



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



GABRIEL ZERBINATO LANG

**CARACTERIZAÇÃO, PRODUTIVIDADE E ARMAZENAMENTO PÓS-
COLHEITA REFRIGERADO PARA LARANJAS PIGMENTADAS**

ARARAS - 2023



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



GABRIEL ZERBINATO LANG

**CARACTERIZAÇÃO, PRODUTIVIDADE E ARMAZENAMENTO PÓS-
COLHEITA REFRIGERADO PARA LARANJAS PIGMENTADAS**

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para
a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof.^a Dr.^a Patrícia Marlucci da Conceição
Coorientadora: Ma. Ana Júlia Borim de Souza

ARARAS – 2023

**Esse trabalho é dedicado a Marisa e Lourdes
Zerbinato.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq, a Prof.^a Dr.^a Patricia Marlucci da Conceição e ao Prof. Dr. Fernando Alves de Azevedo pela confiança em mim depositada por mais de 3 anos no grupo de estudos e aos projetos realizados ao longo desse período. Gostaria de agradecer também a Ana Julia Borim de Souza pelo auxílio com materiais e paciência em coordenar algumas das atividades realizadas nesse estudo.

Agradeço a minha mãe e a minha avó, Marisa e Lourdes, por me apoiarem ao longo desses anos e que me permitiram e incentivaram aos estudos em uma universidade federal.

Também agradeço a Gloria Costa Machado pelo companheirismo e apoio nesse tempo de faculdade, aos demais colegas que fiz ao longo da graduação e nos grupos de estudos. Por fim agradeço imensamente a gloriosa República Bóia Fria que me acolheu durante todos os anos da minha estadia em Araras, uma segunda família que me proporcionou momentos maravilhosos, muito crescimento pessoal e fraternidade, amizades que levarei pra sempre no coração.

“Uma chave importante para o sucesso é a autoconfiança. Uma chave importante para a autoconfiança é a preparação”.

Arthur Ashe

RESUMO

A concentração de antocianinas nos citros se intensifica quando o cultivo é realizado em ambientes com temperaturas mais baixas ou de alta amplitude térmica diária, contudo, o clima tropical brasileiro não permite que ocorra o aumento desse composto em condições normais de campo. Objetivou-se com este trabalho identificar variedades de laranjas pigmentadas com teores mais altos de antocianinas e carotenoides no suco, após armazenamento a frio, que sejam produtivas e com frutos com boas características físico-químicas. Para este trabalho foram selecionadas cinco variedades de laranjas pigmentadas: Moro IAC 432, Sanguinelli Marrocos IAC 73, Sanguinelli Polidari IAC 74, Tarocco IAC 67 e Vermelha Precoce. Nessas variedades foi avaliado o desenvolvimento vegetativo das plantas e a produtividade ($t\ ha^{-1}$). Para cada variedade foram colhidos 96 frutos, estes foram subdivididos e avaliados aos 0, 30, 60 e 90 dias após serem armazenados a $10^{\circ}C$, com umidade relativa do ar de $\sim 90\%$, em câmara fria. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5×4 (5 variedades \times 4 períodos de armazenamento), com três repetições, contendo 8 frutos de cada variedade, em cada repetição. Em cada data de armazenamento os frutos foram retirados da câmara fria, sendo que cinco frutos foram utilizados para as análises físico-químicas dos frutos, e os outros três frutos utilizados para a quantificação de teores de antocianinas e carotenoides. A variedade Moro IAC 432 (M 432) apresentou a maior produtividade ($t\ ha^{-1}$). Mesmo com o armazenamento dos frutos, a altura e diâmetro dos frutos de todas as variedades permaneceram dentro do padrão aceito pelo mercado de frutas frescas e o rendimento de suco superior a 40%. A única variedade que apresentou um *ratio* do suco dentro de uma faixa considerada ideal foi a variedade Vermelha Precoce. O armazenamento em câmara fria não proporcionou incremento no teor de carotenoides no suco das variedades, por outro lado acarretou aumento na concentração das antocianinas, a partir de 60 dias de armazenamento dos frutos em câmara fria, nas variedades M 432, SM 73, SP 74 e T 67. Conclui-se com esse trabalho, que há variedades de laranjas pigmentados com potencial produtivo para as condições brasileiras, sendo que a associação delas com altos teores de antocianina é altamente dependente do armazenamento refrigerado.

Palavras-chave: citros; sanguíneas; temperatura; pigmentos; clima.

ABSTRACT

The concentration of anthocyanins in citrus intensifies when the cultivation is carried out in environments with lower temperatures or high daily temperature range, however, the Brazilian tropical climate does not allow that this compound has increased under normal field conditions. The objective of this work was to identify varieties of oranges with higher levels of anthocyanins and carotenoids in the juice, after cold storage, as well as productive varieties with fruits with good physicochemical characteristics. For this work, five varieties of oranges were selected: Moro IAC 432, Sanguinelli Morocco IAC 73, Sanguinelli Polidari IAC 74, Tarocco IAC 67 and Vermelha Precoce. These varieties were evaluated for vegetative development (height, diameter and canopy volume) and productivity ($t\ ha^{-1}$). For each variety, 96 fruits were collected, subdivided and evaluated at 0, 30, 60 and 90 days after being stored at 10°C, with relative air humidity of ~90%, in a cold chamber. The design used was completely randomized (DIC), in a 5x 4 factorial scheme (5 varieties x 4 storage periods), with three replications, containing 8 fruits of each variety, in each replication. On each storage data, the fruits were removed from the cold chamber, and eight-five fruits were used for the physical-chemical analyzes (height, diameter, juice yield, soluble solids, acidity and ratio) of the fruits, and the other three fruits used for the quantification of anthocyanin and carotenoid contents. The design used was completely randomized (DIC), in a 5x 4 factorial scheme (5 varieties x 4 storage periods), with three replications. The variety Moro IAC 432 (M 432) showed the highest productivity ($t\ ha^{-1}$). Even with the storage of the fruits, the height and diameter of the fruits of all varieties remained within the standard accepted by the fresh fruit market and the juice yield was greater than 40%. The only variety that presented a proportion of juice within a range considered ideal for the Vermelha Precoce variety. It is concluded from this work that processing in a cold chamber did not increase the carotenoid content in the juice of the varieties, but on the other hand, resulted in an increase in the concentration of anthocyanins, from 60 days of processing the fruits in a cold chamber, in the varieties M 432, SM 73, SP 74 and T 67. It is concluded from this work that there are varieties of oranges with productive potential for Brazilian conditions, and their association with high levels of anthocyanin is highly dependent on refrigerated storage.

Keywords: citrus; sanguine; temperature; pigments; climate.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Imagem aérea da área experimental do Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC, a seta azul indica o local (Quadra 3), onde estão localizadas as plantas avaliadas e os frutos foram colhidos (Cordeirópolis/SP, 2021). 17
- Figura 2.** Avaliação de altura (A) e diâmetro (B) das copas com régua graduada (Cordeirópolis/SP, 2021)..... 18
- Figura 3.** Pesagem dos frutos com o dinamômetro digital (Cordeirópolis/SP, 2021)..... 18
- Figura 4.** Extratora Organização Internacional Centenário (OIC) Modelo OTTO 1800 (Cordeirópolis/SP, 2021)..... 20
- Figura 5.** Refratrômetro B&S, modelo RFM 330 (Cordeirópolis/SP, 2021). 20
- Figura 6.** Quantificação do teor de carotenoides em Moro IAC 432 (M 432), Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73), Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74); Tarocco IAC 67 (T 67) 28
- Figura 7.** Quantificação do teor de antocianinas em Moro IAC 432 (M 432), Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73), Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74), Tarocco IAC 67 (T 67) 29

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Altura de copa, diâmetro de copa, volume de copa (VC) e produtividade (Produção) de variedades de laranjas pigmentadas (Cordeirópolis/SP, 2022).22
- Tabela 2. Altura e diâmetro dos frutos de cinco variedades de laranjas pigmentadas (Cordeirópolis/SP, 2022).23
- Tabela 3. Altura e diâmetro dos frutos em função do tempo (Cordeirópolis/SP, 2022).23
- Tabela 4. Rendimento de suco, sólidos solúveis (°Brix) e acidez de frutos de cinco variedades de laranjas pigmentadas ao longo de 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento em câmara fria (Cordeirópolis/SP, 2022).25
- Tabela 5. *Ratio* dos frutos de cinco variedades de laranjas pigmentadas (Cordeirópolis/SP, 2022).26
- Tabela 6. *Ratio* dos frutos em função do tempo (Cordeirópolis/SP, 2022).26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Panorama da citricultura.....	12
2.2. Antocianinas.....	13
2.3. Carotenoides	14
3. OBJETIVOS.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1. Coleção de trabalho e delineamento experimental	16
4.2. Avaliação do desenvolvimento vegetativo e produtividade de plantas de variedades de laranjas pigmentadas.....	17
4.3. Análises físico-químicas e quantificação de teores de antocianinas e carotenoides de frutos armazenados em câmara fria por 90 dias.....	19
4.3.1. Análises físico-químicas dos frutos	19
4.3.2. Quantificação dos teores de antocianinas e carotenoides	21
4.4. Análise dos dados	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1. Avaliação do desenvolvimento vegetativo e produtividade de plantas de variedades de laranjas pigmentadas.....	22
5.2. Análises físico-químicas	22
5.3. Quantificação de teores de antocianinas e carotenoides	27
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a posição de segundo maior produtor de citros do mundo, sendo também o principal produtor global de laranja e de suco de laranja concentrado. Na safra 2020/21, o país teve uma participação de 31% na produção mundial de laranja, além de ser responsável por 63,4% do volume global de suco de laranja. Esses números destacam a significativa contribuição do Brasil para a produção e comércio de laranjas e suco de laranja em escala mundial (USDA, 2022). Há estimativas que a safra 2023/2024 da produção de laranja atinja um total de 309,34 milhões de caixas, o que representa uma leve queda de 1,55% em relação à safra anterior, a qual registrou 314,21 milhões de caixas (FUNDECITRUS, 2023).

Os citros são conhecidos por sua grande variedade de formas, cores e sabores. Entre os citros comestíveis mais populares, temos as laranjas doces [*Citrus sinensis* (L.) Osb]. No grupo das laranjas doces há a presença de frutos com coloração de polpa clara ou amarela e, outro grupo denominadas laranjeiras pigmentadas. Salienta-se nesse grupo as laranjas de polpa vermelhas e as sanguíneas. As laranjas de polpa vermelha recebem essa coloração devido ao maior acúmulo de carotenoides, bem como o betacaroteno e o licopeno, e as sanguíneas, produzem frutos com polpa e suco arroxeados, dado ao acúmulo de antocianinas (BITTERS, 1961).

O acúmulo de antocianinas nas laranjas sanguíneas é influenciado positivamente pelas baixas temperaturas e amplitudes mais elevadas (MEREDITH; YOUNG, 1969). Porém, quando são produzidas dentro das características climáticas brasileiras, essas laranjeiras apresentam teores baixos ou nulos de antocianinas. Todavia, foi observado que há a possibilidade de incrementar a sua concentração por meio da conservação pós-colheita em ambiente refrigerado (LATADO et al., 2008).

As laranjas sanguíneas têm sua origem na região Mediterrânea, provavelmente em Malta ou na região da Sicília, na Itália. Essas variedades de laranja têm sido cultivadas há vários séculos, principalmente em países como Itália, Espanha, Marrocos, Argélia e Tunísia, principalmente devido à presença dessas amplitudes térmicas mais elevadas. As laranjas sanguíneas são classificadas em grupos, como Toroco, Moro e Sanguinello (HAMEDANI et al., 2012) No Brasil, ainda não apresentam interesse comercial, no entanto, devido ao seu potencial como alimento funcional, seria interessante realizar mais estudos visando à introdução do seu cultivo no país

(LATADO et al., 2008).

No cenário mundial, onde os consumidores buscam cada vez mais por alimentos saudáveis, e com alto valor nutricional, faz-se necessário aumento em pesquisas que investiguem como potencializar esses aspectos, permitindo a produção comercial de laranjeiras sanguíneas e de polpa vermelha nas condições do Brasil. Ou ainda, identificar variedades que estimulem o acúmulo de substâncias colorantes e de interesse nutricional alto, independente de fatores ambientais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Panorama da citricultura

Os citros são conhecidos por sua grande diversidade de formas, cores e sabores. Entre os citros comestíveis mais populares, temos as laranjas doces e azedas, que podem ser encontradas com umbigo (ex: Bahia) e têm sua cor tradicional. Além disso, há tangerinas com diversos sabores e tamanhos, algumas com sementes e outras sem. Também existem os limões, que podem ser encontrados tanto na cor amarela quanto na cor de laranja. Os pomelos também são encontradas em diferentes tonalidades, incluindo o amarelo, o vermelho e tons intermediários. Além de cidras, kunquates, limas doces e ácidas, trifoliatas e também as laranjas pigmentadas, possuindo polpa ou suco de coloração mais avermelhada ou arroxeada (MATIAS; DUARTE; DUARTE, 2021).

Em 2018, o Brasil se destacou como o maior produtor mundial de laranjas, com uma área de cultivo de 595,3 mil hectares (IBGE, 2020). O país é responsável por 34% da produção global dessa fruta cítrica e produz 56% do suco de laranja consumido no mundo. Além disso, o Brasil possui uma participação de 76% no comércio global de suco de laranja, consolidando-se como o maior exportador dessa bebida no planeta. A região conhecida como "cinturão citrícola", localizada nos estados de São Paulo e no Triângulo/Sudoeste Mineiro, é a principal área produtora do país. Essa região abrange 350 municípios e é responsável por gerar cerca de 200 mil empregos diretos e indiretos. O setor citrícola movimenta anualmente aproximadamente US\$ 14 bilhões na economia brasileira (FUNDECITRUS, 2019).

Existem diferentes classificações para as laranjas, e dentro dessas classificações existem laranjas doces e azedas, com ou sem umbigo, com sua cor

mais habitual, mas também existem as sanguíneas, que apresentam uma coloração diferente de polpa e suco. As laranjas sanguíneas recebem esse nome devido à pigmentação vermelha presente em sua polpa (ALMEIDA, 2019). A presença dessa pigmentação vermelha se deve pelo acúmulo de antocianinas, que só é expressa quando essas laranjas são cultivadas em clima mais frio (LATADO, 2009). Portanto, segundo Almeida (2019) devido a necessidade de condições climáticas favoráveis para a síntese de antocianinas e a consequente coloração vermelha dos frutos, as laranjas sanguíneas têm uma produção relativamente baixa no Brasil. Isso ocorre porque são poucas as regiões do país que possuem as condições climáticas adequadas para esse processo. Apesar de compartilharem uma base genética semelhante, as diferentes variedades de laranjeiras sanguíneas apresentam variações notáveis na pigmentação das antocianinas em sua polpa. Essa variação abrange desde polpas que exibem algumas vesículas vermelhas até aquelas com uma coloração vermelho-púrpura. Isso sugere a existência de mecanismos moleculares adicionais, ainda não compreendidos, que influenciam a quantidade de pigmentos acumulados. Além disso, vale ressaltar que essa característica também é afetada pelo porte da planta e pelas práticas de cultivo, já que a intensidade da pigmentação pode variar consideravelmente no mesmo genótipo, dependendo das condições ambientais em que é cultivado (CARUSO et al., 2016)

2.2. Antocianinas

O termo antocianina possui origem grega (*anthos*, uma flor, e *kyanos*, azul escuro) (Stam, 2020). As antocianinas são pigmentos naturais pertencentes a classe de compostos conhecidos como flavonoides, estando presentes em tecidos de plantas como folhas, caules, raízes, flores e frutos. As colorações que esses pigmentos podem liberar nas plantas são diversas, dependentes de fatores como pH, presença de metais pesados e copigmentos que podem ser compostos incolores (Freitas, 2019).

Segundo Cazal e Stringheta (2021), esses pigmentos são responsáveis por dar a coloração de alguns tipos de frutas (uva, morango, cereja, entre outros), hortaliças (rabanete, batata-doce, berinjela) e algumas flores (lavanda, hibisco vermelho, violeta).

A coloração dos produtos muitas vezes pode influenciar na decisão e desejo de um consumidor em adquirir determinado produto, aumentando significativamente a indústria de corantes artificiais através de uma maneira mais estável e menos

custosa. No entanto com a busca da população por uma alimentação mais saudável e atrelado ainda a proibição de alguns corantes sintéticos, os corantes naturais ganharam cada vez mais espaço na pesquisa e também no gosto do mercado (Maciel-Silva et al., 2022).

A coloração avermelhada dos frutos das laranjeiras sanguíneas é atribuída principalmente às antocianinas, sendo a cianidina-3-glucosídeo e a cianidina-3 (6'-malonil glucosídeo) as principais responsáveis por isso (HILLEBRAND et al., 2004; LOPIERO et al., 2005). A concentração de antocianinas nos frutos das laranjeiras sanguíneas aumenta quando o cultivo ocorre em regiões com clima predominantemente frio ou com grande variação de temperatura diária, ou ainda quando os frutos são armazenados em câmaras frias após a colheita (Ferreira, 2017).

De acordo com Latado et al. (2008), o clima tropical que é característico de países como o Brasil, inviabiliza até certo ponto o aparecimento e uma presença mais rica de antocianinas nos frutos. Mas, apesar disso existe a possibilidade de incrementar de maneira induzida a produção desse pigmento com o armazenamento pós-colheita refrigerado.

2.3. Carotenoides

Os carotenoides, assim como as antocianinas, também entram na categoria de corantes naturais, sendo mais vantajosos para o consumo saudável de alimentos da população. Existem cerca de 700 membros no grupo dos carotenoides, que são pigmentos naturais com tonalidades que variam entre amarelo, laranja e vermelho. No entanto, é importante notar que existem duas exceções dentro desse grupo, que são os carotenoides fitoeno e fitoflueno, os quais são incolores (MESQUITA; TEIXEIRA; SERVULO, 2017).

Esses pigmentos possuem uma série de benefícios para o ser humano, incluindo a preservação da visão, prevenção do câncer, ação antioxidante para retardar o envelhecimento, proteção da pele, estímulo na comunicação entre células, inibição da proliferação celular e influência na resposta imune (JOMOVA e VALKO, 2013).

Essas substâncias estão presentes na natureza de várias formas, incluindo em microrganismos e animais. Por exemplo, bactérias, fungos, algas e plantas são capazes de produzir esses pigmentos, enquanto em animais como aves, crustáceos e peixes, os pigmentos são acumulados no organismo através da alimentação

(MESQUITA et al., 2017). O conteúdo de carotenoides em frutas e vegetais é influenciado por diversos fatores, incluindo a variedade genética, o estágio de maturação, o armazenamento pós-colheita, o processamento e o preparo (CAPECKA, MARECZEK; LEJA, 2005).

Segundo Morais (2006), podem existir dois tipos de carotenoides que estão presentes nas frutas, como é o caso das laranjas pigmentadas por exemplo, sendo eles o β -caroteno (ex: manga, goiaba, laranja) e β -criptoxantina (ex: mamão papaia, pitanga, cajá). Na laranja ainda podemos destacar a presença de outro tipo de carotenoide, como o licopeno. O β -caroteno é considerado o precursor de vitamina A mais potente, enquanto o licopeno é um carotenoide que exibe propriedades antioxidantes e tem um papel na proteção contra doenças neurodegenerativas, ajudando a eliminar os radicais livres gerados pelo estresse oxidativo (SANTOS et al., 2019).

2.4. Armazenamento refrigerado

Para a comercialização de frutas para o consumo in natura, deve-se atentar principalmente à qualidade do produto, sendo esta mensurada por características relacionadas à procedência, ausência de resíduos químicos, fitossanidade, tamanho, sabor, aroma e coloração. Muitas dessas características são específicas de cada cultivar, ou influenciadas pelas condições climáticas, porém, algumas delas como aparência, sabor e textura podem ser melhoradas com o uso de práticas de pré e/ou pós-colheita. A temperatura, é o fator mais importante para a manutenção da qualidade de uma fruta armazenada, porque os processos metabólicos são dependentes da temperatura dentro de uma faixa fisiológica ideal (FIORAVANÇO & MÂNICA, 1994).

O uso da refrigeração é um dos meios mais eficazes na manutenção da qualidade e na extensão do período de comercialização dos produtos hortifrutícolas; as funções da refrigeração são retardar os processos metabólicos e reduzir a desidratação e a ocorrência de podridões (BRACKMANN et al., 2008).

Já para citrus em geral, o período de armazenamento refrigerado varia de acordo com a cultivar da fruta e está diretamente relacionado à temperatura de conservação. De acordo com informações encontradas na literatura, as condições ideais para a conservação refrigerada de tangerinas incluem temperaturas entre 4-

7°C e um nível de umidade relativa (UR) de 90-95%. Nessas condições, as tangerinas podem ser mantidas armazenadas por um período que varia de 2 a 4 semanas. No caso das limas ácidas, o período de armazenamento recomendado é de 6 a 8 semanas, e a temperatura ideal é de 9-10°C, com um nível de UR entre 85-90%. Para as laranjas, as diretrizes sugerem uma temperatura de 3-9°C e um nível de UR entre 85-90%. O período de armazenamento das laranjas pode variar de 3 a 8 semanas, dependendo da cultivar da fruta e das condições climáticas específicas (Hardenburg et al., 1986; Chitarra & Chitarra, 2005).

3. OBJETIVOS

Identificar variedades de laranjas pigmentadas com teores mais altos de antocianinas e carotenoides no suco, após armazenamento a frio, que sejam produtivas e com frutos com boas características físico-químicas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Coleção de trabalho e delineamento experimental

O projeto foi realizado no Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC – Cordeirópolis/SP, coordenadas 22°27'22" S e 47°29'27" O, altitude de 713m e um clima considerado do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido sem estação seca, com temperatura média do mês mais quente maior ou igual a 22,0°C (ROLIM et al., 2005). O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Escuro distrófico. A precipitação média do local foi de 3,23mm diários e a temperatura registrada teve uma média de 20,39°C (IAC, 2023).

A área experimental onde estão localizadas as plantas avaliadas e foram colhidos os frutos está localizada na Quadra 3 (Figura 1). Nessa quadra há um grupo com 28 acessos de laranjas pigmentadas, enxertadas em limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) estabelecidas em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e duas plantas por parcela, em espaçamento 7 x 4 m. Para este trabalho foram selecionadas cinco variedades de laranjas pigmentadas: Moro IAC 432, Sanguinelli Marrocos IAC 73, Sanguinelli Polidari IAC 74, Tarocco IAC 67 e Vermelha

Precoce.



Figura 1. Imagem aérea da área experimental do Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC, a seta azul indica o local (Quadra 3), onde estão localizadas as plantas avaliadas e os frutos foram colhidos (Cordeirópolis/SP, 2021).

4.2. Avaliação do desenvolvimento vegetativo e produtividade de plantas de variedades de laranjas pigmentadas

O desenvolvimento vegetativo das plantas foi avaliado pela medição da altura e do diâmetro das plantas com régua graduada no mês de dezembro (2021), com medição paralelas ao eixo de crescimento da copa (altura) e paralelas ao solo, na altura de 1,5m (diâmetro) (Figura 2).

Para o cálculo do volume de copa, foi utilizada a fórmula de Mendel (1956), que determina:

$$V_{\text{copa}} = \frac{2}{3} \pi r^2 H$$

Onde: V_{copa} = volume de copa (m^3); $\pi \cong 3,14$; raio da copa (m); h = altura da copa (m)

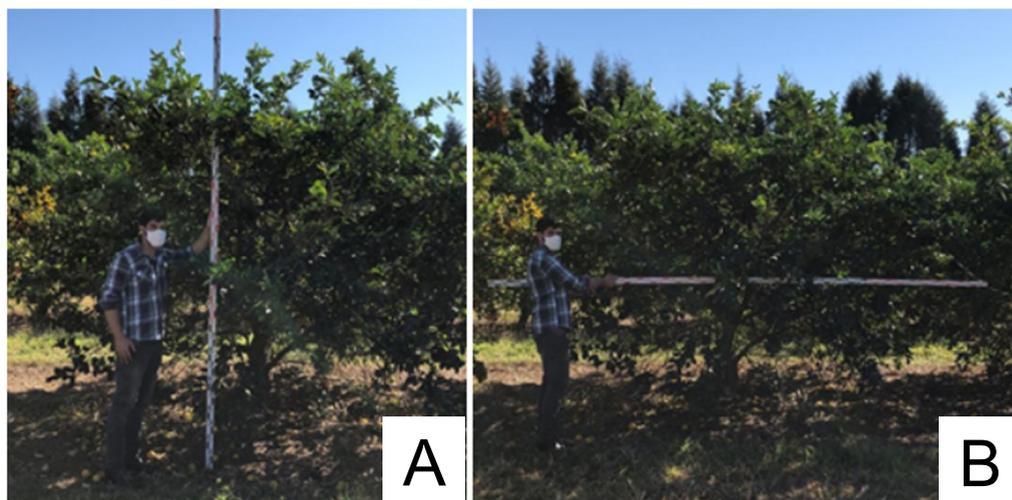


Figura 2. Avaliação de altura (A) e diâmetro (B) das copas com régua graduada (Cordeirópolis/SP, 2021)

A produtividade foi avaliada por pesagem direta dos frutos (kg planta^{-1}) utilizando um dinamômetro de 0,5kg de precisão (Figura 3) e posteriormente estimando-se a produtividade (t ha^{-1}) para todos os tratamentos.



Figura 3. Pesagem dos frutos com o dinamômetro digital (Cordeirópolis/SP, 2021).

4.3. Análises físico-químicas e quantificação de teores de antocianinas e carotenoides de frutos armazenados em câmara fria por 90 dias

Os frutos das laranjeiras pigmentadas foram coletados (maduros) em maio de 2022, na porção externa da copa, atentando para que fossem colhidos frutos sem injúrias mecânicas, doentes ou passados do ponto de colheita, mantendo uniformidade e padrão de aparência, coloração e tamanho. Para cada variedade foram colhidos 96 frutos, e posteriormente subdivididos e avaliados aos 0, 30, 60 e 90 dias após serem armazenados sob baixa temperatura.

Após a colheita os frutos foram lavados em água corrente e desinfetados superficialmente por meio de imersão durante cinco minutos em solução aquosa de hipoclorito de sódio (5%). Os frutos foram armazenados a 10°C, com umidade relativa do ar de ~90%, em câmara fria no laboratório de Pós-Colheita do CCSM. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5x 4 (5 variedades x 4 períodos de armazenamento), com três repetições, contendo oito frutos de cada variedade por repetição.

Em cada data de armazenamento os frutos foram retirados da câmara fria, sendo cinco frutos utilizados para as análises físico-químicas dos frutos, e três frutos utilizados para a quantificação de teores de antocianinas e carotenoides.

4.3.1. Análises físico-químicas dos frutos

4.3.1.1. Altura e diâmetro dos frutos

A medição da altura e largura de cada amostra foi feita utilizando uma escala graduada em centímetros (régua).

4.3.1.2. Rendimento de suco

A quantificação do rendimento de suco foi realizada através do esmagamento dos frutos utilizando a extratora Organização Internacional Centenário (OIC) modelo OTTO 1800 (Figura 4). A mesma possui um filtro com um diâmetro interno de 26,11mm, comprimento de 265mm, furos de diâmetro de 0,6mm e uma área de vazão de 20%. O rendimento de suco foi calculado pela relação entre a massa do suco e a massa do fruto, expresso em porcentagem (%).



Figura 4. Extratora Organização Internacional Centenário (OIC) Modelo OTTO 1800 (Cordeirópolis/SP, 2021).

4.3.1.3. Sólidos solúveis totais

A determinação do teor de sólidos solúveis foi realizada utilizando um refratômetro B&S, modelo RFM 330 (Figura 5). O resultado foi expresso em °Brix, seguindo o método descrito no Official Methods of Analysis of International (AOAC, 2005). O teor de sólidos solúveis foi obtido por meio de leitura direta no refratômetro.



Figura 5. Refratômetro B&S, modelo RFM 330 (Cordeirópolis/SP, 2021).

4.3.1.4. Acidez titulável (AT)

A acidez foi determinada através de método volumétrico (AOAC, 2005), obtida através de titulação potenciométrica de 25ml de suco, com solução de hidróxido de sódio 0,3125 N até pH 8,10 (ponto de viragem da fenolftaleína, utilizada como indicadora). A acidez do suco foi expressa em porcentagem baseado na massa de

ácido cítrico anidro no suco.

4.3.1.5. Ratio

O *ratio* foi calculado por meio da relação de sólidos solúveis/ acidez titulável. Indicando o estágio de maturação dos frutos avaliados.

4.3.2. Quantificação dos teores de antocianinas e carotenoides

Para a quantificação de teores de antocianinas, realizado conforme RAPISARDA et al. (2000), o suco dos frutos de cada amostra foi extraído, homogeneizado, e a partir de uma alíquota de 15 ml dessa solução, foi realizada a filtração por uma peneira plástica fina e centrifugada a 6.000rpm, durante 15 minutos. De cada amostra, obteve-se uma alíquota de 2ml de suco centrifugado, a qual foi diluída para 25ml, ao adicionar 23ml de solução de pH 1,0 (125ml de solução 0,2M de KCl e 375ml de solução 0,2M de HCl). Uma segunda alíquota de 2ml de suco foi diluída para 25ml, com a adição de 23 ml de solução de pH 4,5 (200 ml de solução 1M de acetato de sódio, 120ml de solução 1M de HCl e 180ml de água).

As absorvâncias de ambas as soluções foram medidas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 510 nm. A concentração de antocianinas totais em cada amostra foi calculada pela equação: $C = [(AbspH (1,0) - AbspH (4,5)) \times 484,82 \times 1.000 / 24.825 \times 12,5]$, onde C é a concentração de antocianinas expressa em $mg.L^{-1}$ de suco.

A metodologia de extração dos carotenoides do suco foi feita com solução de metanol (100%), solução Tris e clorofórmio a 4°C, onde os pigmentos foram transferidos para éter de petróleo, saponificado com hidróxido de potássio (KOH) metanólico por 16 horas no escuro, pois a claridade pode acabar degradando. O extrato foi diluído com éter de petróleo e a leitura da absorvância da solução feita a 450 nm. O teor de carotenoides totais foi expresso em termos de μg de caroteno g^{-1} de suco, aplicando-se a Lei de Beer (RODRIGUES-AMAYA, 1999).

4.4. Análise dos dados

Para as características avaliadas foi realizada análise de variância e comparados estatisticamente pelo teste Tukey à 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação do desenvolvimento vegetativo e produtividade de plantas de variedades de laranjas pigmentadas

A variedade Vermelha Precoce (VP) apresentou a menor altura e diâmetro de copa (Tabela 1). As variedades Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73) e Vermelha Precoce (VP) apresentaram menor volume de copa, em relação a Tarocco IAC 67 (T 67). Os baixos valores de volume de copa levaram a menor produtividade ($t\ ha^{-1}$) das variedades Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73) e Vermelha Precoce (VP) (Tabela 1). A variedade Moro IAC 432 (M 432) apresentou a maior produtividade ($t\ ha^{-1}$). A produtividade talvez pudesse ser ainda maior se as plantas tivessem cultivadas em região que fornecesse condições edafoclimáticas melhores para esse tipo de fruto, como uma maior amplitude térmica.

Tabela 1. Altura de copa, diâmetro de copa, volume de copa (VC) e produtividade (Product) de variedades de laranjas pigmentadas (Cordeirópolis/SP, 2022).

Variedades*	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	VC (m^3)	Product ($t\ ha^{-1}$)
M 432	2,72 ab**	2,27 b	7,54 b	81,25 a
SM 73	2,19 c	2,31 b	6,21 bc	17,20 e
SP 74	2,59 bc	2,57 b	9,21 b	51,02 c
IAC 67	3,05 a	2,91 a	14,06 a	54,57 b
VP	1,47 d	1,49 c	3,39 c	46,4 d

*Moro IAC 432 (M 432); Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73); Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74); Tarocco IAC 67 (T 67) e Vermelha Precoce (VP)

**Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

5.2. Análises físico-químicas

Os frutos de Moro IAC 432 (M 432), Tarocco IAC 67 (T 67) e Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74) apresentaram maior altura dos frutos, em relação aos frutos da variedade Vermelha Precoce (VP) (Tabela 2). O diâmetro dos frutos das variedades Moro IAC 432 (M 432) e Tarocco IAC 67 (T 67) foram superiores as demais variedades (Tabela 2). No entanto, os frutos de todas as variedades estavam dentro do padrão

aceito pelo mercado de laranjas, que é a altura e diâmetro acima ou próxima de 6 cm (DOMINGUES et al., 1997).

Tabela 2. Altura e diâmetro dos frutos de cinco variedades de laranjas pigmentadas (Cordeirópolis/SP, 2022).

Variedades*	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
M 432	6,86 a**	6,64 a
SM 73	6,37 bc	5,88 bc
SP 74	6,65 ab	6,23 b
IAC 67	6,80 a	6,68 a
VP	6,27 c	5,85 c

*Moro IAC 432 (M 432); Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73); Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74); Tarocco IAC 67 (T 67) e Vermelha Precoce (VP)

**Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

A altura e diâmetro dos frutos das variedades foi menor aos 90 dias de armazenamento, comparado ao tempo 0 (Tabela 2). Essa redução do tamanho dos frutos é devido à perda de água causada pela evapotranspiração, acarretando murchamento dos frutos (LATADO et al., 2008).

Tabela 3. Altura e diâmetro dos frutos em função do tempo (Cordeirópolis/SP, 2022).

Tempo	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
0	6,82 a	6,62 a
30	6,62 ab	6,28 ab
60	6,58 ab	6,11 b
90	6,35 b	6,03 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

O rendimento de suco de todos as variedades foi superior a 40% (Tabela 4), independente do tempo de armazenamento. Esses valores de rendimento são

considerados bons tanto para utilização no mercado interno (indústria), quanto para o mercado externo (*in natura*). Segundo Koller (1994) o rendimento de suco precisa apresentar em torno de 40% para utilização na indústria, enquanto para consumo *in natura*, deve apresentar aproximadamente 35% ou mais. Segundo Goulart et al. (2019), o rendimento é um dos indicativos valorizados para indústria para a fabricação de suco, mas como as laranjas pigmentadas tem como potencial uso para mesa, mesmo se apresentassem um baixo rendimento não seria limitante.

As variedades Moro IAC 432 (M 432), Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73) e Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74) tiveram aumento no rendimento de suco aos 30 dias de armazenamento dos frutos (Tabela 4). Segundo LATADO et al. (2008) o aumento no rendimento de suco até os 60 dias de armazenamento pode acontecer devido ao avanço da maturação dos frutos. Aos 30 e 60 dias de armazenamento a variedade Vermelha Precoce (VP) apresentou o menor rendimento de suco, comparado as demais variedades.

Todas as variedades, com exceção da Vermelha Precoce, tiveram queda dos teores de sólidos solúveis ao longo do período armazenamento, tendo o maior teor de sólidos solúveis em 0 dias na câmara fria (Tabela 4). Isso ocorre pois as variedades sanguíneas verdadeiras utilizaram do seu açúcar para a realização da síntese do composto fenólico, que é a antocianina, somente expressa nesses frutos. A quantificação dos sólidos solúveis é um indicativo dos açúcares presentes na fruta, além de compostos como ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas (Kluge et al., 2002). O padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) do suco de laranja definido pelo MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento) indica uma concentração mínima de sólidos solúveis no valor de 10,5° (FIGUEIRA et al., 2010). A partir de 30 dias de armazenamento os valores de todas as variedades se distanciaram ainda mais do indicado pelo MAPA, ficando com valores inferiores a 10%.

Com relação aos valores de acidez, aos 30 dias de armazenamento, todas as variedades apresentaram uma redução da acidez, com exceção da Vermelha Precoce. Segundo LATADO et al. (2008), essas quedas nos valores de acidez indicam um avanço no processo de maturação e, conseqüentemente, a senescência. De acordo com ECHEVERRIA e VALISHE (1989), a redução dos níveis de ácido cítrico nos frutos é um fenômeno que já é esperado no armazenamento a frio, algo ocorrido

pela utilização dos ácidos orgânicos para a produção de energia e fermentação alcoólica.

Tabela 4. Rendimento de suco, sólidos solúveis (°Brix) e acidez de frutos de cinco variedades de laranjas pigmentadas ao longo de 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento em câmara fria (Cordeirópolis/SP, 2022).

Variedades*	Período de armazenamento (dias)			
	0	30	60	90
Rendimento suco (%)				
M 432	46,0 abB**	52,9 abA	51,5 aA	45,3 aB
SM 73	44,3 abB	49,4 bA	50,5 abA	48,6 aA
SP 74	42,8 abB	50,1 bA	48,2 bAB	44,4 aAB
IAC 67	47,9 aA	55,0 aA	53,4 aA	46,1 aA
VP	40,9 bA	41,3 cA	40,9 cA	43,7 aA
Sólidos solúveis (°Brix)				
M 432	10,2 bA	7,0 cB	7,8 bB	7,5 cB
SM 73	9,9 bA	8,7 abB	8,8 abB	8,7 bB
SP 74	11,2 aA	8,4 bB	9,0 abB	8,7 bB
IAC 67	9,8 bA	7,8 bcB	7,8 bB	7,9 cB
VP	10,2 bA	9,4 aA	9,3 aA	9,7 aA
Acidez (%)				
M 432	1,73 cA	1,05 bB	1,01 aB	1,15 aB
SM 73	2,21 bA	1,43 aB	1,28 aB	1,30 aB
SP 74	2,55 aA	1,36 aB	1,32 aB	1,30 aB
IAC 67	1,68 cA	0,92 bcB	0,70 aC	0,83 bBC
VP	1,04 dA	0,77 cA	0,86 aA	0,73 bA

*Moro IAC 432 (M 432); Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73); Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74); Tarocco IAC 67 (T 67) e Vermelha Precoce (VP)

**Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de *Ratio* (relação sólidos solúveis/ acidez total titulável), pode ter uma relação variando de 6 a 20, tendo como faixa ideal compreendida entre 11 e 14, no entanto as indústrias tem preferido valores entre 15 e 18 (CARMELLO, 2021). Com os resultados obtidos, notamos que a única variedade que apresentou um *ratio* dentro de uma faixa considerada ideal foi a variedade Vermelha Precoce, única considerada uma falsa sanguínea (Tabela 5). Em função do tempo, foi possível observar que o armazenamento em câmara fria aumentou os valores de *ratio* das frutas, sendo o *ratio* aos 60 dias de armazenamento maior comparado aos 0 dias (Tabela 6).

Tabela 5. *Ratio* dos frutos de cinco variedades de laranjas pigmentadas (Cordeirópolis/SP, 2022).

Variedade	<i>Ratio</i>
Moro IAC 432	6,73 bc
Sanguinelli Marrocos IAC 73	6,06 c
Sanguinelli Polidari IAC 74	6,14 c
Tarocco IAC 67	8,72 b
Vermelha Precoce	12,08 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

Tabela 6. *Ratio* dos frutos em função do tempo (Cordeirópolis/SP, 2022).

Tempo	<i>Ratio</i>
0	6,20 b
30	7,91 ab
60	9,06 a
90	8,60 ab

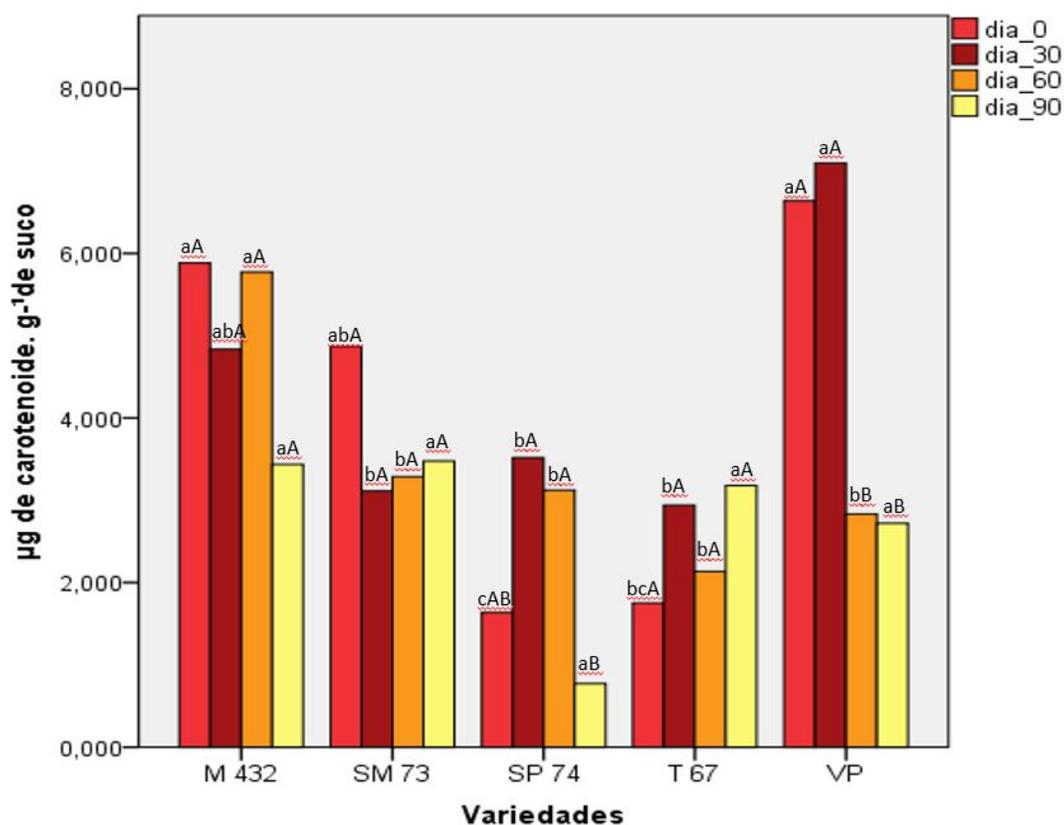
Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

5.3. Quantificação de teores de antocianinas e carotenoides

As variedades Moro IAC 432 (M 432), Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73) e Tarocco IAC 67 (T 67) não apresentaram alteração no teor de carotenoides com o armazenamento dos frutos em câmara fria (Figura 6). Na variedade Vermelha Precoce (VP) houve diminuição do teor de carotenoides aos 60 e 90 dias de armazenamento dos frutos, comparado ao 0 e 30 dias de armazenamento. As baixas temperaturas impostas aos frutos por longos períodos, podem levar ao decréscimo desse composto, que tende a protegê-los das injúrias ocasionadas pelo frio em excesso (HABIBI et al, 2021). As temperaturas baixas em câmara fria podem diminuir os teores de alguns carotenos, como é o caso do licopeno e o 'beta'-caroteno (NISHIMURA, 2012).

As variedades Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74) e Tarocco IAC 67 (T 67) apresentaram menor teor de carotenoides, aos 0 dias de armazenamento, comparado as demais variedades. Aos 90 dias de armazenamento as variedades não diferiram no teor de carotenoides (Figura 6).

Nos frutos cítricos, a diversidade, o acúmulo e a concentração dos carotenoides são muito variáveis entre espécies e entre variedades (HENRIQUE, 2017). Em geral, a biossíntese e acúmulo dos carotenoides ocorrem em maior quantidade na casca do que na polpa dos frutos cítricos (ALQUEZAR et al., 2013). Segundo NISHIMURA (2012) a síntese e a caracterização fisiológica e molecular dos carotenoides nas laranjas de polpa vermelha e sanguíneas ainda é algo pouco estudado e compreendido.

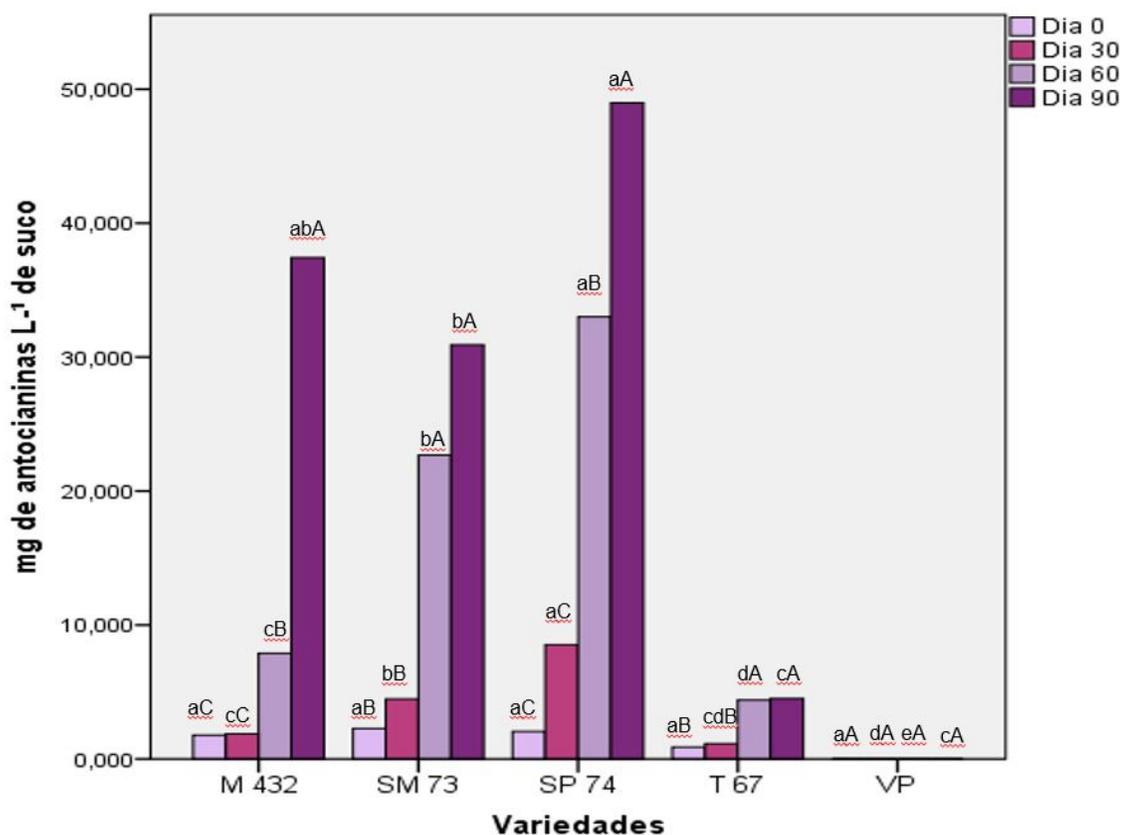


*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas entre as variedades para o mesmo tempo e maiúsculas para os tempos dentro de cada variedade, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 6. Quantificação do teor de carotenoides em Moro IAC 432 (M 432), Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73), Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74); Tarocco IAC 67 (T 67) e Vermelha Precoce (VP) após 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento a frio. (Cordeirópolis/SP, 2022).

Na quantificação das antocianinas, nas variedades Moro IAC 432 (M 432), Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73), Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74) e Tarocco IAC 67 (T 67) foi possível observar aumento da concentração das antocianinas a partir de 60 dias de armazenamento dos frutos em câmara fria (Figura 7). Essas variedades são denominadas de laranjas sanguíneas. Estas produzem frutos com polpa e suco arroxeados, dado ao acúmulo de antocianinas (BITTERS, 1961). O acúmulo de antocianinas nas laranjas sanguíneas é influenciado positivamente pelas baixas temperaturas e amplitudes mais elevadas (MEREDITH; YOUNG, 1969).

A variedade Vermelha Precoce (VP) não apresentou antocianina em nenhuma avaliação (Figura 7). Esta é denominada de laranja falsa-sanguínea (laranja de polpa vermelha), devido ao maior acúmulo de carotenoides, bem como o betacaroteno e o licopeno (BITTERS, 1961). Segundo LATADO, et al. (2008) há incapacidade das laranjas falsas-sanguíneas de sintetizar antocianinas. Observou-se que a variedade Vermelha Precoce (VP), no tempo 0, apresentou maior teor de carotenoides, comparado às variedades Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74) e Tarocco IAC 67 (T 67) (Figura 6).



*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas entre as variedades para o mesmo tempo e maiúsculas para os tempos dentro de cada variedade, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 7. Quantificação do teor de antocianinas em Moro IAC 432 (M 432), Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73), Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74), Tarocco IAC 67 (T 67) e Vermelha Precoce (VP) após 0, 30 e 60 dias de armazenamento a frio. (Cordeirópolis/SP, 2022).

6. CONCLUSÃO

A variedade Moro IAC 432 (M 432) apresenta a maior produtividade ($t\ ha^{-1}$) dentro do grupo avaliado. Mesmo com o armazenamento refrigerado dos frutos, a altura e diâmetro dos frutos de todas as variedades estão dentro do padrão aceito pelo mercado de frutas frescas e o rendimento de suco superior a 40%. A única variedade que apresenta um *ratio* dentro de uma faixa considerada ideal é a variedade Vermelha Precoce.

O armazenamento em câmara fria não aumenta o teor de carotenoides nas variedades, mas incrementa a concentração das antocianinas, a partir de 60 dias de armazenamento dos frutos, nas variedades Moro IAC 432 (M 432), Sanguinelli Marrocos IAC 73 (SM 73), Sanguinelli Polidari IAC 74 (SP 74) e Tarocco IAC 67 (T 67).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALQUEZAR, B., RODRIGO, M.J., LADO, J. & ZACARÍAS, L. A comparative physiological and transcriptional study of carotenoid biosynthesis in white and red grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.). **Tree Genetics & Genomes**, v. 9, p. 1257–1269, 2013.

ALMEIDA, Jamille Mota. Identificação e quantificação de compostos bioativos em diferentes variedades de laranjas. 2019.

BITTERS, W. P. Physical characters and chemical composition as affected by scions and rootstocks. **The Orange: its biochemistry and physiology**, p. 56-95, 1961.

CAPECKA, E.; MARECZEK, A.; LEJA, M. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. **Food Chemistry**, London, v. 93, p. 223-226, 2005.

CARMELLO, Fernanda Cristina. Desenvolvimento de banco de dados para seleção de porta-enxertos de citros em duas regiões do Estado de São Paulo visando à qualidade da fruta. 2021.

CARUSO, Marco et al. Pomological diversity of the Italian blood orange germplasm. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 331-339, 2016.

CAZAL, M. M; STRINGHETA, P.M. Corante Naturais como Compostos bioativos.

Nutri Connection, São Paulo 2021. Disponível em:

<https://nutricconnection.com.br/corantes-naturais-como-compostos-bioativos/>

CHITARRA, M.I. ; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 783p.

DA CITRICULTURA, Fundo de defesa da. Quinze anos de greening no Brasil: como a citricultura de SP e MG tem conseguido controlar a doença e se manter como principal produtora de suco de laranja do mundo. Araraquara, São Paulo, 2019.

DA CITRICULTURA, Fundo de Defesa. Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja no cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste mineiro - retrato dos pomares em março/2023. **Araraquara: Fundecitrus**, 2023.

DOMINGUES, E.T.; MATTOS JR., D.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JR., J.; FIGUEIREDO, O.J. & SUGAHARA, V.Y. Seleção de clones de laranja Pêra, quanto ao período de maturação, com uso de análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, n.1, p.89-101, 1997.

ECHEVERRIA, E.; VALICH, J. Enzymes of sugar and acid metabolism in stored Valencia Oranges. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, n.114, p.445-449, 1989.

FERREIRA, Fernando Rafael Alves. Caracterização de laranjeiras sanguíneas em diferentes regiões climáticas do estado de São Paulo. Tese de Doutorado. INSTITUTO AGRONÔMICO, 2017.

FIGUEIRA, Ricardo et al. Análise físico-química e legalidade em bebidas de laranja. **Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 2, 2010.

FIORAVANÇO, J.C., MÂNICA, I. Armazenamento de frutas cítricas em temperatura controlada. **Cadernos de Horticultura**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 1-8, 1994.

FREITAS, Victor. O mundo colorido das antocianinas. **Revista de Ciência Elementar**, v. 7, n. 2, 2019.

GOULART, E.; CUSTODIO, F.; MONTAGNINI, J.P.; DE SOUZA, P.S. Índices de maturação de laranjas coloridas. In: **11ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS & 8º Simpósio de pós-graduação. Anais da Jornada Científica e Tecnológica e Simpósio de Pós Graduação**, Muzambinho v. 11, 2019.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks.** Washington: USDA, 1986. 130p. (Agriculture Handbook, 66)

HENRIQUE, F.H. Caracterização de laranjas de polpa vermelha. Tese de Doutorado. Campinas, p. 81, 2017.

HABIBI, Fariborz et al. Physicochemical changes, peel colour, and juice attributes of blood orange cultivars stored at different temperatures. **Horticulturae**, v. 7, n. 9, p. 320, 2021.

HAMEDANI, Mahsa et al. Determination of storage duration and temperature effects on fruit quality parameters of blood orange (*Citrus sinensis* cv. Tarocco). **Biharean Biologist**, v. 6, n. 1, p. 10-13, 2012.

HILLEBRAND, S.; SCHWARZ, M. & WINTERHALTER, P. Characterization of anthocyanins and pyranoanthocyanins from blood orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.52, p.7331-7338, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2020). Sistema IBGE de recuperação automática – Sidra 2018: **Produção agrícola municipal.**

DA CITRICULTURA, Fundo de defesa da. Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/ Sudoeste mineiro: **Fundecitrus**, 2023.

JOMOVA, Klaudia; VALKO, Marian. Health protective effects of carotenoids and their interactions with other biological antioxidants. **European journal of medicinal chemistry**, v. 70, p. 102-110, 2013.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado. **Campinas: Livraria e Editora Rural**, 2. ed. p. 214, 2002.

LO PIERO, A.R.; PUGLISI, I.; RAPISARDA, P. & PETRONE, G. Anthocyanins accumulation and related gene expression in red orange fruit induced by low temperature storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** n.53, p. 9083-9088, 2005.

LATADO, R.R. Laranjas sanguíneas no Brasil. 2009. Artigo em Hypertexto.

Disponível em:

http://www.infobibos.com.br/Artigos/2009_4/LaranjasSanguineas/index.htm Acesso em: 02/08/2023.

LATADO, Rodrigo Rocha et al. Acúmulo de antocianinas e características físicas e químicas de frutos de laranjas sanguíneas durante o armazenamento a frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 604-610, 2008.

LATADO, Rodrigo Rocha et al. Influência do armazenamento refrigerado de frutos de laranjeiras sanguíneas quanto A suas características físico-químicas e concentração de antocianinas. **Citrus Research & Technology**, v. 29, n. 1-2, p. 51-67, 2017.

MATIAS, Pedro; DUARTE, Beatriz; DUARTE, Amílcar. Citrinos na Dieta Mediterrânea: frutos com sumo e com história. **Revista da Associação Portuguesa de Horticultura**, v. 143, p. 39-41, 2021.

MEREDITH, F. I.; YOUNG, R. H. Effect of temperature on pigment development in red blush grapefruit and ruby blood oranges. In: **Proc. First Int. Citrus Symp.** p. 271-276, 1969.

MESQUITA, S. da S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoides: propriedades, aplicações e mercado. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 672-688, 2017.

MORAIS, Flávia Luisa de. Carotenoides: características biológicas e químicas. 2006.

MACIEL-SILVA, Francisco W. et al. Pressurized liquid extraction coupled in-line with SPE and on-line with HPLC (PLE-SPExHPLC) for the recovery and purification of

anthocyanins from SC-CO₂ semi-defatted Açaí (*Euterpe oleracea*). **Food Research International**, v. 160, p. 111711, 2022.

NISHIMURA, Deborah Sanae. Perfil transcricional dos genes envolvidos na via de biossíntese de carotenoides e quantificação dos metabólitos em laranjas de polpa vermelha. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2012.

RAPISARDA, P.; FANELLA, F.; MACCARONE, E. Reliability of analytical methods for determining anthocyanins in blood orange juices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.2249-2252, 2000.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A. **Guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: ILSI Press, 1999.

ROLIM, S.G. et al. Biomass change in an Atlantic tropical moist forest: the ENSO effect in permanent sample plots over a 22-year period. **Oecologia** 142, 238–246, 2005. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1717-x>

SANTOS, Fabrine Dias et al. Quantificação de B-caroteno e licopeno em variedades de laranjas. 2019.

STAM, G. Azul da Natureza: corante obtido a partir da beterraba tem potencial uso na indústria. São Paulo: **Pesquisa Fapesp**, 2020. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/azul-da-natureza/>

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Citrus: World Markets and Trade**. Jul, 2022.

YAMAMURA, R.C.M. Dados de temperatura e precipitação da região de Cordeirópolis, Clima IAC. Destinatário: Gabriel Zerbinato Lang. Araras, 26 jun. 2023.