



ANNETH ALVES PINHEL ÈVORA VARELA

**EVOLUÇÃO NOS COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DE PITAIA DE POLPA BRANCA DURANTE
SEU DESENVOLVIMENTO**

LAVRAS – MG

2022

ANNETH ALVES PINHEL ÈVORA VARELA

**EVOLUÇÃO NOS COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE
PITAIA DE POLPA BRANCA DURANTE SEU DESENVOLVIMENTO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof^a. Dr^a. Leila Aparecida Salles Pio
Orientadora

Pesquisadora Dr^a. Deniete Soares Magalhães
Coorientadora

LAVRAS – MG

2022

RESUMO

Selenicereus undatus, popularmente conhecida como fruta do dragão ou pitaia, ao longo dos últimos anos teve um aumento no consumo e cultivo nos países tropicais e subtropicais. No Brasil, o consumo dessa fruta recebeu especial atenção do público devido ao seu sabor único, caracterizado pelo sabor adocicado, aparência exótica, propriedades nutricionais e prevenção de doenças. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a evolução compostos bioativos e da capacidade antioxidante da pitaia branca ao longo do desenvolvimento dos frutos. Para abranger todas as etapas de amadurecimento, buscou-se avaliar desde o fruto totalmente verde até os primeiros sinais de senescência. Foram avaliados teor de vitamina C, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante pelos métodos FRAP, TEAC e sistema β -caroteno/ácido linoleico. No geral, houve uma diminuição para todos os parâmetros avaliados ao longo do desenvolvimento dos frutos. Aos 36 a 38 dias pós antese as frutas apresentam características sensorial, físico-químicas adequadas para a colheita e consumo.

Palavras-Chave: *Selenicereus undatus*; estágio de maturação; compostos fenólicos; potencial funcional.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1 A cultura da pitaia.....	2
2.2 Ácido ascórbico (vitamina C).....	5
2.3 Capacidade antioxidante.....	5
2.4 Compostos fenólicos.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1 Implantação do experimento.....	7
3.2 Extração e determinação do teor de vitamina C.....	7
3.3 Extração e determinação de composto fenólicos totais (TPC).....	8
3.4 Determinação da atividade antioxidante.....	8
3.4.1 Poder antioxidante redutor de ferro (FRAP).....	8
3.4.2 Capacidade antioxidante equivalente de Trolox (TEAC).....	9
3.4.3 Atividade de branqueamento do β -caroteno.....	9
3.5 Análise estatística.....	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
Figura 2– Teor de vitamina C, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante ao longo do desenvolvimento.....	12
5 CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, devido a sua grande extensão territorial e condições edafoclimáticas favoráveis, torna-lhe um polo de produção de variedades de espécies de frutas tropicais, subtropicais e temperadas.

A pitiaia (*Selenicereus spp.*) uma fruta relativamente nova no mercado, apresenta um futuro promissor semelhante a outras frutas tropicais e subtropicais. Originária do centro-norte e sul da América, pertence à família cactácea, podem ser encontradas em locais de clima tropical e subtropical como florestas, costeiras, montanhas. O seu cultivo tem sido implementado em vários países por ser uma planta rústica que se adapta em diferentes condições ambientais, como clima quente e seco, solos pobres, e frio (LUDERS; MCMAHON., 2006).

As variedades mais consumidas são: *Selenicereus polyrhizus* com casca e polpa rosada, *Selenicereus megalanthus* casca amarela e polpa branca, e *Selenicereus undatus* com casca rosada e polpa branca. No Brasil as variedades mais consumidas e comercializadas são *Selenicereus polyrhizus* com casca e polpa rosada, e *Selenicereus undatus* com casca rosada e polpa branca (REZENDE et al., 2017).

A maioria dos estudos contempla quase sempre pitiaia de polpa rosada (*Selenicereus polyrhizus*), que é prezada pelos seus atributos físicos, sensoriais e nutricionais, aumentando o interesse dos consumidores, produtores e despertado a atenção dos pesquisadores.

O apelo funcional tem sido voltado especialmente para os frutos de pitiaia de polpa vermelha, no entanto, outros compostos importantes com potencial funcional sem coloração expressiva (vitamina C, compostos fenólicos, antioxidantes etc.) também estão presentes na pitiaia de polpa branca. É preciso entender as funções dos compostos funcionais presentes para mais informações posteriores e contribuindo para composição de dieta saudável.

Por esta razão é importante o desenvolvimento de pesquisa e experimentos referentes ao estudo de compostos bioativos e propriedades antioxidantes presentes na pitiaia branca, especialmente quando se busca encontrar o momento em que os frutos apresentam uma maior oferta destes compostos, relacionados à qualidade nutricional.

Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar os compostos bioativos da fruta do dragão de polpa branca para fornecer mais detalhes sobre a evolução destes compostos ao longo do desenvolvimento dos frutos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da pitiaia

A fruticultura é uma das principais atividades que emprega 5,6 milhões de pessoas, e faz com que o homem se fixe no campo, contribuindo com o aumento da renda e melhorando as condições de vida dos pequenos agricultores. Com o crescimento da agricultura no Brasil, o mercado de frutas exóticas também ganhou impulso nos últimos anos e vem aumentando consideravelmente (WATANABE, 2014; OLIVEIRA, 2017). Ao longo dos últimos anos, o interesse para o cultivo e consumo da pitiaia (*Selenicereus spp.*) aumentou em muitas regiões tropicais e subtropicais do mundo pelo seu sabor único, agradável, aparência exótica, propriedades nutricionais e funcionais (MAGALHÃES et al., 2019).

No Brasil o cultivo da pitiaia (*Selenicereus spp.*) teve início no estado de São Paulo na cidade de Itajobi pela produtora Anoemisia Sader, isto fez com que outros estados a iniciassem o cultivo comercial de pitiaia em estados de Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Mato grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Ceará e Pernambuco (SILVA, 2014). No ano de 2018, nas Centrais de Abastecimento-CEASAS do Brasil o volume total comercializado alcançou 953.093 kg e 97,5 % foram comercializados nas regiões do sul e sudeste, ressaltando o estado de São Paulo com maior volume comercializado e pelo cultivo (69,1%), seguida de rio grande do Sul (10,6%), Minas Gerias (7,4 %), Paraná (5,8 %), Santa Catarina (3,1 %), Espírito Santo (1,5 %), totalizando os 97,5 % comercializado no país (PROHORT.,2019).

A região Sudeste lidera na produção de pitiaia no Brasil, devido a boas condições climáticas, alto valor comercial aliado a mudança do comportamento do consumidor do estado de São Paulo que começou a se interessar mais pelo consumo de frutas exóticas (NUNES et al., 2014; SEBRAE., 2017).

Plantas de pitiaia (*Selenicereus spp.*), pertencem à família cactácea, com origens no norte, centro e sul das Américas, é comum encontrá-las em áreas costeiras, montanhosas, e florestas tropicais, as frutas apresentam diferentes formas e apresentam rápido crescimento epífitas (LUDERS; MCMAHON., 2006). As variedades consumidas da pitiaia até o momento são: *Selenicereus polyrhizus* com casca e polpa rosada, *Selenicereus megalanthus* casca amarela e polpa branca, e *Selenicereus undatus* com casca rosada e polpa branca. Segundo Rezende et al. (2017) dentre as variedades mais cultivadas no Brasil são *Selenicereus polyrhizus* com casca rosadas e polpa rosada (pitaia-vermelha) e *Selenicereus undatus* com casca rosada e polpa branca (pitaia-branca).

Grande parcela da produção de pitaia (*Selenicereus spp.*) é comercializada *in natura* em centrais de abastecimento, supermercados, feiras e quitandas e parte é exportada. Uma pequena quantidade da produção é processada em geleia, cremes, polpas, sorvetes e sucos entre outros. A transformação da pitaia *in natura* agrega valor, aumenta período de disponibilidade do produto e faz-se o aproveitamento de sobras de frutos fora de padrão e danificados. (LONE et al., 2021).

A pitaia é caracterizada pelo sabor doce e suave, polpa firme e repleta de sementes aliado às suas propriedades nutricionais e funcionais, apresenta uma grande aceitação nos mercados consumidores, o que tem despertado o interesse nos produtores. (JUNQUEIRA et al., 2002; SOUZA, 2010). Por ser uma planta rústica e se adapta em diferentes condições ambientais, como clima quente e seco, solos pobres, e frio (LUDERS; MCMAHON., 2006). Essas características que fazem esta planta rústica pouco exigente nos cuidados e nos tratamentos culturais, tendo um retorno rápido sobre o investimento, um dos motivos dos fruticultores brasileiros explorarem financeiramente a pitaia (SILVA.,2016).

A pitaia é uma planta perene, frequentemente cresce sobre árvores ou pedras. As raízes são fibrosas, abundantes e desenvolvem numerosas raízes adventícias que auxiliam na fixação e obtenção de nutrientes. Os segmentos de caule designados de cladódios são triangulares, suculentos e espinhosos com 2 a 4 mm de largura. A flor é hermafrodita de coloração branca, é grande mede cerca de 20 a 30 cm de largura e abre durante a noite (CANTO., 1993).

O fruto da pitaia é do tipo baga, com tamanho médio, formato globuloso e subglobuloso. Apresenta tons de coloração verde na sua fase imatura, amarela e vermelho quando madura. A polpa apresenta tons que variam do vermelho púrpura brilhante ao branco, com várias sementes comestíveis escuras distribuídas por toda a polpa (NUNES et al., 2014, ESQUIVEL, AYARA-QUESADA,2012).

A pitaia é uma fruta rica em proteína, fibra, carboidratos, vitaminas e minerais. Possui várias propriedades e compostos bioativos que são benéficos para a saúde humana, como vitamina C, compostos fenólicos, entre outros, que estimulam o aumento da atividade antioxidante. Devido ao seu potencial funcional e evidência das suas propriedades nutraceuticas, estes compostos previnem, asma, tosse, aumento do sistema imune, ajuda na digestão, problemas cardiovasculares, pressão arterial e alguns estudos apontam que a glucose encontrada na pitaia ajuda no controle de açúcar em pacientes com diabetes (PERWEEN et al., 2018).

Embora a composição química e o potencial funcional tenham sido extensivamente estudados em frutas de pitaia, a maioria destes estudos contempla apenas as espécies de polpa

vermelha, e ainda assim não avaliam as mudanças nos compostos bioativos durante o desenvolvimento dos frutos (WANITCHNAG et al., 2010; CHANG et al., 2016; PHEBE et al., 2009; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015; MENEZES et al., 2015; MAGALHÃES et al., 2019).

Segundo Magalhães et al. (2019), a pitáia (*Selenicereus undatus*) apresenta um grande potencial para comercialização, mas à falta de conhecimento sobre o seu cultivo é uma barreira que impede sua difusão no país. Estes mesmos autores relataram mudanças físico-químicas significativas em pitáia de polpa branca durante seu desenvolvimento, como um aumento de sólidos solúveis, pH, diâmetro e massa, bem como uma diminuição da firmeza, espessura da pele e acidez, resultados obtidos despertaram uma curiosidade para analisar os compostos bioativos presentes no fruto que estão diretamente relacionados a qualidade física, química, nutricional e sensorial.

O processo da colheita da pitáia, no centro-oeste é realizada entre os meses de dezembro a abril e pode ser estendida até o mês de maio na região sudeste. Segundo Rezende et al. (2017), a colheita deve ser realizada em época correta, pois a fruta quando separada da planta não continua o seu processo de amadurecimento. Por esta razão a pitáia é considerada uma fruta não climatérica, ou seja, deve ser colhida quando a casca fica totalmente com a cor característica da espécie que pode ser vermelha ou amarela. Os frutos da pitáia desenvolvem-se em um período relativamente curto, sendo esse tempo datado de 33 a 45 dias após a antese, ou seja, após a abertura dos botões florais, além disso, temperaturas elevadas antecipam a maturação (SILVA, 2011; REZENDE et al., 2017; CARDOSO et al., 2019)

O índice de maturação (ratio) mais adequado para a colheita da pitáia é entre os dias 34 e 38 dias após a antese, uma vez que concilia a qualidade sensorial, principalmente a coloração, e características físico-químicas mais adequadas para o consumo. Ultrapassando os 38 dias após a antese, ocorre uma perda na qualidade externa devido à murcha das brácteas e descoloração da casca, embora a parte interna da fruta ainda tenha qualidade satisfatória para o consumo, com excelentes condições para a indústria (MAGALHÃES et al., 2019)

Há relatos de produtores no Brasil que estão colhendo os frutos em estágios iniciais de pigmentação da casca ou até mesmo antes da mudança de cor, embora na prática a maioria dos produtores realiza a colheita quando os frutos apresentam coloração de casca completamente rósea, considerado como o ponto ideal de colheita. No entanto, por ser uma determinação empírica e individual (do colhedor) a colheita abrange vários graus de coloração, visto que a mudança de coloração dura vários dias (crescente).

Para o produtor a pigmentação da casca é, sem dúvida, um fator determinante para colher os frutos, pois não se tem uma informação exata para os produtores e consumidores sobre

o momento em que os frutos apresentam uma maior oferta destes compostos, relacionados a qualidade nutricional e conseqüentemente com a ingestão de antioxidantes, o que auxilia na saúde humana.

2.2 Ácido ascórbico (vitamina C)

A vitamina C, mas conhecida como ácido ascórbico (nome químico) apresenta um grande potencial na manutenção do organismo, atuando como um antioxidante. A molécula possui exatamente seis átomos de carbono, seis átomos de oxigênio e oito átomos de hidrogênio, que formam uma molécula de vitamina C ($C_6H_8O_6$). Presente em frutas, legumes e verduras, está associada uma série de propriedades funcionais como diminuição de risco para certos tipos de câncer, doenças cardiovasculares e cataratas, bem como na cicatrização de feridas e modulação imune. Ajuda as células do organismo a crescerem e permanecerem saudáveis, principalmente as células dos ossos, dentes, gengivas e dos vasos sanguíneos. A vitamina C é necessária para combater infecções, atuar na absorção do ferro, reduzir o nível de triglicerídeos e de colesterol, além de fortalecer o sistema imunológico (contra resfriados, por exemplo) (CAVALARI; SANCHES.,2018).

Outra função da vitamina C é reciclar a vitamina E, que age também na produção e manutenção do colágeno além de melhorar a absorção do ferro. Quando a vitamina C é consumida em excesso é excretada na urina na forma de ácido oxálico, treônico e didroascórbico, essas substâncias facilitam o aparecimento de cálculos renais (GEREMIAS, 2004).

2.3 Capacidade antioxidante

A FDA (Food and Drug Administration) define antioxidante como qualquer substância que preserva o alimento contra deterioração, rancidez e descoloração proveniente da autooxidação. Com o aumento da produção e consumo de alimentos industrializados no dia-dia, há cada vez mais a busca por uma alimentação saudável, visando amenizar aspectos que venham a ser prejudiciais ao corpo humano. Diversas pesquisas mostram positivamente a ação protetora e eficaz dos antioxidantes, se ingeridos diariamente, contra os processos oxidativos do organismo como doenças cardiovasculares, câncer, declínio do sistema imune, disfunções cerebrais, envelhecimento e doenças degenerativas (ROESLER et al., 2007; BELOTI, 2019).

A capacidade antioxidante da pitiaia se deve, principalmente, pela relação entre as quantidades significativas de ácido ascórbico, carotenoides, (ABREU et al., 2012) betalaínas e

compostos fenólicos contidos na fruta, fazendo com que ela tenha um potencial para ser considerada como alimento funcional (FATHORDOOBADY et al., 2016; TENORE; NOVELLINO; BASILE, 2012).

2.4 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos também estão muito presentes na composição da pitiaia (ABREU et al., 2012). Substâncias com núcleo fenólico como tocoferol, flavonóides e ácidos fenólicos apresentam destaque especial como antioxidantes, por atuarem como eficientes captadores de espécies reativas de oxigênio (AL-MAMARY; AL-MEERI; ALHABORI, 2002). Sendo assim, a pitiaia pode ser considerada uma alternativa como fonte de fitoquímicos como polifenóis, flavonoides e vitamina C (SONG et al., 2016).

Os compostos fenólicos, substâncias que apresentam um anel aromático e um ou mais grupos hidroxila, são considerados um dos mais abundantes na natureza e tem influência na fisiologia pós-colheita de vegetais e frutos, com sua função na coloração, sabor e aroma (VILAS BOAS, 2006; BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; FU et al., 2011; SARMENTO, 2017).

Uma vez que muitas ações benéficas no organismo estão associadas à capacidade antioxidante das substâncias fenólicas, principalmente ácidos fenólicos, flavonoides e taninos, podemos também relacionar esses compostos com uma atividade anticancerígena, antimicrobiana, antialérgica, hepatoprotetora, antitrombótica, antiviral, vasodilatadora, antimutagênica e anti-inflamatória (OLIVEIRA, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Implantação do experimento

O experimento foi conduzido no campo experimental do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Lavras/Departamento de Agricultura, Lavras, Minas Gerais, (21° 14' S 45° 00' W; 918 m de altitude) entre os meses de março a abril de 2016, em um pomar de pitaia de polpa branca com 2 anos de implantação. O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen é do tipo Cwa, clima subtropical, com invernos frios e secos e verões quentes e úmidos, com temperatura do mês mais quente maior que 22 °C (22,1 °C em fevereiro).

Para a montagem do experimento foram marcadas em um único dia, na ocasião da floração, todas as flores abertas e visualmente homogêneas encontradas na parte mediana de 60 plantas de pitaia (*Selenicereus undatus*). Para abranger todas as etapas de amadurecimento, buscou-se avaliar desde o fruto totalmente verde até os primeiros sinais de senescência. Assim, foram colhidos dez frutos originários das flores marcadas aos 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 e 42 dias após a antese. Após a coleta, os frutos foram imediatamente transportados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Vegetais do Departamento de Ciência de Alimentos da Universidade Federal de Lavras, onde foram lavados, higienizados com solução de hipoclorito a 200 mg/L por 15 min e enxaguados, secos com toalha de papel e descascados manualmente. Após, as amostras de polpa da fruta foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e armazenado a -80° C até a análise.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por oito épocas de coleta e três repetições. A parcela experimental foi constituída por dois frutos.

3.2 Extração e determinação do teor de vitamina C

O conteúdo de vitamina C, conhecido como a soma de ácido ascórbico (AA) e ácido desidroascórbico (DHA) foi determinado pelo método colorimétrico estabelecido por Strohecker et al., (1967). Para a extração, 5 g de polpa de fruta do dragão de polpa branca foram misturados com 45 mL de ácido oxálico (5%, p / v) e 0,1 g de Kiesselgur; a mistura foi mantida sob agitação mecânica, durante 5 min. Posteriormente, o extrato foi filtrado com papel de filtro com porosidade de 14 µm e a vitamina C foi medida em 520 nm usando um uv/vis Espectrofotômetro (Varian, Cary 50 Probe), e os resultados foram relatados como miligramas de ácido ascórbico por 100 g de massa fresca (mg AA / 100g FM).

3.3 Extração e determinação de composto fenólicos totais (TPC)

Os compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante foram medidos nos extratos obtidos de acordo com a metodologia descrita por Gonçalves et al. (2019), com menor modificações. Resumidamente, 2,5 g de cada amostra foram extraídos com 10 ml de metanol aquoso (50%, v / v), e imediatamente sonificado em um banho ultrassônico por 30 min. Subsequentemente, eles foram centrifugados a 25.400 x g por 15 min sob 4 °C e o sobrenadante era coletado. O resíduo foi reextraído com mais 10 ml de acetona aquosa (70%, v / v) nas mesmas condições. Os dois sobrenadantes obtidos foram combinados e filtrado através de papel de filtro com porosidade de 14 µm e armazenado a -80° C até a análise.

O conteúdo fenólico total (TPC) dos extratos foi avaliado por Folin-Ciocalteu (Pinto et al., 2021) e Fast Blue BB (FBBB) (Medina, 2011) métodos colorimétricos, com algumas modificações. Para Folin-Ciocalteu, 30 µL de extrato foram misturados com 150 µL de reagente Folin-Ciocalteu (10%, v / v) e 120 µL de carbonato de sódio (4%, p / v).

A absorvância foi lida a 720 nm após incubação no escuro por 2 h. Para Fast Blue BB, 200 µL do extrato foram misturados com 20 µL de reagente Fast Blue BB (0,1%, v / v) e 20 µL de hidróxido de sódio (5%, p / v) e a absorvância foi medida a 420 nm após 1,5 h de incubação no escuro. Todas as medições foram realizadas em triplicata, usando um 96- Leitor de microplaca de 150 poços (Biocromático EZ Read 2000). Os resultados foram relatados em miligramas equivalentes de ácido gálico por 100 g de peso fresco da amostra (mg GAE / 100g FM).

3.4 Determinação da atividade antioxidante

3.4.1 Poder antioxidante redutor de ferro (FRAP)

O poder antioxidante redutor férrico (FRAP) dos extratos foi determinado com base na redução de um complexo férrico (Fe^{3+} -TPTZ) para a forma ferrosa (Fe^{2+} + 158 -TPTZ) na presença de antioxidantes, de acordo com o método descrito por Pulido et al. (2000), com pequenas modificações. O reagente FRAP foi preparado misturando TPTZ 40 mM (diluído em 40 HCl mM), 300 mM de tampão de acetato (pH 3,6) e 20 mM de FeCl_3 em uma proporção de 10: 1: 1 (v / v / v). Uma alíquota (9 µL) do extrato foi misturada com 269 µL de reagente FRAP e 27 µL de água destilada em uma microplaca de 96 poços e a mistura foi incubada a 37° C por 30 minutos. A absorvância foi avaliada em 595 nm usando uma microplaca reagente FRAP e 27 µL de água destilada em uma microplaca de 96 poços e a mistura foi incubada a 37° C por 30 minutos.

A absorvância foi avaliada em 595 nm usando um leitor de microplacas (biochrom EZ Read 2000). Para calibração, uma curva padrão de cinco pontos (0-2000 μ M) foi preparada usando Sulfato ferroso 166 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) como referência e os resultados foram relatados como μ M sulfato ferroso por grama de massa fresca (μ M FeSO_4 / g FM).

3.4.2 Capacidade antioxidante equivalente de Trolox (TEAC)

A capacidade antioxidante equivalente de Trolox (TEAC) foi determinada com base na redução do $\text{ABTS}^\circ +$ por antioxidantes conforme relatado por Re et al. (1999), com leve modificações. A solução de trabalho de $\text{ABTS}^\circ +$ foi gerada pela reação de 5 mL de ABTS Solução 172 (7 mM) com 88 μ L de solução $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (2,45mM) por 16 h à temperatura ambiente na escuridão. Antes da análise, a solução estoque resultante ($\text{ABTS}^\circ +$) foi diluída com etanol para uma absorvância de $0,70 \pm 0,05$ a 734 nm usando um leitor de microplaca (biochrom EZ Read 2000). 3 μ L dos extratos foram misturados com 297 μ L de $\text{ABTS}^\circ +$ solução diluída e após 6 min, a absorvância foi lida a 734 nm usando o leitor de microplaca. Cinco pontos. A curva padrão de 177 (100 - 2000 μ M) foi construída usando Trolox como o padrão de referência e os resultados foram expressos como equivalente de Trolox μ M por grama de massa fresca (μ M TE / g FM).

3.4.3 Atividade de branqueamento do β -caroteno

A atividade de branqueamento do β -caroteno foi realizada usando o método anterior com algumas modificações (KASSIM et al., 2013). Este método é baseado na habilidade de antioxidantes para inibir a descoloração do β -caroteno induzida pelo dieno conjugado hidroperóxidos originados da degradação oxidativa do ácido linoléico (BOUAZIZ et al., 2015). Em resumo, 50 μ L de solução de β -caroteno (1 mg / mL em clorofórmio) foram misturados com 40 μ L de ácido linoléico e 530 μ L de Tween 40. Depois que o clorofórmio foi completamente evaporado a 40 °C usando uma bomba de vácuo, água destilada aerada foi adicionada agitando vigorosamente para formar uma emulsão, e imediatamente a absorvância foi ajustada aos valores entre 0,6 e 0,70 a 470 nm usando um leitor de microplaca (Biochrom EZ Read 2000). Uma alíquota de 270 μ L da emulsão foi misturada com 20 μ L de extratos em 96 poços microplaca seguida de incubação a 40°C em banho-maria, por 2 h no escuro. O A absorvância de 192 foi lida a 470 nm usando um leitor de microplaca no tempo zero e após 2 h de incubação. A atividade antioxidante expressa como uma porcentagem da inibição da oxidação (OI) foi determinado de acordo com a fórmula relatada abaixo:

$$OI (\%) = 1 - [(Abst = 0 - Abst = 2) / (Absc = 0 - Absc = 2)] \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde: $Abst = 0$ e $Abst = 2$ é a absorvância das amostras de teste lidas em 0 e 2 h, respectivamente; $Absc = 0$ e $Absc = 2$ é a absorvância do controle (emulsão de β -caroteno e água) lida em 0 e 2 h, respectivamente.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram conduzidas em um delineamento completamente randomizado (DIC) com três repetições, sendo avaliado oito fatores (estágios de desenvolvimento). As diferenças entre os grupos foram testadas por análise de variância unilateral (ANOVA) usando o software Sisvar (FERREIRA., 2011), seguido por uma análise de regressão polinomial para selecionar os modelos adequados pelo teste F. O nível de significância estatística foi fixado em 5% ($p < 0,05$).

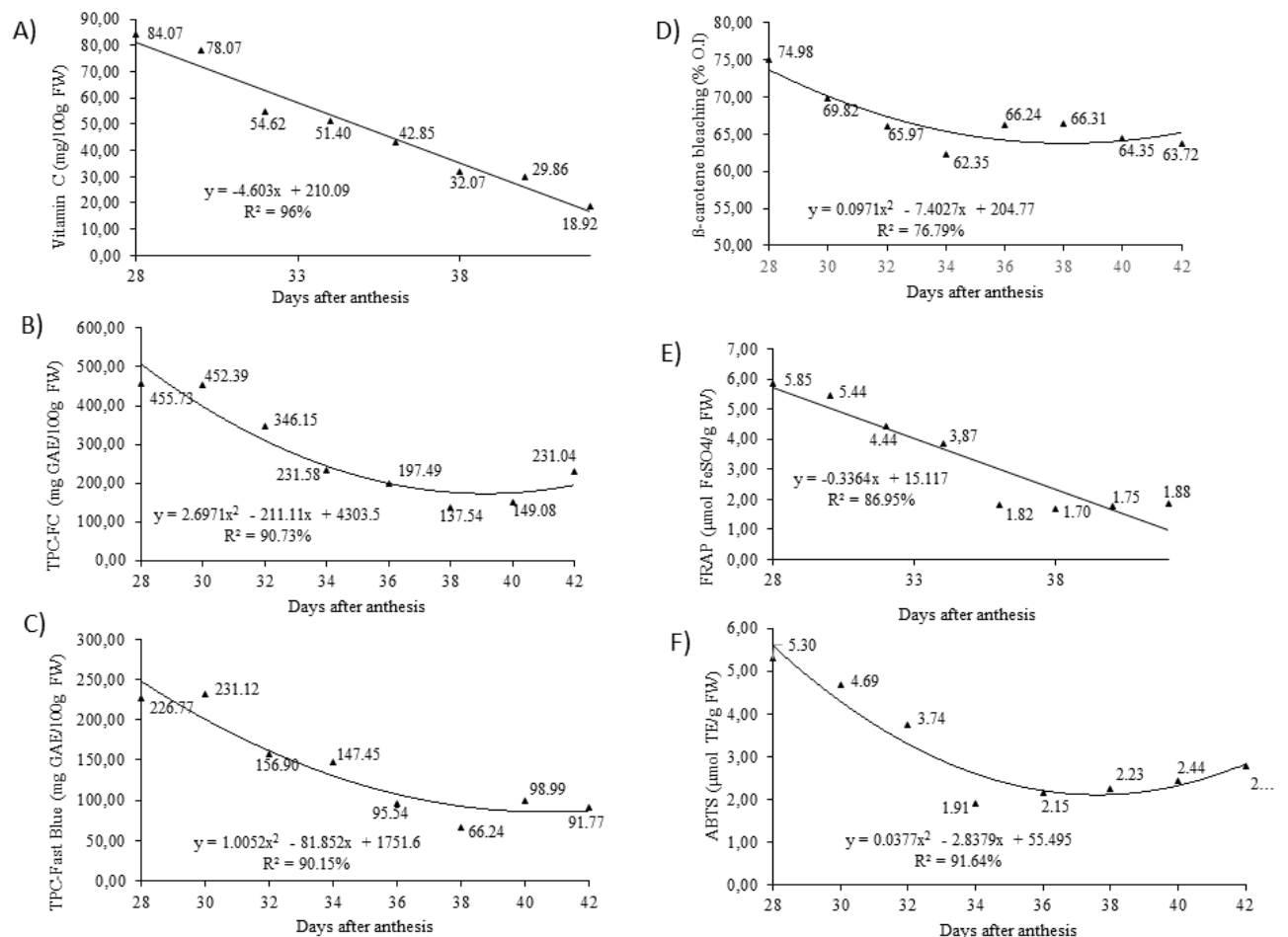
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 1 - Imagem de dez frutos de originários das flores marcadas aos 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 e 42 dias após a antese.



Fonte: Do autor (2022).

Figura 2– Teor de vitamina C, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante ao longo do desenvolvimento.



Pela figura 2. A) é possível observar que o teor de vitamina C reduziu de forma linear com o desenvolvimento dos frutos. Esse comportamento já foi reportado para outras frutíferas como banana, manga e mamão (SIRIAMORNPUN; KAEWSEEJAN, 2017), pêssego (GUIZANI et al., 2019; LIU et al., 2015). O ácido ascórbico é uma molécula instável tanto em produtos frescos quanto armazenados, esta redução no conteúdo de vitamina C pode ser atribuída pela sua degradação oxidativa pelo em ácido ascórbico enzima oxidase (ascorbinase), ou pela ação de enzimas oxidantes como peroxidase (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SIRIAMORNPUN; KAEWSEEJAN, 2017). Segundo NIE et al. (2020) a redução do ácido ascórbico pode estar relacionada a uma síntese de alta velocidade na fase inicial do desenvolvimento do fruto. Depois consumo é maior que a síntese.

Os valores variaram de 84,07 a 18,92 mg/100g desde frutos completamente verdes na coloração da casca a frutos que demonstravam os sinais de senescência, como afinamento e manchas de coloração nas cascas e secamento das brácteas. No entanto, aos 36 dias os valores de vitamina C encontravam-se em 42,85 mg/100g, ponto em que a maioria das colheitas são realizadas na prática, que é quando a casca dos frutos se apresenta com sua máxima em brilho na coloração da casca rosa brilhante intensa. Entre 36 e 38 dias, que é quando os frutos são consumidos, o teor de vitamina C atende suficientemente a necessidade diária.

A ingestão diária de vitamina C de acordo com Agência Nacional de vigilância Sanitária, pela resolução -RDC N.º 269, de 22 de setembro de 2005, é recomendada para adultos 45mg/dia, sendo que uma pequena porção da polpa do fruto é suficiente para atender o valor mínimo necessário.

Abreu et al (2012) analisou vitamina C em *Selenicereus undatus*, o resultado foi de 17,73 e 22,51 mg por 100 mg⁻¹ de polpa em pitaia *Selenicereus undatus* e *Selenicereus polyrhizus* respectivamente, valores inferiores encontrados neste trabalho. Choo e Yong (2011) encontraram teores médios de vitamina C de 32,65 e 31,05 mg.100 g⁻¹, em pitais *Selenicereus polyrhizus* e *Selenicereus undatus*, respectivamente, valores próximos encontrados neste trabalho nos dias 36 a 38 dias após antese. Rodrigues (2010), realizou uma pesquisa com a pitaia *Selenicereus Setaceus Rizz* sendo encontrado valor para a vitamina C de 43,81 mg.100 g⁻¹, os valores foram superiores aos resultados deste trabalho.

Os valores encontrados pelos autores são diferentes dos valores deste trabalho, pois o teor de vitamina C é extremamente influenciado pelo manejo da cultura, espécie, cultivar e origem, pedoclima, estágio de maturação (ABREU et al., 2012; LEE; KADER, 2000; SZCZEPANIAK et al., 2019) também de diferença no método de preparação e experimental das amostras para determinar teor de ácido ascórbico (CHOO; YONG, 2011).

Em relação aos compostos fenólicos (Figura 2. B e C) nota-se uma redução significativa com o desenvolvimento dos frutos até os 38 dias, com um leve aumento nos dias posteriores, porém sem diferenças significativas. Cabe lembrar que após os 38 dias há uma pequena desidratação, o que pode ter contribuído para aumento desses valores, em ambos os métodos. Foram observados valores semelhantes em experimentos realizados em quatro populações de fruto de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill) em países como Inglaterra, Espanha, Polônia e Irã (SALAMI et al., 2017)

A redução dos compostos fenólicos durante o desenvolvimento dos frutos pode ser devido à oxidação de polifenóis por polifenol oxidase (NIE et al., 2020) e a conversão de fenólicos solúveis em insolúveis, que estão ligados a polissacarídeos na parede celular durante o amadurecimento da fruta (BENCHIKH et al., 2014). Embora o conteúdo do TPC variou durante o desenvolvimento do fruto, em geral, nossos resultados foram superiores aos valores reportados por Hua et al. (2018) para três cultivares de pitáia (“Guanhuahongfen”, “Guanhuahong” e “Guanabana”) em cinco estágios de maturação (282, 184 e 159 mg.100g⁻¹, respectivamente). Também os valores descritos foram superiores aos valores reportados por Abreu et al (2012) para pitáia branca e pitáia rosada com 118,18 e 124,55 mg.100g⁻¹, respectivamente. Essas variações podem ser atribuídas a vários fatores, como espécie, cultivar, estágio de maturação, solo e clima (ALANÓN et al., 2021; XU et al., 2020) e condições de extração (VONGSAK et al., 2013). De acordo com Vasco et al. (2008) que classificaram frutas em três grupos de acordo com seus níveis fenólicos: baixo (<100 mg GAE / 100g), médio (100-500 mg GAE / 100g), e alto (> 500 mg GAE / 100g). Podemos dizer que a pitáia de polpa branca *Selenicereus undatus* apresenta níveis fenólicos médios e é uma fruta rica em compostos fenólicos que lhe agregam apelo funcional.

No caso da atividade antioxidante (Figura 2. D, E e F), aos 36 a 38 dias (quando a fruta é consumida) houve comportamento similar aos compostos fenólicos, e entre os métodos, apesar de uma pequena variação também apresentou similaridade comportamental em relação ao conteúdo de antioxidantes.

É amplamente reconhecido que os efeitos dos compostos fenólicos na saúde humana estão intimamente relacionados à sua atividade antioxidantes (LUU et al., 2021; PÁSKO et al.,

2021); no entanto, a atividade antioxidante das frutas é influenciada por diferentes mecanismos de seus fitoquímicos, e não há método que pode ser alegado para fornecer resultados inequívocos (SHAHIDI; ZHONG, 2015; WOJDYŁO et al., 2017). Foram observados valores semelhantes em experimentos realizados em frutas como raspberry (LI et al., 2021), jujuba chinesa (*Ziziphus jujuba* Mill.) (SHI, 2018), pitanga, melão, maracujá (KUSKOSKI, 2006).

Abreu et al (2012) desenvolveu um experimento avaliando atividade antioxidante pelo método do β -caroteno na pitaiia de polpa branca, obteve o valor 66 % O.I, o mesmo valor foi observado neste trabalho entre 36 e 38 dias após a antese. Pelos métodos de ABTS e FRAP, Castro (2022) e Mello (2014) obtiveram o resultado de 1.90 $\mu\text{mol teac}$ valor observado entre 28 e 42 dias após antese, e $115,26 \pm 6,25 \mu\text{mol. } 100 \text{ g}^{-1}$, valor superior encontrado entre 28 e 42 dias após a antese. Estas diferenças podem ser atribuídas pelas variações geográficas e sazonais, cultivo, tratamentos e metodologias de análises aplicadas (ATTAR et al., 2022).

Um experimento semelhante foi realizado pelo Zitha et al. (2021), que avaliou as alterações nos compostos bioativos e atividade antioxidante na pitaiia de polpa rosada durante o seu desenvolvimento utilizando os três métodos (Trolox (teac), Frap, β -caroteno) em 42 dias após antese com resultados superiores ao encontrado neste trabalho com (4.43 $\mu\text{mol TE/g FM}$, 6.21 $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g FM}$, 88.92% respectivamente). A diferença dos resultados pode ser atribuída pela capacidade antioxidante da pitaiia de polpa rosada ser baseada principalmente em betalaínas e outros compostos que não betalaínas como ácido gálico e acetilcumarinas (ESQUIVEL; AYARA-QUESADA, 2012).

As betalaínas apresentam estrutura química dividido em dois grupos: betacianina que é responsável pela cor vermelho-violeta, e betaxantinas responsável pela cor amarelo-laranja (GENGATHARAN et al., 2015), estes compostos se encontram ausentes na pitaiia de polpa branca.

De modo geral os resultados obtidos durante os estágios de desenvolvimento da pitaiia branca de vitamina C, compostos fenólicos e capacidade antioxidante, foram encontrados de forma quantitativa e qualitativamente nos perfis destes compostos individualmente. Foi observado que a pitaiia é uma fruta rica em compostos bioativos e capacidade antioxidante com inúmeros benefícios a saúde humana e segundo Wojdylo (2007), estes compostos são encontrados em maior concentração quando comparadas com algumas frutas tropicais como manga, lichia, logan e mamão.

Segundo Magalhães (2019) a colheita da pitaiia de polpa branca ocorre nos dias 34 e 38 após a antese, por apresentar índice de maturação (ratio) adequado uma vez que concilia a qualidade sensorial, principalmente a coloração, e características físico-químicas mais

adequadas para o consumo. De acordo com os nossos resultados a fruta deve ser consumida de 36 a 38 dias após a antese momento ideal de oferta de compostos bioativos e antioxidante

5 CONCLUSÃO

Os compostos bioativos e a capacidade antioxidante alteraram significativamente durante as fases de desenvolvimento da pitiaia (*Selenicereus undatus*). Aos 36 a 38 dias após a antese as frutas apresentam características sensorial, e físico-químicas adequadas para a colheita e consumo pois fornece a quantidade necessária diária de ingestão.

REFERÊNCIAS

- ABREU, W. C. *et al.* Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 656- 661. 2012.
- Al-Mamary, M., Al-Meerri, A. and Al-Habori, M. (2002) Antioxidant Activities and Total Phenolics of Different Types of Honey. *Nutrition Research*, 22, 1041-1047. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(02\)00406-2](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(02)00406-2).
- ALANÓN, M.E. *et al.* HPLCDAD-Q-ToF-MS profiling of phenolic compounds from mango (*Mangifera indica* L.) seed kernel of different cultivars and maturation stages as a preliminary approach to determine functional and nutraceutical value. **Food Chem.** V. 337, p. 127764, 2021.
- ANVISA. **Resolução-RDC Nº 269, de 22 de setembro de 2005.** Disponível em https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269_22_09_2005.html Acesso em: 12 jan 2022.
- ATTAR, Ş. H. *et al.* Nutritional Analysis of Red-Purple and White-Fleshed Pitaya (*Hylocereus*) Species. **Molecules**, v. 27, n. 3, p. 808, 2022.
- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Química Nova*, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 113, 2006.
- BELOTI, G. M. Caracterização in vitro de compostos bioativos de partes aéreas da cana-de-açúcar e sua capacidade antioxidante. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2019.
- BENCHIKH, Y. *et al.* Changes in bioactive phytochemical content and in vitro antioxidant activity of carob (*Ceratonia siliqua* L.) as influenced by fruit ripening. **Ind. Crop. Prod.** V. 60, p. 298–303, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.048>
- BOUAZIZ, A. *et al.* Phytochemical analysis, hypotensive effect, and antioxidant properties of myrtus communis L. growing in Algeria. **Asian Pac. J. Trop. Biomed**, v. 5, p. 19–28, 2015. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(15\)30165-9](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(15)30165-9)
- CANTO, A.R. **O cultivo de pitaia em Yucatan.** Universidade Autônoma Chapingo – Governo do Estado de Yucatan. 1993. 53p.
- CARDOSO, F. C. P. *et al.* **Cultura da pitaia: informações básicas de cultivo.** Brasília: EMATER, 2019. 84p.
- CASTRO, J. C. *et al.* Dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.) jam: Use full, development and characterization. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 7, p. e6510716255, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16255. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16255>. Acesso em: 30 mar. 2022.

CAVALARI, T. G. F; SANCHES, R. A. Os efeitos da Vitamina C. **Revista saúde em foco**, p. 749-765, 2018.

CHANG, P. T.; HSIEH, C. C.; JIANG, Y. L. Responses of ‘Shih HuoChuan’ pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britt. & Rose) to different degrees of shading nets. *Scientia Horticulturae*, Amsterdã, v. 198. n. 1, p.154-162, 2016.

CHOO, W. S.; YONG, W.K. Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. **Advances in Applied Science Research**, v. 2, n. 3, p. 418-425, 2011.

ESQUIVEL, P.; AYARA-QUESADA, Y. Características do fruto da pitaya (*Hylocereus* sp.) e o seu potencial de uso na indústria alimentícia. **Revista Venezuelana de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.3, n.1, p.113-129. 2012.

FATHORDOOBADY, F. *et al.* Effect of solvent type and ratio on betacyanins and antioxidant activity of extracts from *Hylocereus polyrhizus* flesh and peel by 58 supercritical fluid extraction and solvent extraction. **Food Chem, Barking**, v. 202, p. 70-80, 2016.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039–1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

FU, L. *et al.* Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry*, London, v. 129, n. 2, p. 345-350, 2011.

GENGATHARAN, A., DYKES, G.A., CHOO, W.S. Betalains: natural plant pigments with potential application in functional foods. **LWT Food Sci. Technol.**, v. 64, p. 645–649, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.06.052>

GEREMIAS, G. **Pesquisa e desenvolvimento de produtos nutracêuticos para atletas com utilização de extratos vegetais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Docência em Fitomedicina)- Asociación Argentina de Fitomedicina, Videira, 2004.

GONÇALVES, G.A.S. *et al.* Effect of processing and frozen storage on the phenolic profile, bioactive compounds, antioxidant capacity, and enzymatic activity of mangaba pulp. **Curr. Nutr. Food Sci.**, v. 15, p. 48–60, 2019. <https://doi.org/10.2174/1573401313666171004144858>

GUIZANI, M. *et al.* Physiological behaviors and fruit quality changes in five peach cultivars during three ripening stages in a semi-arid climate. **Acta Physiol. Plant.**, v. 41, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11738-019-2950-6>.

HUA, Q. *et al.* Metabolomic characterization of pitaya fruit from three red-skinned cultivars with different pulp colors. **Plant Physiol. Biochem.**, v. 126, p. 117–125, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.02.027>

JUNQUEIRA, K.P. *et al.* **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados.18p. 2002. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 62)

- KASSIM, N.K. *et al.* Antioxidant activity-guided separation of coumarins and lignan from *Melicope glabra* (Rutaceae). **Food Chem.**, v. 139, p. 87–92, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.108>
- KUSKOSKI, E. M. *et al.* Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.
- LEE, S.K., KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biol. Technol.**, v. 20, p. 207–220, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2)
- LI, X. *et al.* Characterization of carotenoids and phenolics during fruit ripening of Chinese raspberry (*Rubus chingii* Hu). **RSC Advances**, v. 11, n. 18, p. 10804-10813, 2021.
- LIU, H., CAO, J., JIANG, W. Changes in phenolics and antioxidant property of peach fruit during ripening and responses to 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biol. Technol.**, v. 108, p. 111–118, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.06.012>
- LONE, A. B. *et al.* Cultivo de Pitaia. **Boletim Técnico**, [S. l.], n. 196, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/BT/article/view/1112>. Acesso em: 2 mar. 2022.
- LUDERS, L.; Mc MAHON, G.; A pitaya ou fruta dragão (*Hylocereus undatus*). **Agnote. Darwin**, n. 778, 2006.
- MAGALHÃES, D. S. *et al.* Physical and physicochemical modifications of white-fleshed pitaya throughout its development. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 537-543, 2019.
- MEDINA, M.B. Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. **J. Funct. Foods**, v. 3, p. 79–87, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.02.007>.
- MELLO, F. R. **Avaliação das características físico-químicas e atividade antioxidante da Pitaya e determinação do potencial do mesocarpo como corante natural para alimentos.** Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2014.
- MENEZES, T. P. *et al.* Características físicas e físico-químicas de pitaya vermelha durante a maturação. **Semina: Ciência Agrária**, v. 36, p. 631-644, 2015.
- NIE, X.R. *et al.* Changes of phenolic compounds, antioxidant capacities, and inhibitory effects on digestive enzymes of kiwifruits (*Actinidia chinensis*) during maturation. **J. Food Meas. Charact.**, v. 14, p. 1765–1774, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00424-1>.
- NUNES, E. N. *et al.* Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Revista Gaia Scientia**, v.8, n.1, p. 90-98. 2014. ISSN 1981- 1268.
- OLIVEIRA, T. C. **Avaliação das atividades antioxidante e fotoprotetora de extrato e *Eugenia uniflora* L. (*Myrtaceae*) visando aplicações cosméticas.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Farmácia), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

OLIVEIRA, F. M. et al. Aspectos físico-químicos de geleia de pitaia em comparação com geleias de outras frutas vermelhas. *In: JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA*, 14., 2017. Anais [...]. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1-9.

ORTIZ, T. A.; TAKAHASHI, L. S. A. Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity. *Genetics and Molecular Research*, v. 14, p. 14422-14439, 2015.

PERWEEN, T.; MANDAL, K.; HASAN, M.; Dragon fruit: An exotic super future fruit of India. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v.7, n.2, p. 1022-1026, 2018. E-ISSN: 2278-4136; P-ISSN: 2349-8234.

PHEBE, D. *et al.* Red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit colour and betacyanin content depend on maturity. *International Food Research Journal*, v. 16, p. 233-242, 2009.

PHEBE 2009

https://www.researchgate.net/publication/279468228_Red-fleshed_pitaya_Hylocereus_polyrhizus_fruit_colour_and_betacyanin_content_depend_on_maturity.

PINTO, D. *et al.* Optimizing the extraction of phenolic antioxidants from chestnut shells by subcritical water extraction using response surface methodology. *Food Chem.*, v. 334, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127521>.

PROHORT. **Programa Brasileiro de Modernização do Mercado de Hortigranjeiro.** Ministério da Agricultura. Dados 2018/2019. 2019. Disponível em: <http://dw.ceasa.gov.br/>. Acesso em: 12 fev. 2022.

PULIDO, R., BRAVO, L., SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing /antioxidant power assay. *J. Agric. Food Chem.*, v. 48, p. 3396–3402, 2000. <https://doi.org/10.1021/jf9913458>.

RAMÍREZ, F.; BERTSCH, F.; MORA, L. Consumo de nutrimentos por los frutos y bandolas de café Caturra durante um ciclo de desarrollo y maduración en Aquiares, Turrialba, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, v. 26, p. 33-42, 2002.

RE, R. *et al.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.*, v. 26, p. 1231–1237, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3).

REZENDE, I. F *et al.* **Boletim de Extensão: o cultivo da Pitaya.** Boletim de Extensão. São Paulo: Universidade Federal de São João Del Rei, 2017. 18 p.

RODRIGUES, L. J. **Desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro.** Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2010.

ROESLER, R. *et al.* Atividade antioxidante de frutas do cerrado. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, jan-mar. 2007.

SALAMI, M., RAHIMMALEK, M., EHTEMAM, M.H. Comprehensive research on essential oil and phenolic variation in different foeniculum vulgare populations during transition from

vegetative to reproductive stage. **Chem. Biodivers.**, v. 14, p. e1600246, 2017.
<https://doi.org/10.1002/cbdv.201600246>

SARMENTO, J. D. A. Qualidade, compostos bioativos e conservação da pitaiá (*Hylocereus polyrhizus*) no semiárido brasileiro. 2017. 145 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2017.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às micro e pequenas Empresas. **Análise de Tendência: Produza e comercialize frutas que estão conquistando o mercado.** 2017. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/produza-e-comercialize-frutas-que-estao-conquistando-o-mercado,ce7375d380a9e410Vgn VCM100003b74010aRCRD> . Acesso em: 22 fev.2022.

SILVA, A.C.C. **Pitaiá: melhoramento e produção de mudas.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014.

SILVA, A.C.C. **Produção e qualidade de frutos de pitaiá (*Hylocereus undatus*).** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

SIRIAMORNUN, S., KAEWSEEJAN, N. Quality, bioactive compounds and antioxidant capacity of selected climacteric fruits with relation to their maturity. **Sci. Hortic.**, v. 221, p. 33–42, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.04.020>.

SHI, Qianqian et al. Comparative analysis of pigments, phenolics, and antioxidant activity of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) during fruit development. **Molecules**, v. 23, n. 8, p. 1917, 2018.

SILVA, M.J.S. *et al.* Pitaiá: cactácea com características exóticas. In: **Congresso Nacional De Pesquisa E Ensino Em Ciências, 2016.** Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande: CONASPEC, 2016.

SOUZA, C. E. **Economia e Negócios. Fruta exótica pouco cultivada na região faz sucesso.** Disponível em: < http://www.diarioweb.com.br/noticias/corpo_noticia > 2010.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas, métodos comprobados.** Madrid: Paz Montalvo, 1967.

TENORE, G. C.; NOVELLINO, E.; BASILE, A. Nutraceutical potential and antioxidant benefits of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) extracts. **J Funct Foods**, Napoli, v.4, n.1, p.129-136, 2012.

VASCO, C., RUALES, J., KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chem.**, v. 111, p. 816–823, 2008.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.054>.

VILAS-BOAS, E. V. B. Qualidade de alimentos vegetais. Lavras: UFLA/FAEPE/DCA, 2006. 68 p.

VONGSAK, B. *et al.* Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaf extract by the appropriate extraction method. **Ind. Crops Prod.**, v. 44, p. 566–571, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.021>.

WANITCHANG, J. *et al.* Maturity sorting index od dragon fruit: *Hylocereus polyrhizus*. **Journal of Food Engineering**, v. 10, p. 409-416, 2010.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. Comercialização e frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 023-038, mar. 2014.

WOJDYLO, A.; OSZMIANSKI, J.; CZEMERYYS, R. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. **Food Chem.**, v. 105, p. 940–949, 2010.

XU, M. *et al.* Metabolomic analysis of acerola cherry (*Malpighia emarginata*) fruit during ripening development via UPLC-Q-TOF and contribution to the antioxidant activity. **Food Res. Int.**, v. 130, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108915>

ZITHA, E. Z. M. *et al.* Changes in the bioactive compounds and antioxidant activity in red-fleshed dragon fruit during its development. **Scientia Horticulturae**, v. 291, p. 110611, 2022.