entre pequeno e médio. A desvantagem é a alternância de produção anual, em um ano produz muitos frutos pequenos e no outro ano poucos frutos de maior tamanho. As Satsumas são um grupo de tangerinas originárias do Japão que apresentam amadurecimento precoce dos frutos, ausência de sementes ou em quantidade reduzida, e têm a vantagem de se adaptar ao clima frio. O grupo dos híbridos, que engloba as tangerinas, é resultante do cruzamento entre espécies. Dentro deste grupo, temos as principais variedades cultivadas, ponkan e murcott (BASTOS 2014).

## **2.4 MORFOLOGIA DA TANGERINA**

De acordo com Radmann (2003), a caracterização morfológica refere-se à análise de descritores botânicos hereditários, facilmente mensuráveis e visíveis, que, em princípio, são expressos em diversos ambientes através de características fenotípicas. No entanto, diferentemente das laranjas doces que pertencem a uma única espécie botânica, as tangerinas são um grupo de espécies que compartilham a característica de ter frutos com cascas geralmente fáceis de remover manualmente, alternância de produção e maior tolerância a pragas e patógenos, mas com outras características agrônômicas bastante variáveis (EFROM, 2018).

As plantas de tangerina, na ausência de influência de porta enxertos, apresentam um padrão de crescimento ereto, com folhas espessas que podem apresentar espinhos ou não, além de uma tendência à alternância de produção. Seus frutos são classificados como hesperídeos, comumente referidos como bagas, e apresentam de 6 a 15 gomos, bem como epicarpo, mesocarpo e endocarpo, podendo ou não conter sementes. Esses frutos são facilmente descascáveis, grandes, de meia-estação, e possuem um sabor doce e um aroma intenso (BASTOS 2015, PIZETTA 1999).

## **2.5 A CITRICULTURA NO ESTADO DO GOIÁS.**

O Estado de Goiás possui boas condições edafoclimáticas para o cultivo dos citros e é por isso que a cultura da laranja é uma das frutíferas mais expressivas dentro do Estado, com grande potencial de crescimento com um mercado consumidor em franca expansão. Apesar de apresentar condições edafoclimáticas propícias ao cultivo de citros, ainda registra uma exploração relativamente restrita desse segmento agrícola. A produção é majoritariamente voltada para o mercado local de frutas frescas, sendo a seleção das variedades influenciada pelas preferências desse mercado (REZENDE, 2014).

A citricultura no Estado de Goiás ocupa uma extensão aproximada de 13.000 hectares, contando com a participação de 515 produtores e distribuída em 535 propriedades rurais. Dentre as áreas cultivadas, destacam-se a laranja com 8.053,61 hectares, o limão com 564,49 hectares e a tangerina com 4.901,93 hectares. Algumas das maiores áreas de cultivo são observadas em municípios como Itaberaí com 890,00 hectares, Hidrolândia com 870,00 hectares, Inhumas com 720,00 hectares, Água Fria com 570,00 hectares e Caldas Novas com 590,00 hectares. Esses dados indicam a presença de um setor de citricultura em crescimento no estado, com foco nas principais variedades de citros cultivadas na região (Agrodefesa GO. 2023).

O estado de Goiás é reconhecido como um produtor em ascensão no mercado de citros, tanto pela qualidade de seus frutos quanto por sua posição geográfica favorável, que assegura uma produção fluida e a aceitação facilitada de seus produtos nos mercados consumidores (COUTO 2018)

## 2.6 PRINCIPAIS CULTIVARES NO BRASIL

### **Tangerina Dekopon (*Citrus reticulata* 'Shiranui') :**

As plantas de citros possuem uma característica singular que favorece uma grande variedade de cultivares híbridos. Tal fato se deve ao fato de que as plantas cítricas são sexualmente compatíveis, inclusive com espécies de outros gêneros, tais como a *Fortunella* e o *Poncirus*. Esse processo de hibridação pode ocorrer de maneira natural ou em condições controladas (OLIVEIRA 2014).

Entre as diversas cultivares de natureza híbrida do tipo tangerina, destaca-se a variedade Dekopon (*Citrus reticulata* Blanco 'Shiranui'). De acordo com Vasconcelos (2019), essa variedade vem ganhando crescente importância no mercado nacional. É caracterizada pela ausência de sementes, frutos saborosos e doces, decorrentes de um alto teor de açúcar, e apresenta um alto valor agregado no mercado.

### **Tangerina Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco)**

A Tangerina Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) é uma variedade amplamente cultivada e popular em todo o mundo, tendo origem no continente asiático. Seu consumo é comum em países como China, Japão, Filipinas e Índia. No Brasil, essa variedade é a mais produzida e consumida, representando aproximadamente 60% dos plantios de tangerina comercial. Esses dados foram reportados em PIO (2006).

De acordo com Stenzel (2003), a Tangerina Ponkan apresenta porte médio, crescimento ereto e boa produtividade. No entanto, há tendência à alternância de produção. Além disso, seus frutos são grandes e possuem casca solta, o que confere um sabor suave e agradável, tornando-a uma variedade muito apreciada para consumo in natura.

### **Tangerina Murcott (*Citrus reticulata* blanco x *Citrus Sinensis*):**

A Tangerina 'Murcott' é um tangor híbrido obtido a partir do cruzamento entre *Citrus reticulata* Blanco x *C. sinensis* (L.) Osb. em 1920. Seu nome é uma homenagem a Charles Murcott, que desempenhou um papel importante na disseminação da variedade nos Estados Unidos. O fruto apresenta uma casca fina, polpa suculenta, doce e pouco ácida, sendo

comumente consumido in natura na Ásia e possuindo alto valor comercial no mercado internacional (CHIEN, 2005; ESPINOZA-NUÑEZ, 2006; BASTOS 2015).

Nos últimos anos, a variedade 'Murcott' vem ganhando destaque na indústria devido ao seu alto rendimento na produção de suco. Seu conteúdo líquido representa cerca da metade da massa do fruto, além de apresentar um alto teor de açúcares e coloração acentuada da polpa, características sensoriais importantes para o mercado (DUTRA 2012; BASTOS 2015).

## 2.7 PRINCIPAIS PORTA ENXERTOS

### **Limão Cravo (*Citrus limonia Osbeck*)**

No Brasil, o limoeiro 'Cravo' (*C. limonia Osbeck*) é amplamente utilizado como porta-enxerto em cerca de 80% dos pomares, devido a sua grande capacidade de adaptação, tolerância ao estresse hídrico, facilidade de obtenção de sementes, vigor no viveiro, boa taxa de sobrevivência no plantio, rápido crescimento e produção precoce, além da qualidade regular dos frutos. Este porta-enxerto é compatível com todas as variedades de copa, apresentando média tolerância ao frio e bom desempenho em solos arenosos (BASTOS 2015).

### **Cleópatra (*C. reshni hort. ex Tanaka*) :**

Durante mais de três décadas, a tangerineira 'Cleópatra' (*C. reshni hort. ex Tanaka*) tem sido uma escolha popular de porta-enxerto comercial em São Paulo, embora suas copas enxertadas possam apresentar um crescimento uniforme, sua produção inicial é lenta e a espécie é mais exigente em nutrientes e menos tolerante à seca em comparação com o limão-cravo.

### **Tangerina Sunki (*Citrus sunki Hort. ex Tan.*)**

De acordo com Bastos (2015), a tangerineira Sunki é um porta-enxerto de origem chinesa muito utilizado na produção de citros em todo o mundo. No Brasil, este porta-enxerto apresenta baixo número de sementes em comparação com outras variedades, com média de uma a duas sementes por fruto, quando cultivado em São Paulo. A seleção natural na Bahia deu origem à variedade 'Sunki Tropical', que apresenta um número maior de sementes viáveis. Quando enxertado, a tangerineira 'Sunki' apresenta precocidade de produção em relação a outras cultivares copa sobre 'Cleópatra', além de maior produtividade e menor oscilação de safra. Como é mais tolerante à seca, os frutos tendem a amadurecer mais tarde. Este porta-enxerto é considerado intermediário em relação às características do limoeiro 'Cravo' e 'Cleópatra'.

### **Goutoucheng (*Citrus x aurantium* ‘Gou Tou’)**

A laranjeira ‘Gou Tou’, que é considerada um híbrido natural de laranjeira azeda, é um dos porta-enxertos mais populares na China. Embora a laranjeira ‘Gou Tou’ apresente semelhanças com a laranjeira azeda, ela não é considerada uma laranjeira azeda verdadeira, e sim um híbrido natural proveniente da província de Zhejiang, na China (Mares 2007).

Segundo Reis e Duarte (2020), em estudos realizados utilizando o porta-enxerto ‘Gou Tou’, observou-se certa tolerância à salinidade e à seca, além de um comportamento vigoroso em solos calcários, e resistência ao CTV e *Phytophthora* spp. Entretanto, as árvores enxertadas em ‘Gou Tou’ apresentaram menor rendimento, frutos de menor calibre e menor teor de sólidos solúveis em relação às condições experimentais. É recomendado que mais estudos sejam feitos para avaliar a compatibilidade com diferentes cultivares e comportamento do porta-enxerto.

### **Flying Dragon (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. var. *monstrosa*)**

Aprimorar as perspectivas comerciais de uma cultura é um processo importante para atingir o sucesso financeiro. No caso da laranja trifoliata, tal aprimoramento ocorreu por meio da identificação de seleções que influenciam principalmente o tamanho da flor e, conseqüentemente, o tamanho da árvore enxertada. Destaca-se entre essas seleções a Flying Dragon, responsável por produzir árvores mais controladas em tamanho do que qualquer outro porta-enxerto. Em razão dessa característica ananicante, esse porta-enxerto tem atraído o interesse de produtores de citrus em diversos países, como Argentina e Costa Rica, onde um número significativo de árvores de limão e laranja doce, respectivamente, está sendo plantado sobre esse porta-enxerto (CASTLE 2010).

A Flying Dragon inicialmente era utilizada como um “bonsai”, uma técnica de cultivo de plantas ornamentais em vasos, onde foi introduzida nos Estados Unidos pelo botânico Walter S. Swingle em 1915. Inicialmente, sua utilização se restringia a fins meramente ornamentais e curiosidades botânicas. No entanto, posteriormente, questões econômicas despertaram o interesse de pesquisadores em identificar porta-enxertos anões que possibilitasse o aumento da densidade de plantio e, conseqüentemente, o incremento dos rendimentos.

O porta-enxerto trifoliato Flying Dragon [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. var. *monstrosa*] - FD, é uma variedade que reduz o tamanho das copas nele enxertadas. O uso da combinação FD e limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] já está consolidado no cinturão citrícola paulista, sob sistema de irrigação. O FD induz maior

rendimento, produção precoce e maior porcentagem de frutos de alta qualidade, em plantas menores e mais adequadas para plantações de alta densidade.

### **Citrumelo Swingle (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*)**

Citrumelo Swingle (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata*) é um híbrido amplamente utilizado como porta-enxerto em variedades comerciais de citros em diferentes países desde a década de 1940. No Brasil, sua introdução se deu em função de sua resistência a várias doenças, incluindo tristeza, gomose, nematoide e frio. Embora seja considerado um porta-enxerto produtivo, a obtenção de frutos de tamanho similar ao produzido com o uso do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' pode demandar maiores cuidados nutricionais, principalmente em relação ao fornecimento de potássio (BASTOS 2015).

## **2.8 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**

As plantas cítricas são originárias de regiões subtropicais e tropicais, que possuem as condições climáticas ideais para seu crescimento, florescimento e frutificação, pois variam de 21 a 32 C°. Temperaturas abaixo de 12,8 C° e acima de 37 C°, além da deficiência hídrica, são fatores que interferem diretamente na produção. A exigência de água fica entre 1900~2400 mm/ano tolerando a mínima de 1300 mm/ano (PIZETTA 1999, OLIVEIRA et al. 2012).

De acordo com SILVA (2000), a cultura não se mostra apropriada para zonas com alta umidade, por dificultar a obtenção de frutos com mais tonalidade pelo mercado, além do aumento da incidência de pragas e patógenos. Já os climas áridos, são excelentes para a cultura, pois produzem frutos de qualidade e pouca incidência de patógenos e pragas. Porém, estes climas apresentam a necessidade de planejamento hídrico na irrigação, o que garantirá uma série de benefícios, como maiores floradas e retenção de frutos (COELHO 2006).

## **2.9 CONDIÇÕES EDÁFICAS**

O Solo com condição ideal para os citros apresentam textura média, é profundo, descompactado, pouco ácido (pH entre 5-6) e com uma boa drenagem (pH entre 5-6). Estes fatores, junto a uma boa nutrição e disponibilidade hídrica, facilitam que as raízes atinjam profundidades de até 5 metros (PIZETTA 1999). O cultivo da citricultura brasileira é predominante em solos como Latossolos, Neossolos e Argissolos. O planejamento em cultivos comerciais deve ser feito de acordo com a capacidade do uso da terra para uma produção sustentável. Se necessário, deve ser feito a implantação de terraços, plantio em nível, canais de drenagem, manejo da fertilidade do solo (calagem e adubação), etc. (JUNIOR 2005).

Schäfer (2001), descreve que as características edáficas do campo, vão influenciar diretamente na escolha do porta-enxerto a ser utilizado, pois estes são capazes de influenciar diretamente em várias características fisiológicas e fisiopatológicas nas copas. Como os porta-enxertos comerciais não são capazes de suprir toda a necessidade de um local específico, é imprescindível a escolha do porta-enxerto adequado para cada situação específica.

Um ponto muito importante na escolha do porta-enxerto é levar em consideração condições climáticas, edáficas, manejo e variedade de copa utilizada. Logo é essencial um estudo da região onde o pomar será instalado, por conseguinte obtendo um melhor porta-enxerto possibilitando uma maior produtividade e qualidade nos frutos.

## **2.10 PORTA-ENXERTO NA CITRICULTURA**

Em uma cultura perene a escolha da muda pode ser considerada o insumo de maior importância, pois seu cultivo requer um tempo de 6 a 8 anos para que a planta possa apresentar seu potencial produtivo máximo, frutos de qualidade superior e outros aspectos como a longevidade do pomar. Diante destas dificuldades, é fato a citricultura evoluiu modernizando seu manejo com um importante aliado da fruticultura, o porta-enxerto (COSTA 1945; SCHAFER 2001).

A citricultura brasileira já passou por uma emblemática crise, em 1937, no estado de São Paulo, quando a maioria dos porta-enxertos utilizados no campo eram de laranja ‘azedada’, com a chegada do Tristeza dos Citros (CTV) e a rápida disseminação pelo pulgão preto (*Toxoptera citricidus* Kirk), diante deste fato muitas plantas precisaram ser erradicadas e muitos citricultores tiveram perdas consideráveis, portanto é clara a necessidade

de busca por alternativas de diversificação de porta-enxertos resistentes a moléstias como também variedades adaptadas às condições edafoclimáticas e aos sistemas de produção regional.(TERENCIO 2006).

Os porta-enxertos são responsáveis por influenciar em diversas características hortícolas e fitopatológicas, tanto para a planta como para os frutos, podendo resultar a aptidão do pomar em uma maior produtividade e qualidade de frutos, colheita em diferentes épocas, produzindo assim frutos que atendem exigências do mercado interno de frutas in natura, e a indústria de processamento que atende o mercado internacional .A variedade copa também vai influenciar nas características radicular do porta-enxerto, portanto a compatibilidade entre eles é de suma importância (SCHAFER 2001).

## **2.11 PÓS COLHEITA DA TANGERINA**

Na pós-colheita da tangerina a respiração se torna o processo fisiológico de maior importância. Logo que colhido o fruto passa a consumir suas próprias reservas energéticas para continuar seu desenvolvimento como a síntese de pigmentos, enzimas e outros materiais (SANCHES 2015).

A Tangerina é um fruto não-climatérico, portanto o armazenamento deve ser focado na conservação do fruto. A refrigeração é a técnica mais utilizada na pós-colheita de frutas cítricas in natura, as tangerinas são armazenadas entre 4°C até 10°C dependendo da variedade do fruto, a definição correta para cada variedade é de suma importância, para evitar danos fisiológicos por frio. Outras técnicas podem ser associadas a refrigeração para prolongar a pós colheita dos frutos, algumas destas técnicas são: atmosfera modificada, utilização de filmes de polietileno de baixa densidade ou ceras (CANTILLANO 2011; VEIGA 2019).

Segundo Pio (1992), os frutos que vão ser comercializados in natura, devem seguir um padrão de qualidade no mercado, como por exemplo a coloração do fruto, aspecto externo, tamanho padrão, casca fina, gomos bem formados, resistência ao transporte e equilíbrio da acidez no suco.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, D. C. **Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.35, n.281, p.36-45, jul./ago. 2014

BASTOS, D C. **Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 1-20, 2015

CANTILLANO, R. F. F; GALARÇA, S. P; TREPTOW, R. O; CASTRO, L. A. S ; **Efeito da atmosfera modificada na qualidade pós-colheita tangerinas 'PONKAN' durante o armazenamento refrigerado.** Boletim de Pesquisa. ISSN 1678-2518 , e Desenvolvimento Pelotas, RS Julho, 2011

CASTLE,W, S. A Career Perspective on Citrus Rootstocks, Their Development, and Commercialization. HortScience, v. 45, n. 1, p. 18-22, 2010

CHIEN, P; SHEU, F; LIN, H; **Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life.** Food Chemistry 100, 2007 p. 1160–1164

COELHO, E. F; FILHO, M. A. C; SIMÕES, W. L; COELHO, Y. S; **Irrigação em citros nas condições do nordeste do brasil.** Laranja, Cordeirópolis, v.27, n.2, p297-320, 2006

COSTA, A. S; GRANT, T. J; MOREIRA, S; **Investigações sobre a tristeza dos citrus.**

COUTO, Charlismilã Amorim do; SOUZA, Eli Regina Barboza de; MORGADO, Cristiane Maria Ascari; OGATA, T; CUNHA JÚNIOR, Luís Carlos. **Citrus Sinensis cultivars: alternatives for diversification of Brazilian orchards.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, 2018, v. 40, n. 5, e-097.

DI GIORGI, F. A **Emblemática Crise na Citricultura.** 1ª edição. Setembro Holambra SP. Editora Setembro, 2014.

DONADIO, L.C.; STUCHI, E.S.; CYRILLO, F.L.L. **Tangerinas ou mandarinas**. Jaboticabal: Funep, (Boletim citrícola, 5). 1998. Disponível em: [http://www.estacaoexperimental.com.br/documentos/BC\\_05.pdf](http://www.estacaoexperimental.com.br/documentos/BC_05.pdf), acessado em : Fevereiro 2023

DUTRA, A; **Efeito do tratamento térmico na concentração de carotenóides, compostos fenólicos, ácido ascórbico e capacidade antioxidante do suco de tangerina murcote**. Campinas, v. 15, n. 3, p. 198-207, jul./set. 2012

EFROM, C. D; SOUZA, P. V. D.; **Citricultura do Rio Grande do Sul: indicações técnicas** 1. ed. – Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação - SEAPI; DDPA, 2018

ESPINOZA-NUÑEZ, E; MOURÃO, F. A. A; STUCHI, M; ORTEGA, M;A. **Desenvolvimento e produtividade da tangerina "Fairchild" sobre quatro porta-enxertos**. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.6, p.1553-1557, set, 2008

FEGER, W.; BRANDAUER, H.; ZIEGLER H. **Analytical Investigation of Murcott (Honey) Tangerine Peel Oil**. Journal of Essential Oil Research, 15:3, 143-147, 2003  
Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10412905.2003.9712097> Acesso em: Fevereiro 2023

GIACOMETTI, D. C. Taxonomia **das espécies cultivadas de citros baseada em filogenética**. In: Rodriguez O, Viégas F, Pompeu Junior J, Amaro AA. (eds.). Citricultura Brasileira. 2. ed. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1991.

GRAVENAL, D. **História do controle de pragas na citricultura brasileira**, Citrus Research & Technology, Cordeirópolis, v.32, n.2, p.85-92, 2011.

JUNIOR, D. M; NEGRI, J. D; FIGUEREDO, J. JUNIOR, J. P; **CITROS: Principais informações e recomendações de cultivo**. Boletim Técnico 200 (IAC). 17 de março de 2005

KOLLER, O.C.; SHÄFER, G. **Origem da cultura da tangerina importância no mundo e no Brasil.** Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/agronomia/materiais/6936830001.pdf>>.

Acesso em: Fevereiro 2023.

MIRANDA, M. F. A. **Tangerinas ponkan orgânica (*Citrus reticulata blanco*) in natura submetidas à análise comparativa de revestimento comestível.** III simpósio brasileiro de pós-colheita - SPC 2011

SANCHES, A. G; SILVA, M. B; MOREIRA E. G. S; COSME, S. S; CORDEIRO, C. A. M; **Radiação uv-c na longevidade pós-colheita de tangerinas sob refrigeração.** v.10 n.36 p. 129-135, Dourados, 2017

OLIVEIRA, R. P.; SOARES FILHO, W. S.; BECKER, A.; SCIVITTARO, W. B.; CASTRO, L. A. S.; SCHWARZ, S. F.; GONZATTO, M. P. **Coleção de citros da Embrapa Clima Temperado.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014.

PIO, R. M. **Caracterização e avaliação de frutos de oito variedades do grupo das tangerinas.** Dissertação de Mestrado, Piracicaba, SP: ESALQ, 77p. 1992

PIO, R. M; AZEVEDO, F. A; NEGRI, J. D; **Características da variedade fremont quando comparadas com as das tangerinas ‘ponkan’ e ‘clementina nules.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 222-226, Agosto 2006

PIZETTA L. C. **Cultura do Citrus.** Jaboticaba São Paulo, editora Funep, 1999.

REZENDE, C, F, A. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) em produção de mudas de citrus- 2014. 119 f. : figs., tabs.

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

SILVA, G. B; AZEVEDO, P. V; **Potencial edafoclimático da “Chapada Diamantina” no Estado da Bahia para o cultivo de Cítrus.** Rev. Bras. Agrometeorologia, v. 8, n. 1, p. 133-139, 2000

STENZEL, N.M.C. et al. **Performance of “Ponkan” mandarin on seven rootstocks in Southern Brazil.** Hortscience, St. Joseph, v.38, n.2, p.176-178, 2003.

SOOST, R. K.; CAMERON, J. W. Citrus. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Eds.). **Advances in fruit breeding.** West Lafayette: Purdue University Press,1975. p. 507 - 540.

RADMANN, E. B.; OLIVEIRA R. P. **Caracterização de cultivares apirênicas de citros de mesa por meio de descritores morfológicos.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 9, p. 1123-1129, set. 2003

TERENCIO, J. C. C; **Deteção precoce da morte súbita dos citros usando fluorescência.** Dissertação (Mestrado)-Instituto de Química de São Carlos/ Universidade de São Paulo, 2006  
Investigações sobre a tristeza dos citrus

VASCONCELOS, L. H. C. **Avaliação pós-colheita de tangerinas ‘Dekopon’ submetidas a radiação ultravioleta C, atmosfera modificada passiva e beneficiamento.** Research, Society and Development, v. 9, n. 6 , 2020 disponível em :  
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3678> acessado: fev.2023

VIEGA, J. C; BARBARA, M. A; SILVA, B. M. P; VALENTGINI, S. R. T; CRISTOFANI-YALY, M; BRON, I. U; **Refrigeração e cera na conservação pós-colheita da tangerina IAC 2019Maria.** Citrus Res. Technol., 40, e1046, 2019

## **CAPÍTULO I**

### **AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE E FISIOLÓGICA DE PORTA ENXERTO EM DIFERENTES VARIEDADES DE TANGERINA**

## **CAP. I - AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE E FISIOLÓGICA DE PORTA ENXERTO EM DIFERENTES VARIEDADES DE TANGERINA**

### **RESUMO**

O panorama brasileiro exerce uma influência expressiva na produção global de citros, especialmente no domínio do mercado mundial de exportação de sucos de citrus, com ênfase na expansão considerável da cultura de laranjas, seguida pela tangerina. A tangerina, apreciada tanto para consumo in natura quanto na elaboração de sucos devido ao seu sabor distinto e aroma atrativo, concentra sua produção principalmente nas variedades 'Ponkan' e 'Murcott'. Nesse contexto, torna-se imperativo a realização de estudos para explorar novas variedades de tangerina, possibilitando ao produtor diversificar seu pomar e estender o período de colheita. Essa estratégia visa eliminar algumas janelas de produção, alcançando um ciclo produtivo mais contínuo por meio de uma combinação adequada de variedades que frutifiquem em períodos distintos. Vale ressaltar que a maioria das mudas de citrus são em sua grande maioria enxertada na cultivar de limão cravo (*Citrus limonia* (L.) Osb). Diante das inerentes vulnerabilidades associadas à cultura da tangerina, esta pesquisa busca identificar combinações de alta compatibilidade entre diversas variedades de copa (Dekopon, Imazu Ponkan, Murcott, Ponkan) e porta-enxertos (Flying Dragon, Citrumelo Swingle, Cravo, Cleópatra, Sunki e Gou Tou).

Palavras Chaves: *Citricultura, Enxertia, Compatibilidade, Fitotecnia, Crescimento Vegetativo, Citrus spp., Clima Tropical, Variedades de Enxerto, Produtividade, Cultivo de Citros no Centro-Oeste Brasileiro.*

## **CAP. I - AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE E FISIOLÓGICA DE PORTA ENXERTO EM DIFERENTES VARIEDADES DE TANGERINA**

### **ABSTRACT**

The Brazilian citrus landscape significantly influences global citrus production, particularly in the worldwide market for citrus juice exports. This is marked by a substantial expansion of orange cultivation, followed by tangerines. Tangerines, prized for both fresh consumption and juice production due to their distinctive flavor and appealing aroma, are primarily represented by the 'Ponkan' and 'Murcott' varieties. In this context, it is imperative to conduct studies exploring new tangerine varieties, allowing growers to diversify their orchards and extend the harvesting period. This strategy aims to eliminate production gaps, achieving a more continuous production cycle through a suitable combination of varieties that fruit at different times. It is noteworthy that the majority of citrus seedlings are predominantly grafted onto the 'Cravo' lemon cultivar (*Citrus limonia* (L.) Osb). Given the inherent vulnerabilities associated with tangerine cultivation, this research seeks to identify highly compatible combinations between various scion varieties (Dekoapon, Imazu Ponkan, Murcott, Ponkan) and rootstocks (Flying Dragon, Citrumelo Swingle, Cravo, Cleopatra, Sunki, and Gou Tou).

*Key words: Citriculture, Grafting, Compatibility , Crop Science , Vegetative growth.. Citrus spp. , Tropical Climate , Scion Varieties, Productivity , citrus cultivation in the Brazilian Midwest*

## 2. INTRODUÇÃO

No contexto brasileiro, a produção de citros desempenha um papel central, especialmente no Estado de São Paulo, que sozinho responde por cerca de 85% da produção nacional de laranjas, totalizando aproximadamente 14,8 milhões de toneladas em uma área de 700 mil hectares. Destacam-se ainda, com uma expressiva produção de aproximadamente 1,5 milhão de toneladas, variedades como Tahiti, tangerinas, a Ponkan e o tangor Murcott. Outros estados, como Bahia, Minas Gerais, Pará, Paraná e Rio Grande do Sul, também contribuem significativamente para o cenário do agronegócio citrícola no país, concentrando-se principalmente na produção de laranjas, tangerinas e Tahiti (LOPES 2011).

É fundamental ressaltar a relevância do estudo da cultura de citros no Centro-Oeste brasileiro, destacando especialmente o estado de Goiás. Compreender as nuances e demandas específicas dessa região é crucial para fortalecer o setor citrícola no Brasil como um todo. O Centro-Oeste, com sua geografia única e características climáticas distintas, oferece oportunidades e desafios únicos para a produção de citros, tornando imperativo um enfoque dedicado nesse contexto.

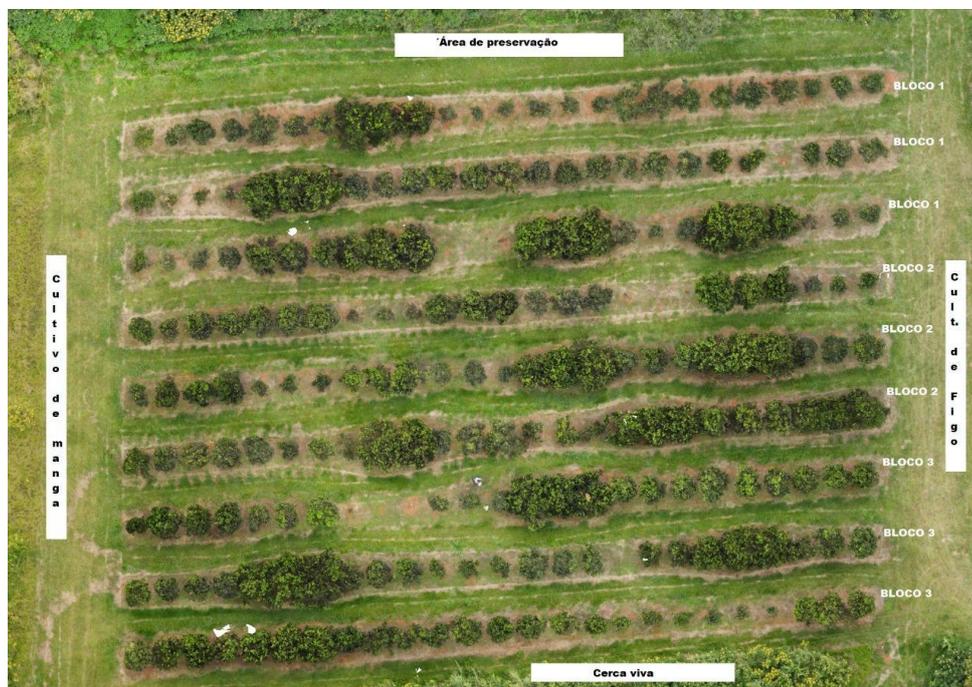
De acordo com Pompeu Junior (2005), os porta-enxertos foram concebidos com o propósito de promover melhorias genéticas, buscando assegurar qualidade e adaptação em distintas regiões, climas, temperaturas e tipos de solo. Essa estratégia visa otimizar o desempenho da citricultura. Além de sua utilização como meio de resistência a doenças e pragas, os porta-enxertos desempenham um papel crucial na alteração do porte da planta, na resistência a condições de seca e frio, na sanidade, na capacidade de absorção de nutrientes, na composição química, na fotossíntese e na transpiração foliar, na fertilidade do pólen, na precocidade produtiva, na eficiência e no rendimento de frutos, na época de maturação, na permanência dos frutos na planta, dentre outros aspectos.

Os porta-enxertos desempenham um papel significativo ao influenciar uma variedade de características hortícolas e fitopatológicas em árvores e frutos cítricos, podendo assim refletir a adequação do pomar em relação ao destino da produção, com ênfase na qualidade da mesma. Tanto a qualidade dos frutos quanto a produtividade do pomar sofrem considerável influência de fatores como condições climáticas, práticas de adubação e manejo do solo, espaçamento entre as plantas, além de diversos outros elementos. Essa interação complexa entre porta-enxertos e condições ambientais destaca a importância de uma abordagem holística na gestão de pomares citrícolas (SCHÄFER 2001).

O objetivo principal deste estudo foi a identificação de combinações promissoras entre seis porta-enxertos distintos e quatro variedades de copa, buscando compreender e determinar as melhores adaptações para a região Centro-Oeste do Brasil. O foco central era avaliar as interações entre esses elementos, visando a otimização do cultivo de citros nessa região específica.

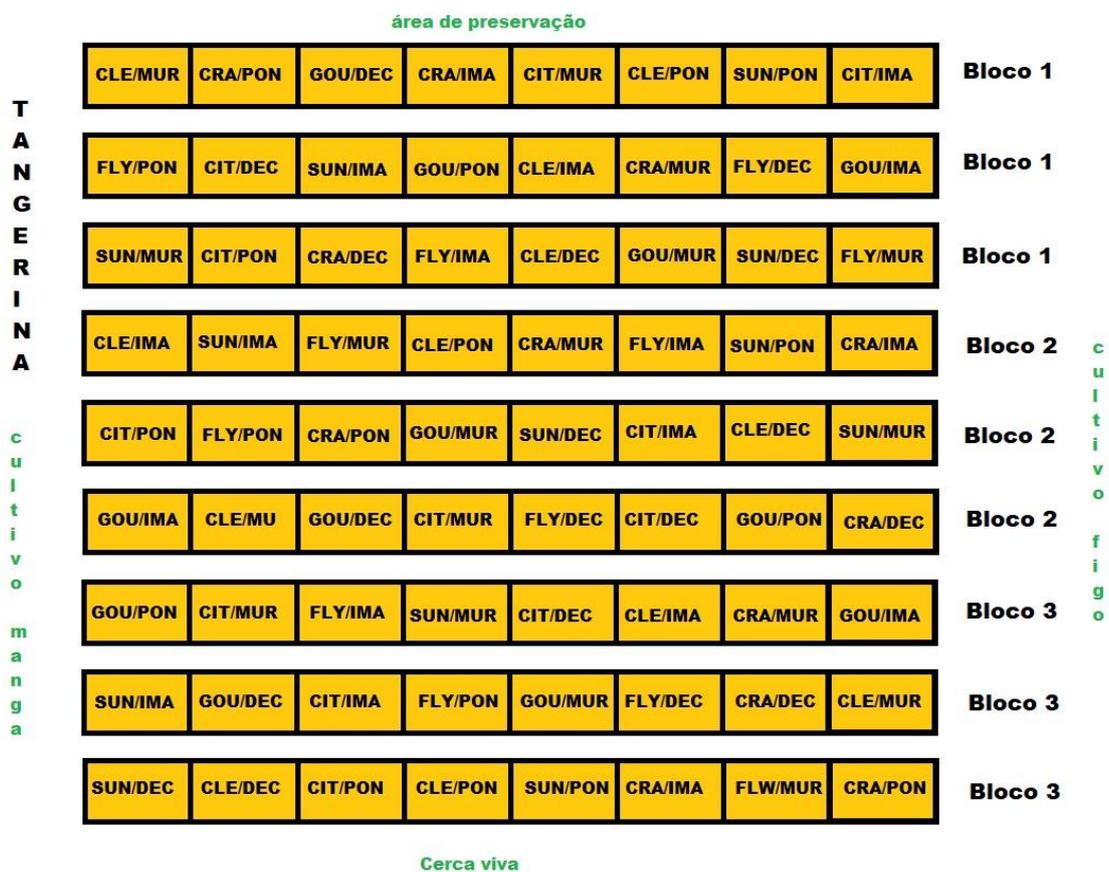
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O Local do experimento (Figura 1) está localizado na Estação Experimental da Emater em Anápolis/GO (latitude 16.34210141115881 Sul e longitude 48.87489563361788 Oeste) com 1.017 metros de altitude, mesorregião central do estado de Goiás. De acordo com os dados retirados da base aérea de Anápolis, no período de 2015 a 2023 a temperatura média foi de 21 graus, umidade relativa de 70% com média de precipitação de mm. Cardoso 2014, observou que o clima de Anápolis se caracteriza na classificação climática de KÖPPEN-GEIGER como CWB, que prevalece em regiões temperadas, caracterizadas como temperado úmido e com inverno seco e verão temperado.



**Figura 1** - Estação experimental Emater/GO, município de Anápolis, pomar experimental de tangerina.

O espaçamento adotado neste experimento foi de 3m x 6m. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por 6 cultivares porta-enxerto: (Cravo, Flying Dragon, Gou tou, Sunki, Citromelo e Cleopatra) e as subparcelas por 4 cultivares copas ('Ponkan', 'Murcott', 'Dekopon', 'Imazu Ponkan'), com três plantas por tratamento, e três blocos, resultando no total de 216 plantas de tangerina na área experimental (figura 2), as plantas recebiam o mesmo manejo nutricional, irrigação e controle de pragas.



**Figura 2.** Croqui da área experimental.

O Pomar foi avaliado nos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022, foi avaliado duas plantas de cada tratamento, excluindo a primeira para eliminar o efeito de bordadura, onde os parâmetros avaliados foram a altura e diâmetro da copa, sendo utilizado uma régua de 4 metros Para alcançar este objetivo, empregamos uma metodologia que envolveu a realização do teste Tukey para comparar as médias das diferentes combinações de variedades de copa e porta-enxertos. O teste Tukey é uma ferramenta estatística amplamente reconhecida e

eficiente para comparação de múltiplas médias, permitindo identificar quais combinações apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

Por meio do teste Tukey, buscamos compreender quais variedades de copa apresentaram melhor desempenho vegetativo quando enxertadas em diferentes porta-enxertos, assim como quais combinações resultaram em menor crescimento. Essa abordagem estatística nos permitiu obter informações detalhadas sobre o impacto das interações entre variedades de copa e porta-enxertos no crescimento vegetativo, fornecendo a combinação mais adequada de combinações que otimizem o desenvolvimento das plantas. Discutiremos os principais resultados obtidos e as conclusões decorrentes dessa análise, a fim de contribuir para o conhecimento na área de cultivo de frutíferas e oferecer subsídios para aplicações práticas em agricultura e pesquisa.



**Figura 3.** A- Régua com tamanho total de 4 metros. B. Utilização do paquímetro para mensurar diâmetro do enxerto e porta-enxerto

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A interação cultivares copa e cultivares porta enxertos exerceu efeitos significativos sobre os atributos de crescimento vegetativo, altura de plantas e diâmetro de caule ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) em todos os 4 (quatro) anos de avaliação (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Altura de planta de tangerinas em função de diferentes cultivares porta-enxerto e cultivares copas nos distintos anos de avaliação (2019, 2020, 2021 e 2022). Anápolis-GO, 2024.

<b>Altura (m) ano de 2019</b>				
<b>Porta Enxerto</b>	<b>Variedade Copa</b>			
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	3,58 Aa	3,49 Aa	1,93 Bb	3,25 Aa
Flying Dragon	1,8 Ba	1,89 Ca	0,86 Cb	2,05 Ba
Gou tou	3,59 Aa	3,17 ABab	2,91 Ab	3,57 Aa
Sunki	3,28 Aa	2,69 Ba	3,07 Aa	3,12 Aa
Citromelo	3,50 Aa	2,86 ABa	2,86 Aa	3,20 Aa
Cleopatra	3,48 Aa	3,02 ABa	3,16 Aa	3,50 Aa
<b>Altura (m) ano de 2020</b>				
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	3,85 Aa	3,64 Aa	2,06 Bb	3,64 Aa
Flying Dragon	2,07 Ba	2,07 Ca	0,94 Cb	2,20 Ba
Gou tou	4,43 Aa	3,43 ABcb	3,05 Ac	3,80 Aab
Sunki	3,68 Aa	2,77 CBb	3,28 Aab	3,58 Aa
Citromelo	3,97 Aa	2,99 ABb	3,02 Ab	3,49 Aab
Cleopatra	3,94 Aa	3,41 ABa	3,43 Aa	3,86 Aa
<b>Altura (m) ano de 2021</b>				
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	4,28 Aa	3,83 Aa	2,27 Bb	3,96 Aa
Flying Dragon	2,45 Ba	2,19 Ba	1,08 Cb	2,50 Ba
Gou tou	4,73 Aa	3,69 Ab	3,28 Ab	4,00 Aab
Sunki	4,18 Aa	3,00 ABb	3,63 Aab	4,12 Aa
Citromelo	4,39 Aa	3,24 Ab	3,44 Ab	3,89 Aab
Cleopatra	4,39 Aa	3,62 Aa	3,71 Aa	4,33 Aa
<b>Altura (m) ano de 2022</b>				
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	4,88 Aa	4,00 Aa	2,95 Bb	4,52 Aa
Flying Dragon	2,63 Ba	2,40 Ba	1,12 Cb	2,52 Ba
Gou tou	5,05 Aa	3,91 Abc	3,52 ABc	4,66 Aab
Sunki	4,83 Aa	3,41 ABb	4,11 Aab	4,70 Aa
Citromelo	5,00 Aa	3,45 Ac	3,66 ABbc	4,41 Aab
Cleopatra	5,10 Aa	3,88 Ac	4,10 Acb	4,85 Aab

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Pode-se observar que em todos os anos de avaliação (2019, 2020, 2021 e 2022) que a variedade de copa "Ponkan" e "Decopon" alcançaram os maiores índices de crescimento quando enxertadas no porta-enxerto "Goutou". Essa combinação específica mostrou-se altamente favorável para o desenvolvimento vegetativo dessas variedades, sugerindo que o porta-enxerto "Goutou" é uma opção promissora para impulsionar o crescimento das plantas.

As atividades de colheita de citrus emergem como uma das tarefas mais onerosas no contexto das culturas cítricas, devido à predominância da colheita manual (CASTRO-GARCIA et al., 2017). A colheita de frutas, em geral, absorve cerca de 25% dos custos totais de produção, exigindo quase 50% da força de trabalho da cultura, uma vez que a colheita mecanizada ainda não se estabeleceu de maneira generalizada nesse setor (Apolo-Apolo 2020). Portanto, a adoção de pomares de menor escala emerge como uma consideração estratégica relevante para otimizar a colheita e, conseqüentemente, melhorar a sustentabilidade financeira dos pomares de citros.

Pode-se observar que em todos os anos de avaliação (2019, 2020, 2021 e 2022) o porta-enxerto cv. Flying Dragon proporcionou um menor crescimento vegetativo das plantas de tangerinas independentemente da cultivar copa utilizada. Esse resultado é devido as características ananicas do Flyingdragon, ou seja, que tendem a limitar o crescimento das variedades de copa.

De acordo com a pesquisa conduzida por Montalvão (2020), o porta-enxerto FlyingDragon demonstrou ser a única variedade de porta-enxerto de citros verdadeiramente ananica em seu experimento.

Essa singularidade se traduziu em valores significativamente inferiores quando comparados com as demais cultivares avaliadas, conforme constatado no estudo. No entanto, é interessante notar que a variedade "Imazu Ponkan" obteve o menor valor entre todas as combinações com o "Flyingdragon". Isso sugere que a interação entre a variedade "Imazu Ponkan" e o "Flyingdragon" pode ter resultado em um efeito ainda mais restritivo no crescimento dessa variedade específica. Além disso, este porta-enxerto compartilha características semelhantes com outras variedades de laranja trifoliada, como resistência ao vírus da tristeza dos citros, à podridão radicular por fitóftora e ao nematoide dos citros, além de produzir frutas de alta qualidade quando utilizado como enxerto. Essas características o tornam uma opção promissora para o cultivo de citros, embora seja importante obter mais

informações sobre o controle genético do nanismo, especialmente considerando os esforços de melhoramento de porta-enxertos de citros em longo prazo (CHENG 1995).

Ao analisar as variedades de copa em combinação com o porta-enxerto "Cravo", a maioria delas demonstrou um bom desenvolvimento. No entanto, destaca-se que a variedade "Imazu Ponkan" diferiu significativamente em relação a todas as outras combinações de variedade copa. Essa diferença significativa sugere que o "Cravo" pode não ser a melhor opção como porta-enxerto para a variedade "Imazu Ponkan", sendo necessário considerar alternativas mais adequadas para promover seu crescimento eficiente.

Nos dados referentes ao ano de 2020, podemos observar algumas conclusões relevantes em relação ao crescimento vegetativo das diferentes variedades de copa em combinação com os diversos porta-enxertos. As copas da variedade "Ponkan" apresentaram os maiores valores de crescimento vegetativo entre todas as variedades estudadas. Isso indica que a variedade "Ponkan" foi a que obteve o maior crescimento em altura ao longo do ano de 2020, independentemente do porta-enxerto utilizado.

Por outro lado, a variedade "Imazu Ponkan" continuou com seu crescimento restrito, alcançando uma média de apenas 10 cm de crescimento anual quando enxertada no porta-enxerto "Flyingdragon". Além disso, também mostrou um desenvolvimento limitado quando enxertada no porta-enxerto "Cravo". Esses resultados sugerem que a variedade "Imazu Ponkan" pode ser mais sensível ou incompatível com esses dois porta-enxertos específicos, o que limita seu crescimento vegetativo.

As combinações da variedade "Decopon" com os porta-enxertos "Goutou" e "Cleopatra" se destacaram como superiores às demais em termos de crescimento vegetativo. Embora tenham apresentado um desempenho melhor do que outras combinações, não houve significância estatística entre os porta-enxertos "Cravo", "Sunki" e "Citromelo". Isso sugere que as variedades "Decopon" combinadas com "Goutou" e "Cleopatra" podem ser opções promissoras para promover o crescimento vigoroso das plantas.

A variedade "Murgot" também se destacou quando combinada com o porta-enxerto "Cravo", exibindo um bom desempenho. Além disso, vale a pena mencionar que a variedade "Murgot" apresentou um bom desempenho em combinação com as variedades de porta-enxerto "Cleopatra" e "Goutou". Isso indica que a variedade "Murgot" pode ser mais adaptada e responder positivamente a esses porta-enxertos específicos, resultando em um crescimento vegetativo satisfatório.

Ao analisar os dados referentes ao ano de 2021, observamos que a variedade "Imazu Ponkan" continuou a apresentar limitações em seu crescimento vegetativo, exibindo uma média de crescimento ainda menor em comparação com o ano de 2020

Por outro lado, as variedades "Ponkan" mantiveram um bom desenvolvimento vegetativo no quesito altura durante o ano de 2021. Além disso, a variedade "Decopon" também apresentou um bom desempenho em seu crescimento. Esses resultados indicam que tanto "Ponkan" quanto "Decopon" demonstraram um crescimento vigoroso durante esse período, independentemente dos porta-enxertos utilizados. Entretanto, é interessante notar que as combinações com a variedade "Murgot" não apresentaram o mesmo vigor no desenvolvimento que as variedades "Decopon" e "Ponkan".

No contexto do ano de 2021, a variedade "Imazu Ponkan" e as combinações com a variedade "Murgot" podem requerer atenção especial para compreender os fatores que limitam seu crescimento. Por outro lado, as variedades "Ponkan" e "Decopon" mostraram-se mais promissoras em termos de crescimento vigoroso, proporcionando uma base sólida para futuras decisões agrícolas e pesquisas que visem aprimorar o cultivo de frutíferas.

É fundamental ressaltar que as conclusões extraídas desta análise são específicas para o ano de 2021 e as condições avaliadas, e que outras variáveis, como o manejo, as condições ambientais e a escolha dos porta-enxertos, devem ser levadas em consideração para uma abordagem completa e bem-sucedida na prática agrícola.

No ano de 2022, o padrão de crescimento da variedade "Ponkan" permaneceu consistente, apresentando bons resultados no crescimento vegetativo. Essa variedade mostrou-se vigorosa e com um desenvolvimento satisfatório em todas as combinações com os diferentes porta-enxertos avaliados, reforçando sua adequação para diversas condições de cultivo.

Dentre as combinações envolvendo a variedade "Murgot", a que mais se destacou foi aquela com o porta-enxerto "Cravo". Essa interação resultou em um crescimento mais significativo em comparação com as outras combinações contendo "Murgot", indicando uma maior compatibilidade entre essa variedade e o porta-enxerto "Cravo".

Por outro lado, a combinação da variedade "Imazu Ponkan" com o porta-enxerto "Flyingdragon" revelou-se incompatível e problemática. O crescimento praticamente estagnado e a ocorrência de morte de plantas nessa combinação indicam que a variedade "Imazu Ponkan" não se adaptou bem ao "Flyingdragon", resultando em um desempenho insatisfatório no seu desenvolvimento vegetativo. Além disso, a variedade "Imazu Ponkan"

também não teve um desenvolvimento satisfatório em combinação com o porta-enxerto "Cravo".

Já as combinações com a variedade "Decopon" foram satisfatórias no crescimento vegetativo. Essa variedade apresentou resultados promissores em todas as combinações avaliadas, indicando que é uma opção versátil e bem adaptada para diferentes porta-enxertos.

Ao comparar as combinações com o porta-enxerto "Flyingdragon", a variedade "Ponkan" se destacou, exibindo o maior índice de crescimento vegetativo em altura. Esse resultado é notável, considerando que o "Flyingdragon" possui características ananicas, que tendem a limitar o crescimento das plantas. No entanto, a variedade "Ponkan" demonstrou um desempenho satisfatório mesmo nessas condições desafiadoras, sugerindo uma maior tolerância e adaptabilidade a esse porta-enxerto específico.

Pesquisas apontaram que o uso do porta-enxerto 'Flying Dragon' resulta em uma significativa redução do tamanho das árvores, sendo que, em geral, árvores maduras não ultrapassam a média de 2,5 metros de altura.

A análise do crescimento da copa revelou distintos comportamentos entre as variedades de citros e suas combinações com diferentes porta-enxertos ao longo dos anos de avaliação. Notavelmente, a variedade Dekopon destacou-se consistentemente, exibindo o maior diâmetro de copa em todos os anos. As combinações com os porta-enxertos Citromelo Swingle e Gou Tou demonstraram os maiores valores no último ano de avaliação, atingindo uma média de 5,20 metros e 5,26 metros de diâmetro (tabela 2).

**Tabela 2** – Diâmetro de caule de planta de tangerinas em função de diferentes cultivares porta-enxerto e cultivares copas nos distintos anos de avaliação. Anápolis-GO, 2024.

<b>Diâmetro (m) ano 2019</b>				
<b>Porta Enxerto</b>	<b>Variedade Copa</b>			
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	1,99 Ab	2,05 Ab	1,54 Ab	2,82 ABa
Flying Dragon	1,49 Aa	1,31 Ba	0,36 Bb	1,88 Ca
Gou tou	2,07 Aab	1,61 ABb	1,93 Ab	2,68 ABa
Sunki	1,87 Ab	1,38 ABb	1,93 Ab	2,58 Ba
Citromelo	2,00 Ab	1,77 ABb	2,04 Ab	3,30 Aa
Cleopatra	2,07 Ab	1,86 ABb	1,92 Ab	3,01 ABa
<b>Diâmetro (m) ano 2020</b>				
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	2,58 Ab	2,48 Ab	1,69 Bc	3,76 ABa
Flying Dragon	1,66 Bb	1,46 Cb	0,43 Cc	2,41 Ca
Gou tou	2,48 Ab	2,10 ABCb	2,39 Ab	4,09 ABa
Sunki	2,30 ABcb	1,75 CBc	2,52 Ab	3,58 Ba
Citromelo	2,54 Ab	2,30 ABb	2,47 Ab	4,33 Aa
Cleopatra	2,57 Ab	2,27 ABb	2,50 Ab	4,02 ABa
<b>Diâmetro (m) ano 2021</b>				
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	3,11 Ab	2,90 Ab	1,96 Ac	4,46 Aa
Flying Dragon	2,00 Bb	1,71 Bb	0,46 Bc	3,01 Ba
Gou tou	3,15 Ab	2,57 ABb	2,82 Ab	5,09 Aa
Sunki	3,26 Ab	2,19 ABc	2,81 Abc	4,58 Aa
Citromelo	3,28 Ab	2,74 Ab	2,73 Ab	5,39 Aa
Cleopatra	3,30 Ab	2,63 ABb	2,88 Ab	4,77 Aa
<b>Diâmetro (m) ano 2022</b>				
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	3,19 Ab	2,78 Abc	2,05 Ac	4,86 Aa
Flying Dragon	1,99 Bb	1,89 Ab	0,45 Bc	3,12 Ba
Gou tou	3,28 Ab	2,84 Ab	2,84 Ab	5,20 Aa
Sunki	3,39 Ab	2,19 Ac	2,93 Abc	4,75 Aa
Citromelo	3,31 Ab	2,81 Ab	2,73 Ab	5,26 Aa
Cleopatra	3,16 Ab	2,74 Ab	2,80 Ab	4,83 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Por outro lado, a combinação entre a variedade Imazu Ponkan e o porta-enxerto Flying Dragon apresentou diferença estatística significativa em relação às demais variedades de porta-enxerto e copa. Esse resultado indica uma restrição no crescimento vegetativo dessa combinação, evidenciando uma incompatibilidade entre a variedade copa e o porta-enxerto trifoliata Flying Dragon. A combinação com o porta-enxerto Cravo mostrou diferença estatística apenas em 2020, revelando menor crescimento tanto em diâmetro quanto em altura ao longo dos anos.

Os porta-enxertos Gou Tou, Sunki, Citromelo e Cleopatra não apresentaram diferença estatística nos anos observados, exibindo valores semelhantes de diâmetro de copa. A combinação com o porta-enxerto Sunki destacou-se no último ano, atingindo um diâmetro de 2,93 metros.

A variedade Murcott evidenciou um desempenho superior quando combinada com o porta-enxerto Cravo, apresentando os maiores valores de diâmetro de copa ao longo dos anos, com diferença significativa em relação a outros porta-enxertos, como Flying Dragon e Sunki. No último ano, não houve diferença significativa entre os porta-enxertos, sendo que a combinação com Sunki mostrou um desenvolvimento mais lento ao longo do tempo.

Quanto à variedade Ponkan, as combinações com diferentes porta-enxertos apresentaram pouca significância estatística, com valores de diâmetro de copa próximos entre si. Destaca-se a combinação com a variedade Sunki no ano de 2022 como a mais expressiva em termos de desenvolvimento do diâmetro de copa. Essas observações oferecem insights valiosos para compreender as interações entre variedades e porta-enxertos, contribuindo para a tomada de decisões na gestão eficiente de pomares de citros na região estudada.

**Tabela 3.** Produtividade de tangerinas em função de diferentes cultivares porta-enxerto e cultivares copas nos distintos anos de avaliação (2019, 2020, 2021 e 2022). Anápolis-GO, 2024.

<b>Produtividade tonelada/ha no ano de 2019</b>				
<b>Porta Enxerto</b>	<b>Variedade Copa</b>			
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	4,02 Aa	2,53 Aa	4,73 Aa	3,47 Ba
Flying Dragon	4,92 Aa	1,74 Ab	1,64 Bb	2,37 Bab
Gou tou	4,67 Aab	0,39 Ac	5,40 Aa	1,68 Bbc
Sunki	2,39 Aab	0,66 Ab	2,48 ABab	4,04 ABa
Citromelo	2,50 Ab	0,98 Ab	4,28 ABab	7,54 Aa
Cleopatra	3,34 Aa	1,03 Aa	3,55 ABa	4,40 ABa
<b>Produtividade tonelada/ha ano de 2020</b>				
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	10,07 Aa	9,90 Aa	3,93 Aa	10,03 ABa
Flying Dragon	10,18 Aa	5,86 Aab	4,63 Ab	9,25 ABa
Gou tou	9,21 Aab	4,58 Ab	6,32 Ab	13,86 Aa
Sunki	7,30 Aa	6,28 Aa	7,03 Aa	6,59 Ba
Citromelo	9,82 Ab	3,85 Aab	5,88 Aab	12,64 ABa
Cleopatra	11,81 Aa	2,92 Aa	5,87Aa	9,25 ABa
<b>Produtividade tonelada/ha no ano de 2021</b>				
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	21,84 Aa	13,75 Aa	9,28 Aa	17,85 Aa
Flying Dragon	12,66 Aa	5,30 Aa	7,67 Aa	9,12 Aa
Gou tou	14,12 Aa	13,98 Aa	14,31 Aa	20,36 Aa
Sunki	9,94 Aa	15,09 Aa	15,79 Aa	12,45 Aa
Citromelo	12,98 Aa	14,04 Aa	13,48 Aa	16,65 Aa
Cleopatra	13,29 Aa	11,63 Aa	14,37 Aa	16,30 Aa
<b>Produtividade tonelada/ha no ano de 2022</b>				
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	17,97 Aa	9,74 Aa	10,57 Aa	12,34 Aa
Flying Dragon	9,46 Aa	6,15 Aa	6,03 Aa	12,09 Aa
Gou tou	11,48 Aa	11,75 Aa	10,86 Aa	20,10 Aa
Sunki	10,27 Aa	12,26 Aa	18,63 Aa	15,11 Aa
Citromelo	11,80 Aa	10,27 Aa	11,60 Aa	20,15 Aa
Cleopatra	13,02 Aa	9,74 Aa	9,97 Aa	16,34 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

No período de 2019 a 2022, diversas análises foram conduzidas para avaliar a influência de diferentes combinações de porta-enxerto e variedades de copa na produtividade de tangerineiras. No primeiro ano de avaliação (2019), foi observado que as combinações de porta-enxerto com a variedade "Ponkan" tiveram os melhores desempenhos em termos de produtividade, especialmente quando enxertadas com "Flying Dragon", "Cravo" e "Cleopatra". Destas, a combinação com "Flying Dragon" alcançou a maior produtividade, atingindo 4,92 toneladas por hectare. A variedade "Murcott" apresentou seu melhor resultado em conjunto com o porta-enxerto "Cravo", alcançando 2,53 toneladas por hectare, enquanto a menor produção ocorreu na combinação com "Sunki", totalizando 0,39 toneladas.

No ano subsequente (2020), a variedade "Ponkan" não exibiu diferenças significativas entre as combinações de porta-enxerto, sendo que a combinação com "Flying Dragon" apresentou a maior produtividade de 4,92 toneladas por hectare, seguida pela combinação com "Goutou" com 4,67 toneladas. Notavelmente, a variedade "Murcott" também não demonstrou variações significativas em sua produtividade, com o melhor desempenho ocorrendo na combinação com "Cravo" (2,53 t/ha), e a menor valor na combinação com "Citromelo" (2,92 t/ha). A variedade "Imazu Ponkan", por sua vez, não apresentou diferenças significativas nas combinações com porta-enxerto, com a maior produtividade registrada na combinação com "Goutou" (5,40 t/ha) e a menor na combinação com "Flying Dragon". Para a variedade "Dekopon", a combinação com "Citromelo" se destacou com uma produtividade superior e uma diferença significativa em relação a outras variedades de copa e porta-enxertos.

Em 2021, as análises não evidenciaram diferenças significativas nos tratamentos. A variedade "Ponkan" obteve maior produtividade quando combinada com "Cravo" (21,84 t/ha), enquanto a combinação com "Sunki" registrou a menor produtividade (9,94 t/ha). Com base no estudo de Chaparro-Zambrano 2017, a combinação citromelo 'Swingle' com Ponkan, demonstrou ser particularmente notável na produtividade ao longo dos anos, superando a combinação com a tangerina 'Cleopatra' consistentemente.

A variedade "Murgot" alcançou a maior produtividade com a combinação com "Sunki", porém apresentou baixa produtividade quando associada ao "Flying Dragon" (5,30 t/ha). A "Imazu Ponkan" também se destacou com o porta-enxerto "Sunki", alcançando 15,09 t/ha, enquanto suas piores produtividades ocorreram com "Flying Dragon" e "Cravo". A "Dekopon" manteve uma produtividade superior, especialmente com "Goutou" (13,86 t/ha) e

"Citromelo" (13,86 t/ha), enquanto a menor produtividade foi observada na combinação com "Flying Dragon".

Finalmente, no ano de 2022, a "Dekopon" manteve sua posição como a mais produtiva entre as variedades de copa, destacando-se com "Goutou" (20,10 t/ha) e "Citromelo" (20,15 t/ha). A variedade "Murcott" continuou a exibir um desempenho inferior, alcançando sua maior produtividade com "Sunki" e a menor com "Flying Dragon". A "Imazu Ponkan" apresentou produtividade mais baixa na combinação com "Flying Dragon", corroborando os achados anteriores que indicaram incompatibilidade. A "Ponkan" mostrou declínio na produtividade em relação ao ano anterior, mas ainda mantendo valores consideráveis, com a maior produtividade na combinação com "Cravo" (17,97 t/ha).

Em resumo, ao longo dos anos avaliados, a escolha do porta-enxerto teve um impacto significativo na produtividade das variedades de copa de tangerineiras, com algumas combinações mostrando resultados superiores, enquanto outras exibiram incompatibilidade e menor produtividade. A variedade "Dekopon" se destacou como a mais produtiva nas diferentes combinações de porta-enxerto, indicando sua versatilidade e adaptabilidade.

## 5. CONCLUSÃO

Ao longo de quatro anos de avaliação, a interação entre variedades copa e porta-enxertos revelou impactos significativos no crescimento vegetativo, no diâmetro de copa e na produtividade das tangerineiras. Destacando-se, as variedades "Ponkan" e "Decopon" apresentaram consistentemente os maiores índices de crescimento quando enxertadas no porta-enxerto "Goutou", indicando a promissora contribuição desse porta-enxerto para o desenvolvimento vigoroso dessas variedades. A escolha cuidadosa do porta-enxerto não apenas afetou o crescimento, mas também influenciou diretamente a eficiência da colheita, um componente crucial para a sustentabilidade financeira dos pomares.

O "Flying Dragon" mostrou-se ananicante, limitando o crescimento vegetativo das plantas de tangerina, o que pode ser uma característica desejável em determinados contextos, especialmente quando a colheita manual é predominante. No entanto, a incompatibilidade entre o "Flying Dragon" e a variedade "Imazu Ponkan" sugere a necessidade de considerar alternativas mais adequadas para promover o crescimento eficiente dessa variedade.

Na análise do diâmetro de copa, a variedade "Dekopon" destacou-se consistentemente, alcançando os maiores valores em todas as combinações. Porta-enxertos como "Citromelo Swingle" e "Gou Tou" demonstraram ser os mais favoráveis para promover um diâmetro de copa robusto. Em contraste, a combinação entre "Imazu Ponkan" e "Flying Dragon" revelou diferenças significativas, evidenciando a incompatibilidade nessa interação.

No que diz respeito à produtividade, a escolha do porta-enxerto desempenhou um papel crucial. Combinações como "Ponkan" com "Flying Dragon", "Cravo" e "Cleopatra" mostraram-se altamente produtivas, enquanto "Imazu Ponkan" apresentou desafios de crescimento em algumas combinações, principalmente com "Flying Dragon" e "Cravo". A "Dekopon" manteve sua posição como a mais produtiva, destacando-se em diversas combinações.

Em resumo, a condução dessa pesquisa proporcionou informações valiosas sobre as interações entre variedades copa e porta-enxertos em tangerineiras. As descobertas oferecem uma base sólida para orientar práticas agrícolas e futuras pesquisas no centro-oeste brasileiro, ressaltando a importância da escolha criteriosa do porta-enxerto para otimizar o crescimento, a colheita e a produtividade nas condições específicas da região estudada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO-GARCIA, S. et al. **Frequency response of late-season 'Valencia' orange to selective harvesting by vibration for juice industry**. Biosystems Engineering, v. 155, p. 77-83, março de 2017. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2017.02.003.

CHENG, F. S.; ROOSE, M. L. Origin and Inheritance of Dwarfing by the Citrus Rootstock Poncirus trifoliata 'Flying Dragon'. J. Amer. Soc. Hort. Sci., v. 120, n. 2, p. 286-291, 1995.

LOPES, J. M. S. et al. **Importância Econômica do Citros no Brasil**. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, Garça, v. X, n. 20, p. [página inicial]-[página final], dezembro de 2011. ISSN 1677-0293. Disponível em: <http://www.revista.inf.br>. Acesso em: [data de acesso].

MONTALVÃO, P. C. **Tangerineira 'Dekopon' sobre diferentes porta-enxertos**. 2020. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Agronomia, Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Anápolis, 33 páginas.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. **Performance de citrumelos F80 no Estado de São Paulo**. Laranja, Cordeirópolis, v. 26, n. 1, p. 77-85, 2005.

SCHÄFER, G.; BASTIANEL, M.; DORNELLES, A. L. C. **Porta-enxertos utilizados na citricultura**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 723-733, 2001. ISSN 0103-8478. Recebido para publicação em 20.12.99. Aprovado em 04.10.00.

## **CAPÍTULO II**

### **MAPEAMENTO FOTOGRAFÉTRICO 3D PARA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DAS COPAS DE TANGERINA: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A SELEÇÃO EFICIENTE DE PORTA-ENXERTOS**

‘

## **MAPEAMENTO FOTOGRAMÉTRICO 3D PARA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DAS COPAS DE TANGERINA: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A SELEÇÃO EFICIENTE DE PORTA-ENXERTOS**

RESUMO - A antecipação precisa da produção de citrus desempenha um papel crucial na competitividade e na tomada de decisões informadas por parte tanto dos produtores quanto das cooperativas agrícolas. A estimativa precoce da safra é essencial para prever volumes de estoque, prevenir rupturas de suprimento e facilitar o planejamento estratégico das operações de colheita. Essa abordagem proativa permite uma gestão mais eficiente da cadeia de abastecimento, proporcionando aos envolvidos uma vantagem competitiva ao adaptar suas estratégias de mercado de acordo com as expectativas de produção. Conseqüentemente, a precisão na estimativa de rendimento torna-se um elemento fundamental para o sucesso sustentável no setor de citricultura, otimizando a alocação de recursos e maximizando a eficiência operacional ao longo da cadeia produtiva. Esta pesquisa focou na determinação do volume das copas das árvores através da fotogrametria, visando entender o fenótipo associado a cada combinação de porta-enxerto. A análise do volume das copas busca fornecer uma compreensão mais detalhada das características morfológicas das árvores, permitindo identificar os efeitos específicos dos diversos porta-enxertos no desenvolvimento das plantas. Essa abordagem busca contribuir para a seleção mais eficiente de porta-enxertos, com o objetivo de aprimorar as características fenotípicas das árvores cítricas.

**Palavras-Chave:** *Drone, fotogrametria, mapeamento 3d, espaçamento, volume de copa.*

## **3D PHOTOGRAMMETRIC MAPPING FOR DETERMINING TANGERINE CANOPY VOLUME: A CONTRIBUTION TO EFFICIENT ROOTSTOCK SELECTION**

Abstract - The accurate anticipation of citrus production plays a crucial role in the competitiveness and informed decision-making of both producers and agricultural cooperatives. Early crop estimation is essential for predicting stock volumes, preventing supply disruptions, and facilitating strategic planning for harvesting operations. This proactive approach allows for more efficient supply chain management, providing stakeholders with a competitive advantage by adjusting their market strategies according to production expectations. Consequently, accuracy in yield estimation becomes a key element for sustainable success in the citrus industry, optimizing resource allocation and maximizing operational efficiency throughout the production chain. This research focused on determining tree canopy volumes through photogrammetry, aiming to understand the phenotype associated with each rootstock combination. The analysis of canopy volume seeks to provide a more detailed understanding of the morphological characteristics of trees, allowing for the identification of specific effects of various rootstocks on plant development. This approach aims to contribute to the more efficient selection of rootstocks, with the goal of enhancing the phenotypic characteristics of citrus trees.

**Keywords:** *Drone, Photogrammetry, 3D Mapping, Spacing, Canopy Volume.*

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil mantém sua notável posição de destaque na produção agrícola, e esse sucesso é atribuído, em grande parte, às condições edafoclimáticas favoráveis encontradas no país, juntamente com significativos investimentos tanto do setor público quanto do setor privado em pesquisa, tecnologia e infraestrutura voltados para a maximização da produção agrícola. Essa combinação de fatores cria um ambiente propício para o desenvolvimento e o crescimento sustentável do setor agropecuário brasileiro, contribuindo de maneira significativa para a economia nacional e para a oferta global de alimentos (PASSOS 2020).

A posição destacada do Brasil no cenário global como um dos maiores produtores de citros merece destaque. Não apenas isso, mas o país também ocupa a posição de liderança no cultivo de laranjas e na produção de suco de laranja em escala internacional. Com base em dados referentes à safra 2020/21, é notável que o Brasil tenha desempenhado um papel fundamental, contribuindo com impressionantes 32,8% da produção global de laranjas e representando uma parcela ainda mais substancial, ou seja, 62% do volume total de suco de laranja produzido no mundo. Esses números enfatizam a importância da indústria de citros no cenário agropecuário brasileiro e sua significativa influência nos mercados internacionais (IBGE, 2021).

Os fruticultores possuem a capacidade de avaliar de forma criteriosa as necessidades nutricionais das árvores e a produção de frutos durante o período de frutificação, tomando como base o volume da copa das plantas. É relevante salientar que o volume da copa desempenha um papel crucial na determinação da taxa de evaporação de água das árvores. Estes elementos estão intrinsecamente relacionados e têm um impacto direto no desenvolvimento de práticas de manejo de precisão, que, por sua vez, influenciam diretamente os aspectos econômicos dos pomares (WANG 2013, DING 2016).

A medição manual tradicional do volume da copa das árvores é um processo que demanda tempo, esforço e se mostra ineficiente. Além disso, as técnicas baseadas em maquinaria terrestre muitas vezes dependem de tecnologias dispendiosas, como o LiDAR (Light Detection and Ranging) (YUAN QI 2021).

Os sistemas que empregam a tecnologia de forma de onda completa registram a energia refletida de maneira contínua, o que promete fornecer informações adicionais para aprimorar o desempenho da detecção automatizada das copas das árvores. Entretanto, apesar de suas vantagens notáveis, é importante destacar que o sensor LiDAR demanda uma elevada taxa de amostragem, imprescindível para a obtenção de conjuntos de dados de alta resolução.

Além disso, as faixas de detecção mais estreitas podem resultar em custos operacionais significativos, especialmente quando aplicado ao processamento de áreas extensas, o que, por consequência, limita sua adoção em países em desenvolvimento (OZGUN OK 2018).

Com base no trabalho de YUAN QI (2021), que ressalta a relevância das recentes pesquisas envolvendo Veículos Aéreos Não Tripulados (UAVs) e outras metodologias, nos últimos anos, estudiosos têm se dedicado amplamente à exploração da aquisição de imagens por meio de UAVs. Essas investigações abrangem a aplicação de técnicas de fotogrametria de inclinação e a modelagem de nuvens de pontos de árvores. Essa tendência reflete o crescente interesse na utilização de UAVs como uma ferramenta valiosa para capturar informações detalhadas e precisas relacionadas à vegetação arbórea. Essas abordagens inovadoras têm demonstrado potencial significativo em áreas de pesquisa, como silvicultura, monitoramento ambiental e planejamento urbano, contribuindo para um avanço substancial na compreensão e gestão de ecossistemas florestais.

Conforme apontado por Arantes et al. (2020), a identificação da vegetação e a validação dos resultados não seguem uma metodologia única e exclusiva, mas sim uma variedade de abordagens que fazem uso do sensoriamento remoto. Essa diversidade de métodos e técnicas disponíveis para a identificação de árvores e seus atributos, como diâmetro da copa e altura da planta, apresenta desafios significativos quando se trata de uma análise comparativa. Isso se deve à necessidade de dados de referência confiáveis e à escolha apropriada de métricas de avaliação, conforme observado por Li et al. (2016). A complexidade desse cenário destaca a importância de uma abordagem cuidadosa na seleção e aplicação de métodos de sensoriamento remoto para a identificação e análise da vegetação.

Portanto, a obtenção automatizada e precisa das medidas do volume da copa das árvores da variedade *Citrus reticulata* Blanco cv. assume uma significativa importância no contexto do manejo preciso de pomares, visto que contribui para a otimização das práticas agrícolas e, conseqüentemente, para os benefícios econômicos decorrentes desse aprimoramento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O Local do experimento (Figura 1) está localizado na Estação Experimental da Emater em Anápolis/GO (-16.34210141115881, -48.87489563361788) com x metros de altitude, mesorregião central do estado de Goiás. De acordo com os dados retirados da base aérea de Anápolis, no período de 2015 a 2023 a temperatura média foi de 21 graus, umidade relativa de 70% com média de precipitação de x mm. Cardoso 2014, observou que o clima de Anápolis se caracteriza na classificação climática de KÖPPEN-GEIGER como CWB, que prevalece em regiões temperadas, caracterizadas como temperado úmido e com inverno seco e verão temperado.

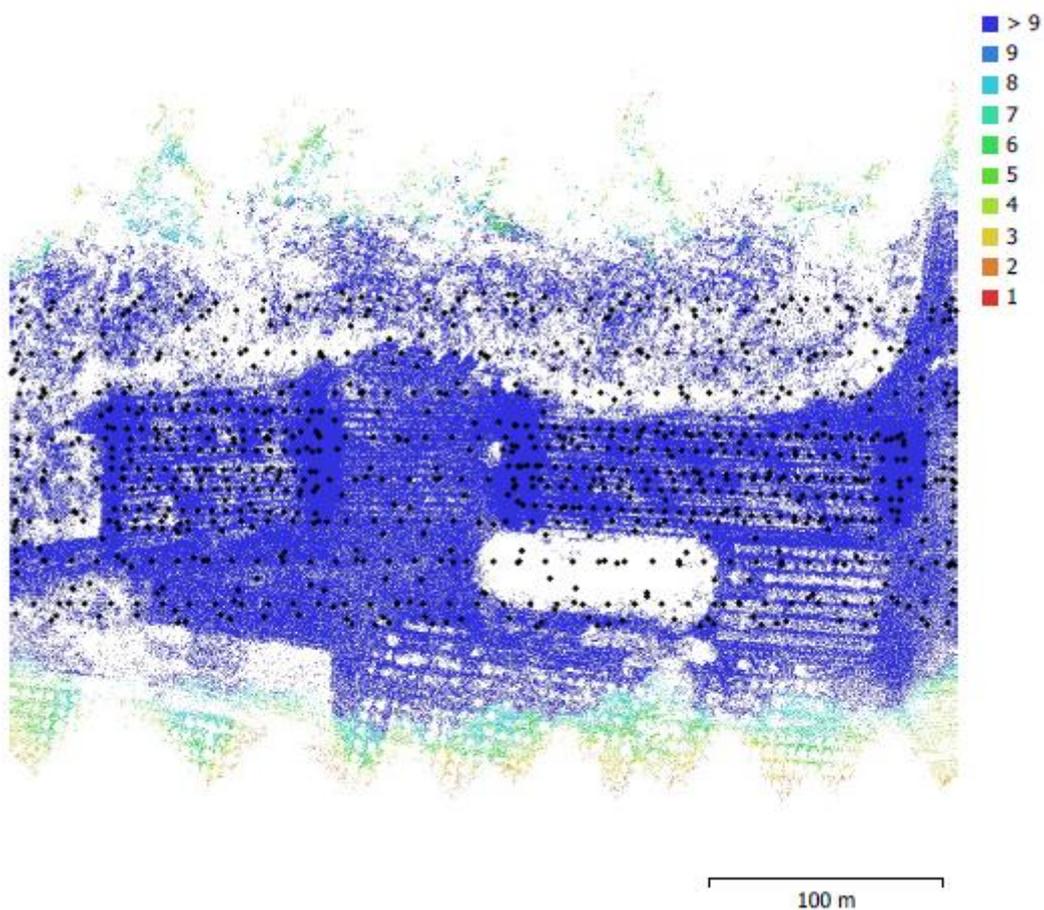


**Figura 1.** Ortoimagem da área de cultivo.

### 2.1.2. Levantamento Aerofotogramétrico.

O levantamento aerofotogramétrico foi realizado utilizando o drone Mavic Air 2, que está equipado com um sensor RGB (CMOS - Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) de ½ polegada e uma distância focal de 4,5mm. Esse sensor é capaz de capturar imagens com resolução de 4.000x3.000 pixels, totalizando 12 megapixels.

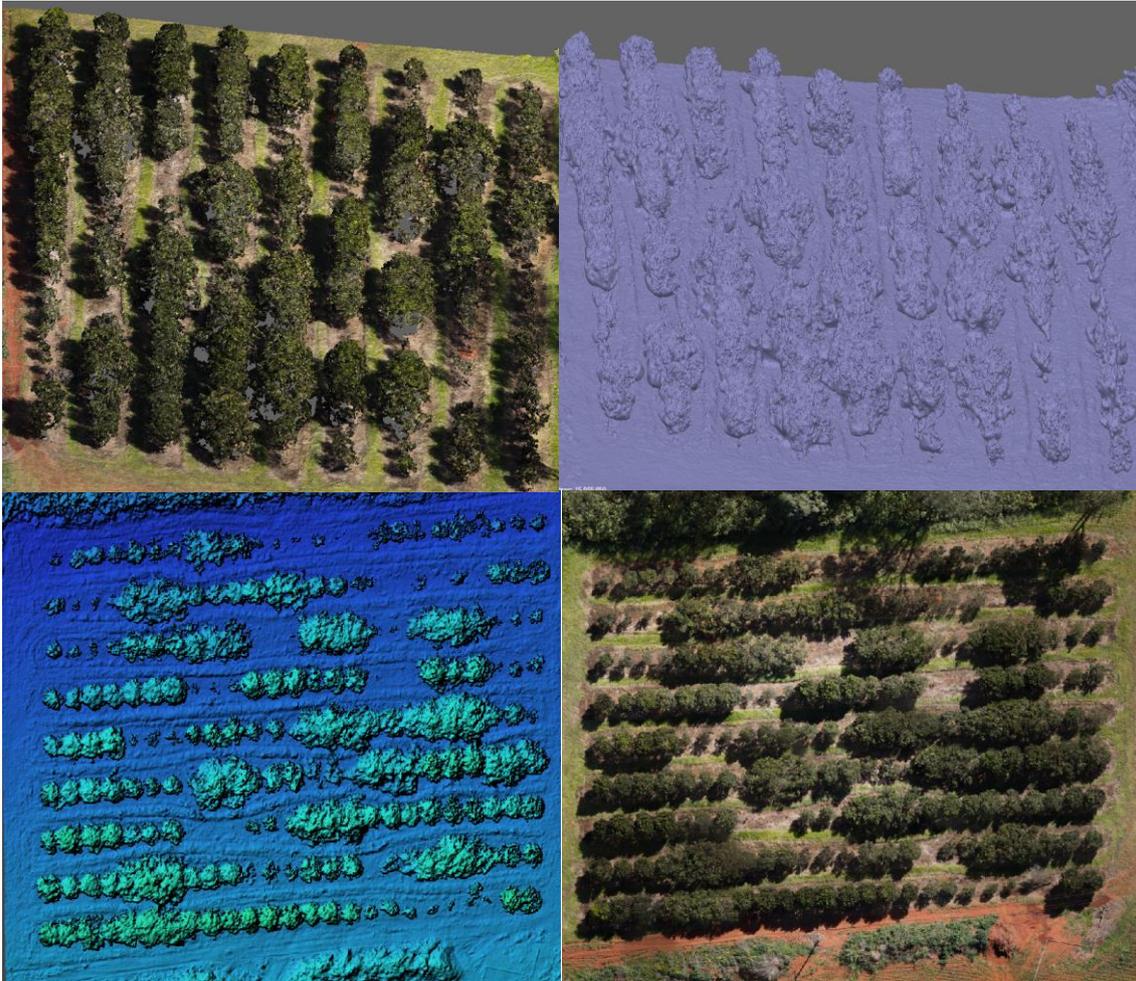
As datas de execução dos voos foram registradas nos dias 30 de abril de 2022 e 7 de junho de 2023. O voo foi conduzido de maneira semi-autônoma, mantendo uma altitude constante de 50 metros e um ângulo de visão nadir, ou seja, voltado diretamente para baixo. Durante o voo, foi adotado um padrão de grade para a coleta das imagens, com uma sobreposição frontal de 85% e uma sobreposição lateral de 80% entre as fotografias. Essa configuração foi escolhida para proporcionar uma reamostragem suficiente dos pontos em superfície resultando numa amostragem (GSD) no terreno de 9,05 mm/pixel (imagem sobreposição).



**Figura 2** - Análise da Reamostragem: Distribuição de Reamostragem dos Pontos na Nuvem de Pontos. - demonstração da quantidade de fotos em que cada ponto da nuvem foi amostrado.

### 2.1.3. Processamento e Medição do Volume das Copas

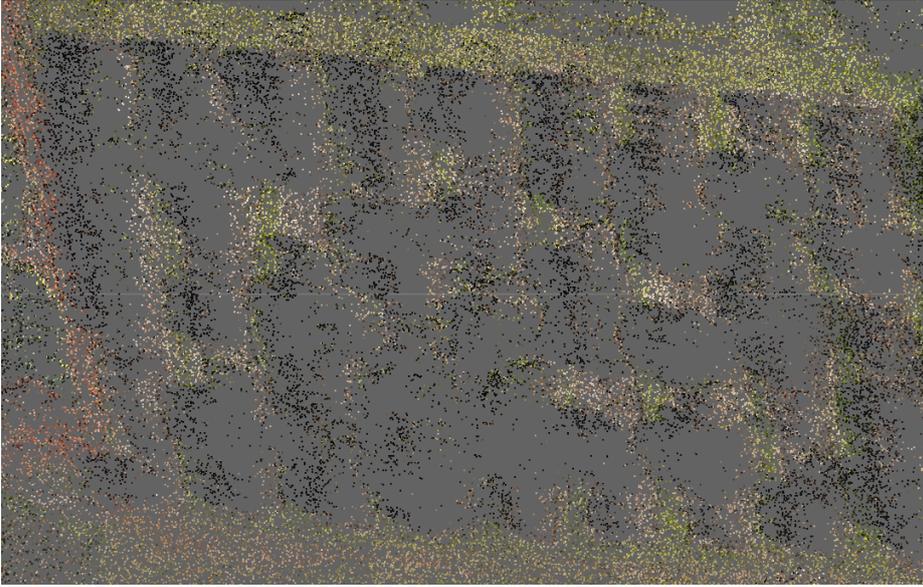
O processamento aerofotogramétrico consiste numa sequência de algoritmos que tem como dado principal de entrada as imagens, retornando, ao final, quatro principais produtos



**Figura 3** A- Nuvem de Pontos B- Malha Triangular 3D C- Modelo Digital de Elevação (MDE) D- Ortoimagem

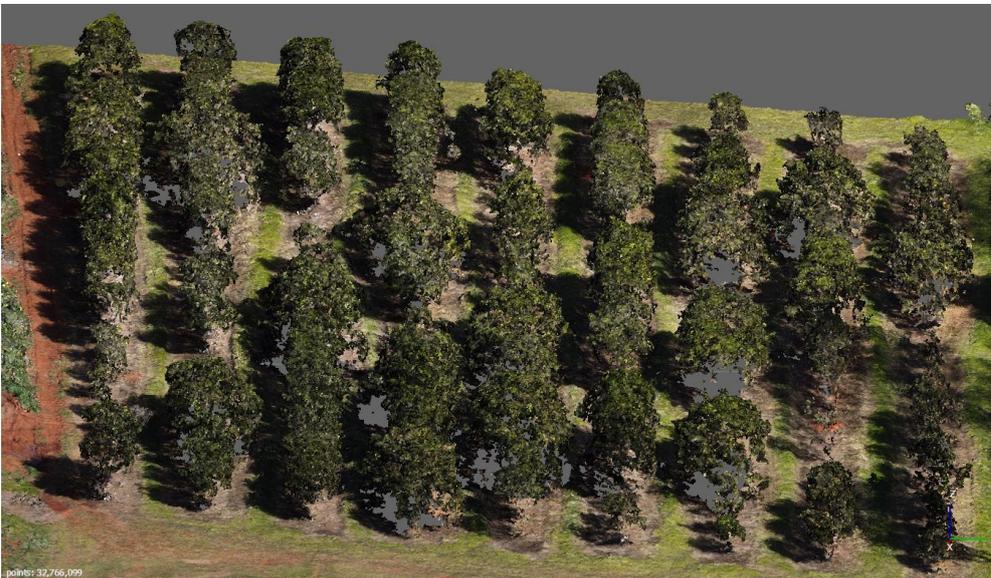
A primeira etapa realizada foi o alinhamento de fotos, onde o algoritmo faz a triangulação das feições cobertas pelo levantamento. Nesta fase foi gerada a primeira nuvem de pontos tridimensional já descrevendo o terreno em escala real, porém, menos concentrada e com a presença de ruídos. A geolocalização do modelo foi estimada através das coordenadas presentes nos metadados de cada imagem (Structure From Motion).

(Imagem da nuvem esparsa)



**Figura 4-** Nuvem de pontos esparsa

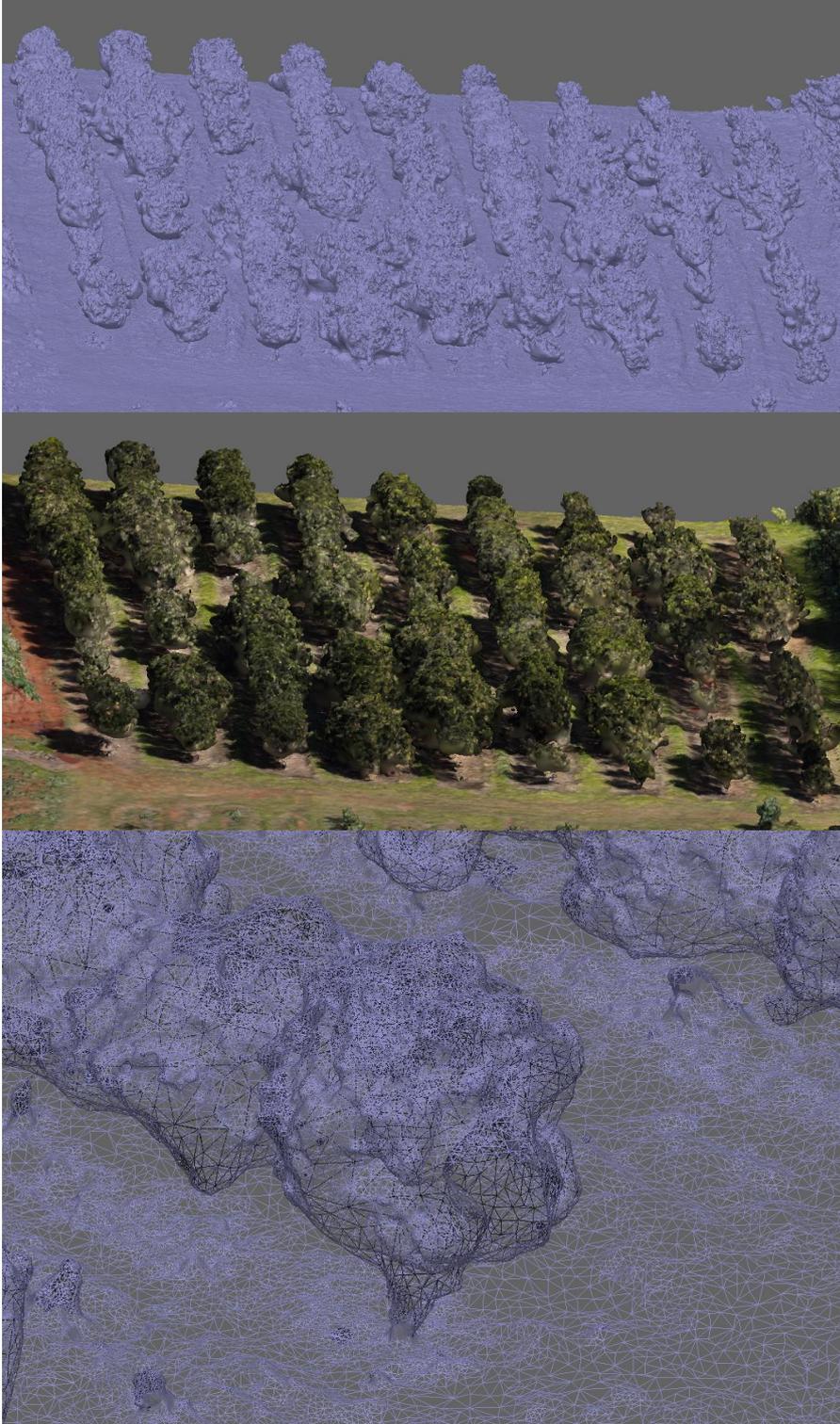
Após a filtragem dos ruídos realizou-se a densificação da nuvem de pontos (Multi Stereo View) numa razão de  $1:4 \cdot GSD$ , resultando em uma nuvem de 32.766.099 pontos espaçados em 3,62 centímetros (Imagem da nuvem de pontos).



**Figura 5-** Nuvem de pontos cada ponto possui uma localização x,y, gerando uma visualização Tridimensional..

A partir da triangulação da nuvem densa de pontos, foi gerada (Meshing) uma malha TIN (Triangular Irregular Network), que consiste em uma superfície 3D formada por aproximadamente 2.500.000 faces triangulares com aproximadamente 1.160.000 vértices. O modelo gerado descreve o terreno e os objetos presentes permitindo-nos realizar análises

métricas de poliedros definidos arbitrariamente dentro do modelo tridimensional resultante do processamento, como por exemplo estimar o volume das copas das árvores (imagem do modelo sólido, colorizado, triângulos zoom).



**Figura 7** – (A - imagem do modelo sólido, B- colorizado, C- triângulos zoom).

Para a definição dos objetos que representam as copas das árvores, foram delimitados polígonos com vértices na altura do terreno, localizados abaixo das copas das plantas, englobando as três árvores de cada tratamento. O volume calculado consiste no volume dos objetos acima do plano estabelecido (Imagem de todos os polígonos) (Imagem do volume de um tratamento).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação do volume das copas das árvores, especialmente das laranjeiras, representa uma área crucial de pesquisa na agricultura, com implicações significativas para a administração de tratamentos, cálculo de biomassa e determinação das taxas de irrigação. Os métodos convencionais deram lugar a abordagens mais precisas, inicialmente com a adoção da fotogrametria terrestre, seguida pela fotogrametria aérea. Recentemente, surgiram técnicas avançadas, como a digitalização a laser 3D (HDS) ou varreduras a laser por satélite (TLS). Com a redução dos custos de veículos aéreos não tripulados (UAVs), a fotogrametria aérea ressurgiu como uma alternativa economicamente viável (BUZÓN 2020).

Pesquisas de QI 2021 evidenciaram que a fotogrametria de inclinação utilizando Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) permite a rápida e conveniente aquisição de imagens e informações textuais de diversos tipos de florestas, incluindo pinheiros e eucaliptos. Além disso, a aplicação da fotogrametria de inclinação por UAV também se revela adequada para capturar imagens de Tangerineiras, proporcionando uma base sólida para a construção de modelos tridimensionais do pomar.

**Tabela 1.** Volume de copas de planta de tangerinas em função de diferentes cultivares porta-enxerto e cultivares copas nos distintos anos de avaliação (2022 e 2023). Anápolis-GO, 2024.

Porta Enxerto	Volume das copas 2022			
	Variedade Copa			
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	17,26 Ab	16,43 Ab	3,71 CBc	29,64 Aa
Flying Dragon	2,67 Ba	2,33 Ba	0,1 Ca	5,32 Ba
Gou tou	26,3 Aab	10,3 ABc	15,44 ABbc	35,86 Aa
Sunki	19,85 Aab	8,57 ABb	16,41 Ab	29,38 Aa
Citromelo	21,58 Ab	11,6B ABb	11,8 ABCb	38,89 Aa
Cleopatra	21,78 Ab	11,85 ABb	16,78 ABa	37,42 Aa
Volume das copas 2023				
	Ponkan	Murcott	Ima.Ponkan	Decopon
Cravo	21,90 CBb	19,69 Ab	4,06 CBb	46,96 BAa
Flying Dragon	2,72 Ca	2,23 Ca	0,19 Ca	6,16 Ca
Gou tou	48,47 Aa	15,37 ABb	25,88 Ab	50,10 ABa
Sunki	30,28 ABa	8,32 Ab	29,18 Aa	44,09 Ba
Citromelo	38,10 ABa	16,19 ABc	20,18 ABCab	61,15 ABa
Cleopatra	32,64 ABa	16,05 ABb	24,06 ABb	67,00 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Em 2022, durante experimentos que avaliaram diversas combinações de variedades de citros e porta-enxertos com foco na medição do volume de copa com a utilização de um VANT, a variedade Dekopon se destacou com os maiores valores de copa em comparação aos outros tratamentos. Essas diferenças significativas entre as combinações foram particularmente notáveis quando Dekopon foi enxertada nos porta-enxertos Cleópatra e Citrumelo.

Por outro lado, o porta-enxerto Flydragon apresentou os menores valores de volume de copa em comparação com os demais porta-enxertos. Essa observação pode ser atribuída à característica ananicante desse porta-enxerto. No entanto, é relevante destacar que, quando comparada com outras variedades de copas, a combinação de Dekopon com Flydragon apresentou os resultados mais favoráveis,

A variedade Imazu demonstrou um desempenho notável quando combinada com o porta-enxerto Cleópatra, atingindo uma média de volume por planta de 16,41 m<sup>3</sup>. Em contraste, as combinações com o porta-enxerto Cravo resultaram nos menores valores, com 3,71 m<sup>3</sup>, enquanto a combinação com Flydragon atingiu apenas 0,1 m<sup>3</sup>, reforçando a incompatibilidade observada anteriormente entre essa variedade e o porta-enxerto Flydragon.

No caso da variedade Murcott, a combinação com o porta-enxerto Cravo se destacou, registrando um volume de copa de 16,43 m<sup>3</sup>. O Cravo tem sido preferencialmente escolhido pelos citricultores brasileiros devido às suas notáveis qualidades hortícolas, produtividade precoce e alta produtividade. Entretanto, é fundamental destacar que, apesar dessas vantagens, outros fatores devem ser considerados. O porta-enxerto RL, anteriormente mencionado, é suscetível a doenças como a tristeza dos citros, causando perdas econômicas significativas na citricultura brasileira (CARNEIRO, 2011). A combinação com o porta-enxerto Sunki resultou no menor valor de volume de copa, com 8,57 m<sup>3</sup>, seguido pela combinação com o Flying Dragon, com 2,33 m<sup>3</sup>.

Já a combinação de Ponkan com o porta-enxerto Goutou demonstrou o maior valor de volume de copa, atingindo 26,3 m<sup>3</sup>, enquanto a combinação com o porta-enxerto Cravo registrou 17,26 m<sup>3</sup> e a combinação com o Flydragon 2,76 m<sup>3</sup>.

Em 2023, foi observado um aumento considerável no volume de copa em comparação com o ano anterior, uma vez que não houve poda realizada no pomar, justificando o aumento quase que em 100% de alguns tratamentos.

Nesse mesmo ano, Dekopon manteve seu desempenho notável, com as combinações com Cleópatra e Citrumelo apresentando os maiores volumes de copa, com valores de 67 m<sup>3</sup> e 61,15 m<sup>3</sup>, respectivamente. Mais uma vez, a combinação com o porta-enxerto Sunki registrou o menor volume de copa.

Imazu também manteve resultados semelhantes aos do ano anterior, com as combinações nos porta-enxertos Cravo e Flying Dragon apresentando baixo desenvolvimento de volume de copa, reforçando a incompatibilidade entre esses porta-enxertos e essa variedade.

As variedades Ponkan e Murcott também mantiveram desempenho similar ao ano de 2022, com variações significativas nas combinações com diferentes porta-enxertos.

A disposição do plantio deve ser planejada de forma a garantir um volume de copa entre 20.000 e 30.000 m<sup>3</sup> por hectare; no entanto, é crucial evitar que esse volume limite a produção. Além disso, é necessário que o vigor das árvores esteja adequado ao espaço alocado. Combinações vigorosas entre a copa e o porta-enxerto não podem ser gerenciadas eficazmente quando as árvores são mantidas pequenas por meio de podas e cercas. Em terras da Flórida, considera-se a utilização de densidades de plantio na faixa de 350 a 1.000 árvores por hectare, sendo recomendado o uso de densidades mais baixas para combinações que apresentam maior vigor (WHEATON 1995).

O propósito da adoção de plantios cada vez mais densos é estender a longevidade dos pomares, prevenindo o esgotamento das plantas devido à sobrecarga de produção e agilizando o retorno do investimento. Essa abordagem é justificada pela capacidade de compensar os períodos de baixa produtividade e pelos substanciais custos associados à implantação de pomares (AZEVEDO 2013).

Entretanto, é crucial destacar que essa estratégia demanda uma aplicação mais regular e criteriosa da poda, a qual deve ser conduzida levando em consideração os hábitos de desenvolvimento, formato, idade e vigor vegetativo das plantas, como observado por Petto Neto (1991). Estas características podem ser observadas com a utilização do VANT, que nos permite estimar o volume específico de cada planta, auxiliando assim no manejo da poda.

## **CONCLUSÃO**

Com base nas informações fornecidas no texto, podemos concluir que o uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) é uma ferramenta valiosa para o manejo de pomares de citros, pois permite estimar com precisão o volume das copas das árvores. Isso é fundamental para otimizar o processo de poda e garantir um desenvolvimento saudável das plantas.

Observou-se que as variedades Dekopon e Imazu se destacaram no crescimento vegetativo de suas copas, demonstrando a importância de escolher as combinações certas de variedades e porta-enxertos para maximizar o volume de copa. Além disso, a produtividade foi diretamente proporcional ao volume de copa para as variedades Dekopon e Ponkan, indicando a relevância de considerar essa relação ao planejar o cultivo de citros.

Também é notável que a utilização de porta-enxertos ananícantes, como o Flydragon, é viável para as variedades Ponkan e Dekopon. Mesmo com baixo volume vegetativo, essas plantas conseguiram produzir uma quantidade satisfatória por hectare quando o pomar foi adensado. Isso destaca a importância de considerar não apenas o volume de copa, mas também a combinação de variedades e porta-enxertos adequados para atingir os objetivos desejados.

Em resumo, o uso de VANTs para estimar o volume de copa, a escolha criteriosa das combinações de variedades e porta-enxertos, a relação entre volume de copa e produtividade, e a viabilidade de porta-enxertos ananícantes são aspectos cruciais a serem considerados no manejo de pomares de citros, visando à otimização da produção e à longevidade dos pomares.

## **AGRADECIMENTOS**

Os agradecimentos são destinados à Universidade de Brasília (UnB) pela oportunidade de realizar o doutorado. Expresso minha gratidão à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) pelo auxílio financeiro e à equipe do Laboratório Micellium – Análises Agrícolas e Biomoleculares de Plantas em Barretos, SP, pelas análises químicas de solo, folhas e frutos realizadas. Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para o sucesso desta jornada acadêmica.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, L. T. et al. **Comportamento espectral e detecção de laranjeiras (*Citrus sinensis* L. Osbeck) com estresse hídrico, por meio de drone.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 07, p. 3625-3635, 2020.

AZEVEDO, F. A. et al. **Poda na citricultura.** Citrus Research & Technology, Cordeirópolis, v. 34, n. 1, p. 17-30, 2013. doi: 10.5935/2236-3122.20130003. Disponível em: <http://citrusrt.centrodecitricultura.br>. e-ISSN 2236-3122.

CARNEIRO, P. A. P. et al. **Produção de porta-enxerto de limão cravo, em resposta à adubação organomineral.** Revista Bioscience Journal, v. 27 n. 3 p. 427-432, 2011.

DING, W.; ZHAO, S.; ZHAO, S.; GU, J.; QIU, W.; GUO, B. **Measurement methods of fruit tree canopy volume based on machine vision.** Trans. Chin. Soc. Agric. Mach. 2016, 47, 1–10.

LI, W. et al. **Remote estimation of canopy height and aboveground biomass of maize using high-resolution stereo images from a low-cost unmanned aerial vehicle system.** Ecological Indicators, v. 67, p. 637-648, Agosto de 2016.

MARÍN-BUZÓN, Carmen et al. **Assessing the Orange Tree Crown Volumes Using Google Maps as a Low-Cost Photogrammetric Alternative.** Agronomy, v. 10, n. 6, p. 893, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060893>.

OK, Ali Ozgun & OZDARICI-OK, Asli. **2-D delineation of individual citrus trees from UAV-based dense photogrammetric surface models.** International Journal of Digital Earth, v. 11, n. 6, p. 583-608, 2018.

PETTO NETO, A. In: VIÉGAS, R. F.; POMPEU JR, J.; AMARO, A. S. **Práticas culturais Citricultura brasileira.** Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p. 476-492.

QI, Yuan et al. **Canopy Volume Extraction of Citrus reticulate Blanco cv. Shatangju Trees Using UAV Image-Based Point Cloud Deep Learning.** Remote Sensing, v. 13, n. 17, p. 3437, 2021. <https://doi.org/10.3390/rs13173437>.

WANG, Y.; ZHENG, J.; WANG, M.; FENG, Z. **Tree crown volume calculation based on 3-D laser scanning point clouds data.** Trans. Chin. Soc. Agric. Mach. 2013, 44, 235–240.

WHEATON, T. A. et al. **Citrus Scion and Rootstock, Topping Height, and Tree Spacing Affect Tree Size, Yield, Fruit Quality, and Economic Return.** Journal of the American Society for Horticultural Science, v. 120, n. 5, p. 861-870, 1995.