

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 22/11/2025

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until November 22, 2025

VANDER ROCHA LACERDA

**PÓS-COLHEITA DE PITAIA: CARACTERIZAÇÃO, MÉTODOS DE
CONSERVAÇÃO E EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS ATIVOS**

Botucatu

2023

VANDER ROCHA LACERDA

**PÓS-COLHEITA DE PITAIA: CARACTERIZAÇÃO, MÉTODOS DE
CONSERVAÇÃO E EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS ATIVOS**

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia (Horticultura).

Orientador: Rogério Lopes Vieites

Botucatu

2023

L131p

Lacerda, Vander Rocha

Pós-colheita de pitaia: caracterização, métodos de conservação e extração de compostos ativos / Vander Rocha Lacerda. -- Botucatu, 2023

171 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientador: Rogério Lopes Vieites

1. Tecnologia pós-colheita. 2. Pitaya. 3. Fruticultura. 4. Antioxidantes. 5. Betalaínas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título:

PÓS-COLHEITA DE PITAIA: CARACTERIZAÇÃO, MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO E EXTRAÇÃO
DE COMPOSTOS ATIVOS

AUTOR: VANDER ROCHA LACERDA

ORIENTADOR: ROGÉRIO LOPES VIEITES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Agronomia
(Horticultura), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ROGÉRIO LOPES VIEITES (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu UNESP

Prof. Dr. JACKSON MIRELLYS AZEVEDO SOUZA (Participação Virtual)
Agronomia / Universidade Federal de Viçosa

Prof.ª Dr.ª LEILA APARECIDA SALLES PIO (Participação Virtual)
Agricultura / Universidade Federal de Lavras

Pesquisador Científico VI MARIA CECÍLIA DE ARRUDA (Participação Presencial)
Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Bauru / Apta Regional - Secretaria de Agricultura e Abastecimento
do Estado de São Paulo

Prof. Dr. VITOR AUGUSTO DOS SANTOS GARCIA (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 22 de novembro de 2023.

Aos meus familiares,

Rochas e Lacerdas,

dedico

AGRADECIMENTOS

Ao glorioso Deus.

À minha família, em especial aos meus queridos pais Maria do Carmo e Joaquim, meu irmão Wagner e a minha esposa Francielle pelo apoio incondicional.

Ao Prof. Dr. Rogério Lopes, pela orientação, ensinamentos e paciência.

À técnica de laboratório Márcia, ao professor Fernando Putti e a todos os professores e funcionários da FCA que contribuíram para minha evolução. Aos colegas Andres, Juliana, Rebecca, Ítala e o Ramon por todas as formas de ajuda.

À Associação Iberoamericana de Pós-Graduação (AUIP), pelo apoio financeiro, concedido por meio de bolsa de curto doutorado sanduíche na Universidade de Cádiz (UCA).

Aos professores da UCA, Cristina, Lourdes e Casimiro, e às colegas Noelia e Lidia pelos ensinamentos.

Ao programa “UNESP Presente”, através do “Edital PROPG nº 44/2022, Inclusão social de alunos da pós-graduação da UNESP em estágio no exterior” pelo apoio financeiro, concedido por meio de bolsa de doutorado sanduíche na Universidade do Algarve (UAlg).

Ao professor da UAlg, Amílcar Duarte, pelos ensinamentos e paciência, e aos colegas Pedro, Ana Rita, Beatriz, Catarina, Luísa, Tomaz, e Florinda pelo companheirismo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de financiamento 001.

“Por isso mesmo façam todo o possível para juntar a bondade à fé que vocês têm. À bondade juntem o conhecimento e ao conhecimento, o domínio próprio. Ao domínio próprio juntem a perseverança e à perseverança, a devoção a Deus. A essa devoção juntem a amizade cristã e à amizade cristã juntem o amor. Pois são essas as qualidades que vocês precisam ter. Se vocês as tiverem e fizerem com que elas aumentem, serão cada vez mais ativos e produzirão muita coisa boa como resultado do conhecimento que vocês têm do nosso Senhor Jesus Cristo.”

DO BRASIL, Sociedade Bíblica. Bíblia Sagrada: nova tradução na linguagem de hoje. **Barueri: SBB**, 2000. 2 Pedro 1,5-8.

RESUMO

O consumo de frutas *in natura* como a pitia e seus subprodutos, tem sido associado a diferentes benefícios à saúde devido a seus compostos bioativos. O perfil bioativo é influenciado pela variedade, clima, maturidade, práticas de cultivo, boas práticas pós-colheita e condições de armazenamento. As tecnologias como a utilização de aditivos alimentares (tais como fungicidas alternativos) e tratamento hidrotérmico podem ser utilizadas para melhorar a conservação e aumentar a vida útil em pós-colheita de frutas, mantendo os compostos bioativos. Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência dos sais associados com tratamento hidrotérmico na conservação; adequar o processo de extração supercrítica de compostos bioativos; e caracterizar variedades de pitia. Para a conservação, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, constituindo quatro tratamentos (controle com imersão em água a temperatura ambiente, bicarbonato de sódio diluído a 2%, carbonato de sódio diluído a 2% e sorbato de potássio diluído a 1%). Os sais foram diluídos em água a 50°C, com 2 minutos de imersão dos frutos, seguidos de 5 minutos de imersão em água a 10°C. Foram quatro avaliações, dias 0, 10, 20 e 30. Houve três repetições para cada tratamento e dois frutos por repetição. Os frutos de pitia das variedades 'Imperial', 'Orejona', 'Costa Rica', 'Connie Mayer', 'Physical Graffiti', 'Amarela Golden de Israel' e 'Purple Haze', foram caracterizados por análises físico-químicas, bioquímicas por extração convencional e teores de nutrientes na casca e polpa. Na extração supercrítica, variou-se a pressão em 100, 250 e 400 bar para as cascas das variedades 'Tesoro', 'Costa Rica' e 'Branca Comum' e avaliou-se o conteúdo dos compostos bioativos. O bicarbonato de sódio e o sorbato de potássio proporcionaram melhor manutenção da qualidade dos frutos armazenados. A extração melhorada com mistura ternária de CO₂/etanol/água oferece extratos com bom rendimento e capacidade antioxidante em todas as pressões estudadas, especialmente para as variedades de polpa e de casca vermelha ('Tesoro' e 'Costa Rica').

Palavras-chave: *Selenicereus* spp.; fruta dragão; armazenamento refrigerado; cultivares; atividade antioxidante.

ABSTRACT

The consumption of fresh fruit such as dragon fruit and its by-products has been associated with different health benefits due to its bioactive compounds. The bioactive profile is influenced by variety, climate, maturity, cultivation practices, good post-harvest practices and storage conditions. Technologies such as the use of food additives and hydrothermal treatment can be used to improve the conservation and increase the post-harvest shelf life of fruits, maintaining the bioactive compounds. In this context, the objective of this work was to evaluate the influence of additives associated with hydrothermal treatment on conservation; adjust the process of supercritical extraction of bioactive compounds and characterize dragon fruit varieties. For conservation, the experimental design used was completely randomized in a 4 x 4 factorial scheme, constituting four treatments (control, with no procedure, 2% diluted sodium bicarbonate, 2% diluted sodium carbonate and potassium sorbate diluted to 1%). The additives were diluted in water at 50°C, with 2 minutes of immersion of the fruits, followed by 5 minutes of immersion in water at 10°C. And there were four days of evaluation: day 0, 10, 20 and day 30, with three repetitions in each treatment and two fruits per repetition. The pitaya fruits of the Imperial, Vermelha de Nicaragua "Orejona", Vermelha Costa Rica "Roxa do Pará", Connie Mayer, Physical Graffiti, Amarela Golden and Purple Haze varieties were characterized by physical-chemical, biochemical, and nutrient content analyses peel and pulp. In the supercritical extraction, the pressure was varied by 100, 250 and 400 bar for the barks of the Tesoro, Costa Rica and Undatus "Branca Comum" varieties and the yield, antioxidant activity and color (brightness, chroma and °hue) were evaluated. Improved extraction with ternary mixture of CO₂/ethanol/water offers extracts with good yield and antioxidant capacity at all studied pressures, especially for pulp and red skin varieties (Tesoro and Costa Rica). From there, the next researchers can dispense with the performance of several previous tests that generate expenses with materials and reagents, consequently generating savings, in addition to the time of the researchers.

Keywords: *Selenicereus* spp.; pitaya; dragon fruit; cold storage; cultivars; antioxidant activity.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL.....	19
	CAPÍTULO 1 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA PITAIA	
	UTILIZANDO TRATAMENTO HIDROTÉRMICO ASSOCIADO COM	
	SAIS.....	23
1.1	INTRODUÇÃO	24
1.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
1.2.1	Colheita dos frutos.....	25
1.2.2	Ensaio experimental.....	26
1.2.3	Delineamento experimental	26
1.2.4	Embalagem	27
1.2.5	Análises destrutivas e não destrutivas.....	27
1.2.5.1	Perda de massa.....	28
1.2.5.2	Determinação da Razão entre Polpa e Casca	28
1.2.5.3	Espessura da casca.....	28
1.2.5.4	Cor da Casca e da Polpa.....	28
1.2.5.5	Taxa respiratória.....	29
1.2.5.6	Firmeza.....	29
1.2.6	Análises químicas	30
1.2.6.1	Potencial Hidrogeniônico (pH)	30
1.2.6.2	Sólidos Solúveis (SS)	30
1.2.6.3	Acidez titulável (AT)	30
1.2.6.4	Índice de maturação (Ratio SS/AT).....	30
1.2.6.5	Determinação dos açúcares redutores (AR)	30
1.2.7	Avaliação da incidência de doenças	30
1.2.8	Avaliação da severidade da doença	31
1.2.9	Aparência das brácteas	31
1.2.10	Análises microbiológicas.....	31
1.2.11	Compostos bioativos e atividade antioxidante.....	32
1.2.11.1	Preparo do extrato acetônico do fruto	32
1.2.11.2	Compostos Fenólicos Totais.....	32
1.2.11.3	Flavonoides totais	33
1.2.11.4	Betalaínas.....	33
1.2.11.5	Atividade Antioxidante pelo método DPPH	34
1.2.11.6	Atividade de eliminação de radicais ABTS.....	34
1.2.11.7	Atividade Antioxidante pelo método FRAP	34
1.2.12	Análise estatística.....	34
1.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
1.3.1	Análises físicas e físico-químicas	36
1.3.2	Doenças, aparência e análises microbiológicas	50
1.3.3	Análises bioquímicas.....	56
1.3.4	Análise de componentes principais	62
1.4	CONCLUSÕES	64

	REFERÊNCIAS.....	65
	CAPÍTULO 2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, BIOQUÍMICA E NUTRICIONAL DA CASCA E POLPA DE FRUTOS DE VARIEDADES DE PITAIAS	69
2.1	INTRODUÇÃO.....	70
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	71
2.2.1	Material vegetal	71
2.2.2	Análises físico-químicas e bioquímicas.....	72
2.2.3	Determinação do teor de nutrientes	73
2.2.4	Análise estatística.....	73
2.3	RESULTAS E DISCUSSÃO	73
2.3.1	Análises físico-químicas	75
2.3.2	Análises bioquímicas	82
2.3.3	Teor de nutrientes.....	95
2.4	CONCLUSÕES.....	101
	REFERÊNCIAS	103
	CAPÍTULO 3 EXTRAÇÃO SUPERCÍTRICA DE BETALAÍNAS DA CASCA DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PITAIA	109
3.1	INTRODUÇÃO.....	110
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	112
3.2.1	Material vegetal	112
3.2.2	Extração supercrítica	112
3.2.3	Rendimento dos extratos	113
3.2.4	Atividade antioxidante	113
3.2.5	Conteúdo de betalaínas.....	114
3.2.6	Determinação dos parâmetros da cor dos extratos.....	114
3.2.7	Análise estatística.....	114
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	115
3.3.1	Estudo das variações de pressão nas propriedades de composição ..	115
3.3.2	Extração subsequente das betacianinas.....	121
3.4	CONCLUSÕES.....	124
	REFERÊNCIAS	125
	CAPÍTULO 4 SUSTAINABLE POSTHARVEST TREATMENTS AND STORAGE CONDITIONS FOR PITAYA: A REVIEW	131
4.1	INTRODUCTION.....	132
4.2	FRUIT PHYSIOLOGY AND QUALITY	133
4.2.1	Maturation of fruits for harvest	133
4.2.2	Postharvest physiology	134
4.2.3	Physiological disorders and diseases	134
4.2.4	Determination of fruit quality	136
4.3	MAIN POSTHARVEST TECHNOLOGIES	138
4.3.1	Salts as alternative to fungicides.....	139
4.3.2	Hot water or air treatment	141
4.3.3	Essentials oils.....	142

4.3.4	Chitosan	143
4.3.5	1-methylcyclopropene (1-MCP)	143
4.3.6	Salicylic acid and methyl jasmonate	144
4.3.7	γ -Aminobutyric acid and β -aminobutyric acid.....	145
4.3.8	Endophytic lactic acid bacteria (LAB)	145
4.3.9	Technologies with potential for pitaya.....	146
4.4	STORAGE CONDITIONS.....	147
4.4.1	Temperature (°C)	147
4.4.2	Relative Humidity (RH%)	149
4.4.3	Modified and Controlled Atmosphere	150
4.4.4	Transportation	151
4.5	CONCLUSION AND FUTURE PROSPECTS	152
	REFERENCES.....	153
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	163
	REFERÊNCIAS	165
	APÊNDICE A – CORRELAÇÃO DO CAPÍTULO 1	170
	APÊNDICE B - ACP DO CAPÍTULO 1.....	171

INTRODUÇÃO GERAL

A pitiaia é da família Cactaceae existente a nível mundial diversas espécies, sendo agrupadas em dois principais gêneros: *Selenicereus* (Berger A.) Riccob e *Hylocereus* (Britton e Rose) (Britton; Rose, 1963; Mizrahi *et al.*, 1997). A classificação taxonômica das pitaias possui um histórico com muitas controvérsias em publicações científicas que citam os gêneros e espécies desta cactácea (Faleiro; Junqueira, 2022). Na revisão mais recente, a maioria das espécies de pitaias cultivadas comercialmente para produção de frutos e ornamentação, foram classificadas dentro do gênero *Selenicereus* (Korotkova *et al.*, 2021).

As espécies e cultivares mais comuns no mercado são distinguidas principalmente pelas cores da casca e polpa (Trindade *et al.*, 2023): casca vermelha e polpa branca [*Selenicereus undatus* (Haworth) Britton e Rose e *Selenicereus trigonus* (Haw.) Saff.]; casca vermelha e polpa vermelha [*Selenicereus purpusii* (Weing.) Britton e Rose, *Selenicereus costaricensis* (Weber) Britton e Rose e *Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R. Hunt]; casca amarela e polpa branca [*Selenicereus megalanthus* (K. Schumann ex Vaupel) Ralf Bauer] (Nerd; Gutman; Mizrahi, 1999; Le Bellec; Vaillant; Imbert, 2006); e a pitiaia-do-cerrado ou saborosa, casca vermelho escuro e polpa branca [*Selenicereus setaceus* (Rizz)] (Junqueira *et al.*, 2002; Tomas *et al.*, 2023).

A pitiaia é originada de florestas tropicais das Américas Central e do Sul, posteriormente se espalhou pelo mundo (Rojas-Sandoval e Praciak, 2022). Nas Américas, encontram-se distribuídas pela Costa Rica, Nicarágua, Venezuela, Panamá, Uruguai, Brasil, Colômbia e México (Faleiro; Junqueira, 2022; Mizrahi, 1997).

É uma espécie de metabolismo CAM, entretanto é encontrada em seu habitat natural sob condições de sombreamento e alta umidade. Por ser uma planta rustica e perene, com raízes pouco profundas, a pitiaia tem se destacado com uma boa opção de cultivo com potencial econômico em propriedades com solos rasos, arenosos e pedregosos (Ortiz *et al.*, 1999; Santos *et al.*, 2010; Costa *et al.*, 2014).

O cultivo da pitiaia no Brasil vem crescendo nas últimas décadas em todo o território nacional, principalmente no Estado de São Paulo, Pará, Santa Catarina, Minas Gerais, Alagoas, Bahia, Espírito Santo e Pernambuco (Faleiro; Junqueira,

2022). A área de cultivo da pitiaia no Brasil é de aproximadamente 4.000 ha, e a produção anual é em torno de 40.000 toneladas, comercializadas nas CEASAs, mercados locais e feiras (Menten, 2023). Os principais produtores mundiais de pitiaia são o Vietnã, a China e a Indonésia, respectivamente 1.074.242, 700.000 e 221.832 toneladas em área de 55.419, 40.000 e 8.491 ha (Carmen, *et al.*, 2023; Paull e Chen, 2019; Nangare *et al.*, 2020).

A pitiaia é rica em betacianinas e betaxantinas, que são betalainas de cor vermelha a roxa e amarela (Herbach, *et al.*, 2006). Esses compostos nitrogenados são considerados uma fonte promissora de potencial para utilização como matéria-prima na prevenção de doenças, resistentes à insulina e antiobesidade (Song, *et al.*, 2016; Lacerda *et al.*, 2021).

Recentemente, a pitiaia tem se destacado mundialmente na mídia em reportagens, programas de televisão e redes sociais, não só devido a beleza visual, mas também por possuir propriedade antioxidante devido ao alto conteúdo de fenóis (Li *et al.*, 2018). Além de gerar demanda, que consequentemente atrai novos produtores agrícolas, gera muita demanda por novas informações. As pesquisas envolvendo polpa e casca de pitiaia cresceram 8 vezes nos últimos 11 anos, totalizando 770 documentos nos últimos 21 anos, e a maioria das publicações está focada no potencial de obtenção de betalainas e compostos fenólicos (Ferreira *et al.*, 2023).

Possui características físico-químicas e nutricionais atrativas para o consumo *in natura* e indústria, como o alto valor de firmeza da casca, equilíbrio entre acidez e teor de açúcar que confere um excelente sabor, além de valores significativos de minerais, como o cálcio, o potássio e o ferro com propriedade de prevenção contra anemia (Cordeiro *et al.*, 2015).

Nos últimos 5 anos, houveram numerosos novos relatos de doenças nos frutos de *Selenicereus*, com seus patógenos associados, em países de todos os continentes (Balendres; Bengoa, 2019; Perween *et al.*, 2018). A doença mais presente é a antracnose, causada por fungos do gênero *Colletotrichum* spp (Bordoh *et al.*, 2020). No Brasil, Takahashi *et al.* (2008) e Nascimento *et al.* (2019), detectaram alta incidência e severidade de *C. gloeosporioides* no estado de São Paulo e *C. karstii* no Rio Grande do Sul, respectivamente. Os esporos colonizam os frutos no campo e se manifestam severamente na pós-colheita, e mais grave em condições de alta

umidade. Os sintomas são lesões de coloração avermelhada e halos cloróticos, estas lesões possuem centros marrons e depois podem coalescer (Masyahit *et al.*, 2009).

Diferentes doenças fúngicas (*Gloeosporium agaves*, *Bipolaris* sp. *Macssonina agaves*, *Dothiorella* sp. e *Botryosphaeria dothidea*), virais (*Cactus virus X*) e bacterianas (*Xanthomonas* sp. e *Erwinia* sp.) são relatadas na literatura e podem causar grandes perdas pós-colheita gerando grandes consequências econômicas (N'Guyen, 1996; Barbeau, 1990). Há relatos também dos fungos *Aecidium* (Invasiveorg, 2015) e *Fusicoccum* sp. da família Botryosphaeriaceae (Valencia-Botin *et al.*, 2005).

Outras doenças de menor incidência que ocorrem na cadeia produtiva da pitaia são: Oídio (*Helminthosporium* sp.), Podridão-mole (*Fusarium* sp.) e Bolor Verde em frutos, causado por um complexo fúngico de *Penicillium* sp., *Volutella* sp. e *Corynespora* sp. Até então estas doenças haviam sido relatadas apenas na Nicarágua (Valencia-Botin *et al.*, 2013), mas já disseminou para outros países.

O ponto ideal para a colheita de pitaia de casca vermelha ocorre entre o 34° e 38° dia após a antese floral (Magalhães *et al.*, 2019a). Neste estágio, os frutos apresentaram maior massa e intensidade de coloração vermelha na casca, textura de polpa cremosa ainda firme, maior teor de sólidos solúveis e menor acidez (Menezes, *et al.*, 2015; Magalhães *et al.*, 2019b).

Os frutos são classificados como não climatéricos e são sensíveis às injúrias causadas pelo frio em temperaturas abaixo de 6°C (Zee *et al.*, 2004), assim, devem estar no estágio ótimo de maturidade comestível à época da colheita. Para que apresentem maior qualidade, os frutos devem ser deixados na planta até atingirem a composição desejável (Magalhães *et al.*, 2019a), o que pode variar conforme a distância do mercado (Chitarra; Chitarra, 2005). A perda de peso, o murchamento e descoloração das brácteas resultam em rápida deterioração e reduzida vida útil pós-colheita (Zahid *et al.*, 2013).

Frutos de pitaia provenientes de plantas com adubação orgânica correspondem positivamente aos parâmetros de qualidade, reduzindo a perda de qualidade durante o período de armazenamento refrigerado, consequentemente, resulta em frutos mais firmes e brilhantes, com menor perda de luminosidade, menor alteração da intensidade e tonalidade da cor e maiores teores de sólidos solúveis, comparados a frutos de cultivo convencional (Duarte *et al.*, 2017). Porém, é necessário novas tecnologias práticas na pós-colheita para conservar a pitaia com

qualidade por mais tempo.

Aditivos alimentares, como os sais, ou compostos geralmente reconhecidos como seguros (GRAS), podem ser utilizados para o controle de doenças pós-colheita de frutas e hortaliças (Palou *et al.*, 2002). Youssef *et al.* (2014) descobriram que o carbonato de sódio a 3% reduziu os bolores verde e azul de frutas cítricas. Da mesma forma, Fadda *et al.* (2015) indicaram que 1% de sorbato de potássio reduziu significativamente o mofo azul da maçã, principalmente quando aplicado a 53°C.

Foi relatado anteriormente que os efeitos dos sais, sorbato de potássio e carbonato de sódio na inibição do crescimento de patógenos são provavelmente devidos a uma redução da pressão do turgor das células fúngicas, que resultam em colapso e encolhimento de hifas e esporos, consequentemente, uma incapacidade do fungo para esporular (Fallik *et al.*, 1997).

Além disso, uma combinação de sais com água quente seguida de água fria, é reconhecida por aumentar a eficácia dos sais no controle de patógenos em frutos (Jitareerat *et al.*, 2018). Para o controle de outras doenças na pitaia, como a podridão negra causada por *Alternaria alternata* em pitaia amarela (*Selenicereus megalanthus*), Vilaplana *et al.* (2017) utilizaram água quente por 2 min a 50°C, antes do armazenamento em 12°C por 21 dias, e reduziu o diâmetro da lesão em 63,1%, sem efeito significativo nas qualidades sensoriais do fruto. Imersão de frutos de romã em água quente a 50°C ou mais por 2,5 min reduziram significativamente o mofo verde (*Penicillium* spp.) após 7 dias de incubação a 20°C, mas mergulhos a 55°C ou mais foram fitotóxicos, causando danos por calor (escurecimento externo da casca) nas frutas tratadas (Palou; Taberner, 2023).

O objetivo geral deste trabalho é utilizar fungicidas alternativos associados com tratamento hidrotérmico como método de conservação na pós-colheita dos frutos da pitaia; caracterizar a casca e polpa de sete variedades de pitaia; realizar extração supercrítica de compostos ativos da casca de três variedades de pitaia; e sistematizar em revisão os principais métodos de conservação pós colheita da pitaia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de sais, tratamento hidrotérmico e armazenamento refrigerado, em pós-colheita da pitiaia, podem minimizar as perdas qualitativas durante o armazenamento, prolongando a vida de prateleira, o período de comercialização e sua disponibilidade para a indústria de processamento. Vale ressaltar a importância de mais pesquisas com avaliações bioquímicas da casca dos frutos. Alguns consumidores podem estar preocupados com o uso de sais, por isso é essencial comunicar claramente aos consumidores sobre quaisquer produtos utilizados no tratamento pós-colheita da pitiaia. É importante avançar nos estudos com análises não destrutivas, uma vez que com as análises destrutivas há uma variação nos dados devido a utilização de frutos diferentes a cada dia, mesmo que os frutos sejam de um mesmo lote. Os sais carbônicos, como o bicarbonato de sódio, são facilmente acessíveis, podem ser usados sem sérios riscos de danos à fruta e são baratos e menos complicados, comparado a alternativas não químicas, como controle biológico. Estudos futuros serão fundamentais para minimizar a deterioração pós-colheita e estender o período de armazenamento da pitiaia para até 50 dias, incluindo combinações de tecnologias desde higiene de campo pré-colheita, fungicidas alternativos, incluindo desinfetantes naturais, tratamento hidrotérmico e embalagens com atmosfera modificada.

Pesquisas contínuas sobre os componentes bioativos específicos de variedades de pitiaia, são promissoras para destacar os potenciais efeitos benéficos para a saúde, bem como a aceitação da fruta pelos consumidores e incentivar o processamento de produtos que podem trazer benefícios à saúde, além de substituir produtos químicos como os corantes artificiais. São necessárias mais pesquisas com técnicas analíticas, como HPLC, para separar, identificar e quantificar cada um dos componentes químicos da casca, polpa e sementes de diferentes espécies.

As condições adequadas para extração de compostos bioativos são fundamentais para o desempenho durante a extração e quantificação desses compostos antioxidantes como as betalaínas. Portanto, faz-se necessário mais pesquisas com a casca e polpa de diferentes outras espécies, como também conscientizar os consumidores para realizar o aproveitamento da casca.

REFERÊNCIAS

- BALENDRES, M. A.; BENGUA, J. C. Diseases of dragon fruit (*Hylocereus species*): Etiology and current management options. **Crop Protection**, p. 104920, 2019.
- BARBEAU G. La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. **Fruits**; 45:141-174, 1990.
- BORDOH, P. K., ALI, A., DICKINSON, M., SIDDIQUI, Y., ROMANAZZI, G. A review on the management of postharvest anthracnose in dragon fruits caused by *Colletotrichum* spp. **Crop protection**, v. 130, p. 105067, 2020.
- BRITTON N. L. Descriptions and illustrations of plants of the cactus family. in: ROSE, J. N. **Dover Publication**, New York, USA, 1963, v. 1-2, p. 183-195.
- CANTO, A. R. **El cultivo de pitahaya en Yucatan**. Universidad Autónoma Chapingo – Gobierno Del Estado de Yucatan. 1993. 53p.
- CARMEN, F.; FRANCES, C.; BARTHE, L. Trends on valorization of pitaya fruit biomass through value-added and green extraction technology – A critical review of advancements and processes. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 138, p. 339–354, 2023.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. amp. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 785p.
- CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. Caracterização física, química e nutricional da pitaya-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 20-26, 2015.
- COSTA, A. C.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. D. R.; DUARTE, M. H. Flowering and fructification in different types of cladodes red pitaya in Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 279-284, 2014.
- DUARTE, M. H.; QUEIROZ, E. D. R.; ROCHA, D. A.; COSTA, A. C.; ABREU, C. M. P. D. Quality of pitaya (*Hylocereus undatus*) submitted to organic fertilization and stored under refrigeration. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.
- FADDA, A.; BARBERIS, A.; D'AQUINO, S.; PALMA, A.; ANGIONI, A.; LAI, F.; SCHIRRA, M. Residue levels and performance of potassium sorbate and thiabendazole and their co-application against blue mold of apples when applied as water dip treatments at 20 or 53° C. **Postharvest Biology and Technology**, v. 106, p. 33-43, 2015.
- FALEIRO, F. G. JUNQUEIRA, N. T. V. Espécies, Variedades e Cultivares. In: DOS SANTOS, D. N., PIO, L. A. S., FALEIRO, F. G. **Pitaya: uma alternativa frutífera**. – Brasília: ProImpress, 2022, cap. 1, p. 11.

FALLIK, E.; GRINBERG, S.; ZIV, O. Potassium bicarbonate reduces postharvest decay development on bell pepper fruits. **J. Hortic. Sci.** 72, 35e41. 1997

FERREIRA, V. C.; AMPESE, L. C.; SGANZERLA, W. G.; COLPINI, L. M. S.; FORSTER-CARNEIRO, T. An updated review of recent applications and future perspectives on the sustainable valorization of pitaya (*Hylocereus* spp.) by-products. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, [s. l.], v. 33, p. 101070, 2023. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352554123001043>.

HERBACH, K. M.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. REINHOLD. Betalain stability and degradation—structural and chromatic aspects. **Journal of food science**, v. 71, n. 4, p. R41-R50, 2006.

INVASIVEORG. **Nightblooming cactus, *Hylocereus undatus* (Haw.)** Britt. & Rose. 2015. Disponível em: <<http://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=0019025>> Acesso em 15 ago. 2022.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A.V.; Informações preliminares sobre uma pitaya (*Selenicereus setaceus* Rizz) nativa do Cerrado. Planaltina: **EMBRAPA**, 18p. (Documentos, 62). 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/566991/1/doc62.pdf>.

KOROTKOVA, N., AQUINO, D., ARIAS, S., EGGLI, U., FRANCK, A., GÓMEZ-HINOSTROSA, C., BERENDSOHN, W. G. Cactaceae at Caryophyllales. org—a dynamic online species-level taxonomic backbone for the family. **Willdenowia**, v. 51, n. 2, p. 251-270, 2021.

LACERDA, V. R.; ACEVEDO, A. F. G.; SANTOS, J. A. dos; VIEITES, R. L. Quantificação dos compostos bioativos da casca e polpa dos frutos de pitayas de polpa branca e vermelha. In: VIEIRA, Claudia Regina; ALVES, Érika Endo; OLIVEIRA, Neide Judith Faria de; CARELI, Roberta Torres (org.). **IV Simpósio de Engenharia de Alimentos – SIMEALI 4.0, Volume 2 - Controle de qualidade: análise sensorial, química de alimentos e análise de alimentos**. 1ªed. Montes Claros: Instituto de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Minas Gerais, 2021. p. 195–207. Disponível em: https://www.simeali.com/_files/ugd/c971a0_e62cef2477954dcb85953963ced015a1.pdf.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): A new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, 61, 237–250, 2006.

Li, X.; Li, M.; Wang, J.; Wang, L.; Han, C.; Jin, P.; Zheng, Y. Methyl jasmonate enhances wound-induced phenolic accumulation in pitaya fruit by regulating sugar content and energy status. **Postharvest Biology and Technology**, v. 137, p. 106-112, 2018.

MAGALHÃES, D. S.; DA SILVA, D. M.; RAMOS, J. D.; SALLES PIO, L. A.; PASQUAL, M.; VILAS BOAS, E. V. B.; GALVÃO, E. C.; DE MELO, E. T. Changes in

the physical and physico-chemical characteristics of red-pulp dragon fruit during its development. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 253, p. 180–186, 2019b. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423819303048>.

MAGALHÃES, D. S.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; BOAS, E. V. D. B. V.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F. A.; RUFINE, J. C. M.; DOS SANTOS, V. A. Physical and physicochemical modifications of white-fleshed pitaya throughout its development. **Scientia horticulturae**, v. 243, p. 537-543, 2019a.

MASYAHIT, M; K. SIJAM; Y. AWANG, MGM. The first report of the occurrence of anthracnose disease caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. on dragon fruit (*Hylocereus* spp.) in Peninsular Malaysia. **American Journal of Applied Sciences**, v. 6, p. 902-912, 2009.

MENEZES, T. P.; RAMOS, J.D.; LIMA, L. C. O.; COSTA, A. C.; NASSUR, R. D. C. M. R.; RUFINI, J. C. M. Características físicas e físico-químicas de pitaiia vermelha durante a maturação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, 2015.

MENTEN, J. O. **Pitayas: Principais doenças e seu controle**. [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/agricultura/fruticultura/noticias/pitayas-principais-doencas-e-seu-controle>. Acesso em: 3 jan. 2024.

MIZRAHI Y.; NERD, A.; NOBEL, P.S. Cacti as crop, **Hortic.** v. 18, p. 291-320, 1997.

NANGARE, D. D.; TAWARE, P. B.; SINGH, Y.; KUMAR, P. S.; BAL, S. K.; ALI, S.; PATHAK, H. **Dragon fruit: A potential crop for abiotic stressed areas**. Technicaled. Baramati, Pune, Maharashtra, India: ICAR-National Institute of Abiotic Stress Management, 2020. 2020. Disponível em: <http://117.239.43.83/sites/default/files/pdfs/DragonFruitBulletin-47.pdf>.

NASCIMENTO, M.B.; BELLE, C.; AZAMBUJA, R.H.; MAICH, S.L.; NEVES, C.G.; SOUZA JUNIOR, I.T.; FARIAS, C.R., DE BARROS, D.R. First report of *Colletotrichum karstii* causing anthracnose spot on pitaya (*Hylocereus undatus*) in Brazil. **Plant Dis.** 2019.

NERD, A.; GUTMAN, F.; MIZRAHI, Y. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). **Postharvest Biology and Technology**, 17, 39–45. 1999.

N'GUYEN, V. K. Floral induction study of dragon fruit crop (*Hylocereus undatus*) by using chemicals, Univ. Agric. Forest., Fac. Agron., **Hô Chi Minh-ville**, Vietnam, 1996.

ORTIZ, Y. D. M. *et al.* Estrés hídrico y intercambio de CO₂ de La pitahaya (*Hylocereus undatus*), **Agrociencia**, v. 33, p. 397-405, 1999.

PAULL, R. E.; CHEN, N. J. **Overall dragon fruit production and global marketing**. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://ap.fftc.org.tw/article/1596>.

PALOU, L.; USALL, J.; MUNOZ, J.A.; SMILANICK, J.L.; VINAS, I. Hot water, sodium carbonate and sodium bicarbonate for the control of postharvest green and blue molds of Clementine mandarins. **Postharvest Biol. Technol.** 24, 93e96. 2002.

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

ROJAS-SANDOVAL, J., PRACIAK, A. *Hylocereus undatus* (dragon fruit). **CABI Compend**. CABI Compe. 2022. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.27317>

SANTOS, C. M. G., CERQUEIRA, R. C., FERNANDES, L. M. S., DOURADO, F. W. N., ONO, E. O. Substratos e regulador vegetal no enraizamento de estacas de pitaya. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 625-629, 2010.

SONG, S.; CHU, Q.; XU, D.; XU, Y.; ZHENG, X. Purified betacyanins from *Hylocereus undatus* peel ameliorate obesity and insulin resistance in high-fatdiet-fed mice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 24, 236–244, 2016.

TAKAHASHI, L.M., ROSA, D.D., BASSETO, M.A., DE SOUZA, H.G., FURTADO, E.L. First report of *Colletotrichum gloeosporioides* on *Hylocereus megalanthus* in Brazil. Australas. **Plant Dis.** Notes 3, 96–97. 2008.

TOMAS, M. da G.; RODRIGUES, L. J.; ALMEIDA LOBO, F. de; TAKEUCHI, K. P.; DE PAULA, N. R. F.; PINTO, D. M.; NHANTUMBO, N.; PIZZATTO, M.; OUALMAKRAN, Y.; MACHADO, G. G. L.; BOAS, E. V. de B. V. Physicochemical characteristics and volatile profile of pitaya (*Selenicereus setaceus*). **South African Journal of Botany**, [s. l.], v. 154, p. 88–97, 2023. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0254629923000194>.

TRINDADE, A. R.; PAIVA, P.; LACERDA, V.; MARQUES, N.; NETO, L.; DUARTE, A. Pitaya as a New Alternative Crop for Iberian Peninsula: Biology and Edaphoclimatic Requirements. **Plants**, [s. l.], v. 12, n. 18, p. 3212, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/18/3212>.

VALENCIA-BOTÍN, A. J.; KOKUBU, H.; ORTÍZ-HERNÁNDEZ, Y. D. A brief overview on pitahaya (*Hylocereus* spp.) diseases. **Australasian Plant Pathology**, v. 42, n. 4, p. 437-440, 2013.

VALENCIA-BOTÍN, A. J.; LIVERA-MUÑOZ, M.; SANDOVAL-ISLAS, J. S. Caracterización de una cepa de *Fusicoccum* sp. anamorfo de *Botryosphaeria dothidea* Moug.: Fr (Ces. and De Not.) aislada de pitahaya [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton y Rose] Cactaceae. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 23, n. 2, 2005.

VILAPLANA, R., PAEZ, D., VALENCIA-CHAMORRO, S. Control of black rot caused by *Alternaria alternata* in yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) through hot water dips. **LWT-Food Science and Technology** 82, 162–169. 2017.

YOUSSEF, M., SANZANI, S.M., LIGORIO, A., IPPOLITO, A., TERRY, L.A., Sodium carbonate and bicarbonate treatments induce resistance to postharvest green mould on citrus fruit. **Postharvest Biol. Technol.** 87, 61-69. 2014.

ZAHID, N., ALI, A., SIDDIQUI, Y., MAQBOOL, M. Efficacy of ethanolic extract of propolis in maintaining postharvest quality of dragon fruit during storage. **Postharvest Biology and Technology**, 79, 69–72. 2013.

ZEE, F.; YEN, C. R.; NISHINA, M. Pitaya: dragon fruit, strawberry pearl. **Fruits e Nuts, Hawai**, v. 9, n. 2, p. 1-3, 2004.