

## CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS BRUTO E AQUOSO DA POLPA E DA CASCA DE PITAYA VERMELHA (*HYLOCEREUS POLYRHIZUS*)

Data de aceite: 11/12/2018

### **Sandra Machado Lira**

Universidade Maurício de Nassau, Centro de Ciências da Saúde, Curso de Nutrição  
Fortaleza - CE

### **Lia Corrêa Coelho**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Curso de Nutrição  
Fortaleza - CE

### **Chayane Gomes Marques**

Universidade Estadual do Ceará, Mestrado em Nutrição e Saúde  
Fortaleza - CE

### **Marcelo Oliveira Holanda**

Rede Nordeste de Biotecnologia, Doutorado em Biotecnologia  
Fortaleza – CE

### **Juliana Barbosa Dantas**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Curso de Nutrição  
Fortaleza-CE

### **Ana Carolina Viana de Lima**

Universidade Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos  
Fortaleza-CE

### **Glauber Batista Moreira Santos**

Universidade Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos  
Fortaleza-CE

### **Gisele Silvestre da Silva**

Embrapa Agroindústria Tropical  
Fortaleza – CE

### **Fernando Antônio Pinto de Abreu**

Embrapa Agroindústria Tropical  
Fortaleza – CE

### **Ana Paula Dionísio**

Embrapa Agroindústria Tropical  
Fortaleza – CE

### **Guilherme Julião Zocolo**

Embrapa Agroindústria Tropical  
Fortaleza – CE

### **Maria Izabel Florindo Guedes**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências da Saúde  
Fortaleza – CE

**RESUMO:** A pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*), ou fruta do dragão, é uma cactácea originária do continente americano, possuindo casca e polpa de intensa coloração avermelhada, com potencial como fonte de compostos fitoquímicos bioativos. Assim, o objetivo do estudo foi investigar a presença de classes de compostos fitoquímicos nos extratos aquoso e bruto da casca e da polpa deste fruto. Os extratos foram submetidos a triagem fitoquímica. Verificou-se em ambos extratos a presença principalmente de compostos

pertencentes ao grupo dos flavonóides, com grande potencial antioxidante e funcional.

**PALAVRAS-CHAVE:** pitaya vermelha; fitoquímicos; extrato vegetal.

## PHYTOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF CRUDE AND AQUEOUS PULP AND PEEL EXTRACTS OF RED PITAYA (*HYLOCEREUS POLYRHIZUS*)

**ABSTRACT:** Red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) is a plant from the cactaceae family, originary of the American continent, characterized by pulp and peel of intense red color, with potential as a source of bioactive phytochemical compounds. The aim of the present study was to investigate the presence of phytochemical compound classes in the aqueous and crude extract of this fruit's pulp and peel. Phytochemical screening was performed on both extracts. Flavonoids were identified as the most abundant compounds on both extracts, evidencing great antioxidant and functional potentials.

**KEYWORDS:** red pitaya; phytochemicals; plant extract.

### 1 | INTRODUÇÃO

A pitaya, também conhecida como fruta do dragão é uma fruta exótica que se caracteriza por ter um aspecto oval e casca com protuberâncias semelhantes a escamas (DONADIO, 2009; BHAT; PALIYATH, 2016). É uma fruta pertencente ao gênero *Hylocereus*, sendo nativa das florestas tropicais da América Central e do Sul. Normalmente é cultivada e naturalizada em todas as terras tropicais do mundo. Foi amplamente introduzida, na Ásia tropical, Austrália e América do Sul (JAMILLAH et al., 2011). Existem várias espécies e variedades de pitaya; contudo a *Hylocereus polyrhizus* cujo fruto apresenta casca e a polpa de intensa coloração avermelhada, é a que possui maior consumo e produção (CHOO e YONG, 2011).

A casca de pitaya é considerada um resíduo do consumo e processamento da fruta (JAMILAH et al., 2011), a qual é geralmente descartada. No entanto, esse resíduo pode ser utilizado como matéria-prima para a extração de pigmentos, devido à presença de betalaínas que apresentam uma cor atraente (LI-CHEN et al., 2006, GARCÍA-CRUZ et al., 2017). Atualmente a beterraba (*Beta vulgaris*) é a principal fonte de extração comercial de betalaínas. No entanto, beterraba contém substâncias como geosmina e pirazinas, responsáveis por um sabor desagradável (STINTZING & CARLE, 2004), o que dificulta sua aplicação em alimentos. Por sua vez, as betalaínas extraídas da pitaya, ao contrário da beterraba vermelha, podem ser usadas em alimentos, pois não apresentam sabor e abrangem um amplo espectro de cores de amarelo-laranja a vermelho-violeta (MOBHAMMER et al., 2005).

Além das betalaínas, estudos com pitaya já demonstram que possui uma

variedade de fitoquímicos, incluindo classes de compostos bioativos, pelo que tem grande potencial como alimento funcional e fonte de aditivos naturais de interesse para a indústria de alimentos (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012; TENORE; NOVELLINO; BASILE, 2012; FATHORDOOBADY et al., 2016). Dentre estes compostos, já foram identificados fenólicos, flavonóides (HUA et al., 2018; LI et al., 2017), licopeno, beta-caroteno, tocoferol, vitamina C, ácidos graxos essenciais e oligossacarídeos prebióticos (ARIFFIN et al., 2009; WICHIENTHOT; JATUPORNPIPAT; RASTALL, 2010; ADNAN; OSMAN; ABDUL HAMID, 2011; ABREU et al., 2012; KHALILI; ABDULLAH; MANAF, 2014). Esses compostos bioativos são, em sua maioria, metabólitos secundários, geralmente relacionados com os sistemas de defesa das plantas (contra a radiação ultravioleta e/ou as agressões de insetos ou patógenos), porém que nos seres humanos, em baixas concentrações, desempenham um importante papel de proteção como agentes antioxidantes, sendo capazes de retardar ou inibir a oxidação de diversos componentes (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2000; MANACH et al., 2004).

Os compostos fenólicos estão entre as mais difundidas classes de metabólitos secundários, sendo conhecidos pela sua grande importância no sistema de defesa das plantas (MANACH et al., 2004). Os compostos fenólicos fazem parte da composição de pigmentos das flores, agindo na proteção contra pragas, funcionam como moléculas de sinalização e atuam componentes estruturais e funcionais da matéria orgânica do solo (SIQUEIRA et al., 1991) e que nos organismos vivos atuam como quelantes de metais de transição. Nestes pigmentos naturais encontram-se os do grupo dos flavonoides, carotenoides e antocianinas que proporcionam uma alta capacidade antioxidante (RICE-EVANS, 1996).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo investigar a presença de compostos fitoquímicos nos extratos aquoso e bruto da casca e da polpa da pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*).

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Matéria-prima

Os frutos de pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) foram fornecidos pela empresa Frutacor, localizada no Vale do Jaguaribe - CE (05° 53 '26 "S; 38° 37 '19" W). Após receber a pitaya, os frutos foram lavados, higienizados e processados no Laboratório de Processos Agroindustriais da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza-CE).

### 2.2 Despulpamento da pitaya

A pitaya foi submetida ao processo de despulpamento utilizando uma

despolpadeira com capacidade média de processamento de 100 kg.h<sup>-1</sup>. A separação da polpa e da casca ocorreu manualmente, após corte da fruta em duas partes (Figura 1). Após, a obtenção da polpa foi realizada utilizando uma despolpadeira de 8mm. Os materiais obtidos foram armazenados a -18 °C até o momento das análises.

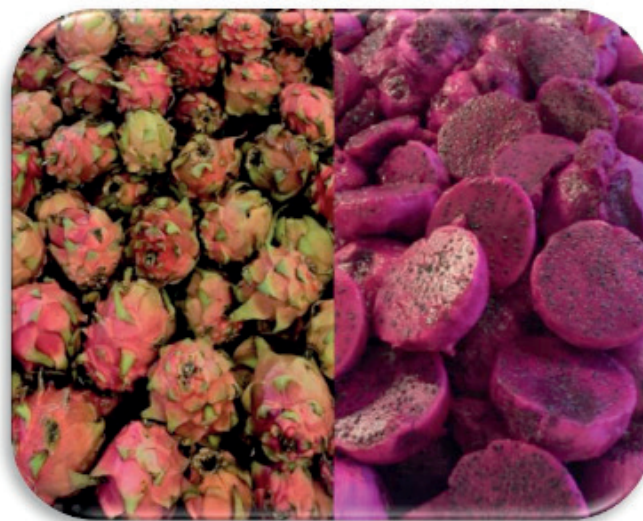


Figura 1. Pitaya vermelha.

### 2.3 Triagem fitoquímica

Os extratos foram submetidos a triagem fitoquímica, seguindo os protocolos descritos por Matos (2009). Testes químicos qualitativos foram realizados com reagentes específicos, observando-se mudanças de cor ou formação de um precipitado, e característico de cada classe de substâncias. Foram realizados testes para a detecção de fenóis, flavonas, flavonóis, xantonas, catequinas, antocianinas, antocianidinas, triterpenóides, flavanonas e alcaloides.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Enquanto o extrato bruto da polpa (EBP) apresentou catequinas (Tabela 1), o extrato bruto da casca (EBC), além das catequinas, também apresentou a classe das flavonas e flavonóis (Tabela 2). Já no extrato aquoso da casca (EAC), verificou-se a presença de catequinas, flavonóis, flavonas, xantonas e flavonoides. No extrato aquoso da polpa (EAP), foram encontrados antocianinas e antocianidinas, catequinas, flavonóis, flavonas, que são da classe dos flavonoides, além de xantonas (Tabela 3).

A água é um solvente polar, apresentando maior constante dielétrica e energia de coesão do que outros solventes, como o etanol. A sua alta polaridade favorece uma dissolução efetiva de compostos polares, principalmente aqueles contendo

grupos hidroxila e ácido carboxílico, bem como cetonas e éster (MARTINS et al., 2013).

Classes de Fitoquímicos	Resultado EBP
Fenóis	-
Catequinas	+
Triterpenóides pentacíclicos livres	-
Flavanonas	-
Alcalóide	-

Tabela 1 – Compostos detectados no EBP.

Classes de Fitoquímicos	Resultado EBC
Fenóis	-
Catequinas	+
Flavonas, Flavonóis, Xantonas	+
Flavanonas	-
Alcalóide	-

Tabela 2 – Compostos detectados no EBC.

EBP: Extrato Bruto da Polpa da Pitaya; EBC: Extrato Bruto da Casca da Pitaya;

(+) = presença; (-) = ausência

Classes de Fitoquímicos	Resultados EAC	Resultados EAP
<b>Fenóis</b>	-	-
<b>Antocianinas e Antocianidinas</b>	-	+
<b>Leucoantocianidinas</b>	-	-
<b>Catequinas</b>	+	+
<b>Flavanonas</b>	-	-
<b>Flavonóis, Flavonas e Xantonas</b>	+	-
<b>Flavanonóis</b>	-	-
<b>Esteroides e Triterpenos</b>	-	-
<b>Alcaloides*</b>		
<b>RD</b>	-	-
<b>RM</b>	-	+
<b>Flavonoides</b>	+	+

Tabela 3 – Compostos detectados no EAC e EAP.

EAC: Extrato Aquoso da Casca de Pitaya; EAP: Extrato Aquoso da Polpa de Pitaya.

\* Reativo de Dragendorff (RD) e de Mayer (RM); (+) = presença; (-) = ausência.

Para ambos os extratos, tanto na casca, quanto na polpa, há a presença de algumas classes de flavonóides, a saber: as catequinas, os flavonóis, flavonas e, no caso do EAP, as antocianinas e antocianidinas (CHANDRASEKARA, SHAHIDI; 2017). Os flavonóides, o grupo mais representado em ambos os extratos, são um grupo de metabólitos secundários bioativos que possuem principalmente atividade antioxidante, pelo que têm potencial como compostos funcionais. Estão largamente presentes em frutas e vegetais, alimentos cujo maior consumo está associado a uma menor incidência de doenças crônicas. Estes compostos representam cerca de dois terços do consumo total de fenólicos dietéticos. Prospecta-se que têm efeito sobre

a Diabetes Mellitus, melhorando a secreção de insulina, auxiliando na modulação de proliferação e prevenção de apoptose das células beta pancreáticas. (LIU, 2004; PINENT et al., 2008).

A glicose é um dos principais açúcares em frutos maduros de pitaya, seguidos por frutose e sacarose (WEI et al., 2019; WICHIENTHOT et al., 2010).

A presença de oligossacarídeos e polissacarídeos tem sido relatada em diferentes partes de plantas da espécie *hylocereus* (LI et al., 2017, DASAESAMOH et al., 2016, MONTOYA-ARROYO et al. 2014, WICHIENTHOT et al., 2010). Khalili et al. (2014) relataram que os oligossacarídeos da polpa de fruta do dragão consistiam em rafinose, estaquiase, maltotriose, maltotetrose, maltopentaose, maltohexaose, maltoheptaose e frutooligossacarídeos. Algumas estruturas comumente relatadas em pitaya encontram-se na Figura 1.

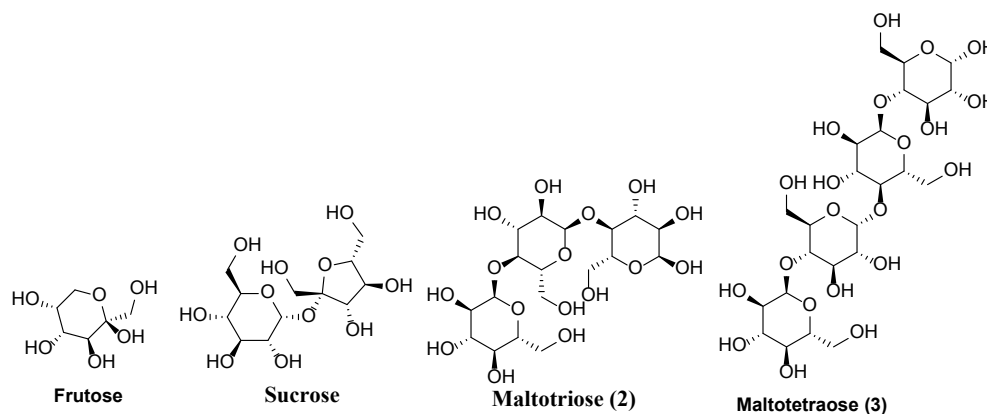


Figura 1. Estruturas de carboidratos encontrados em *H. polyrhizus*.

Adicionalmente, Ramírez-Truque et al. (2011) demonstraram que frações de pectina na polpa de frutas da pitaya são compostas principalmente de arabinose e galactose, enquanto a fração de hemicelulose consistem principalmente de glicose, xilose e galactose.

Catequinas, xantonas e flavonas são grupos de compostos fenólicos derivados de plantas pertencentes à família dos flavonoides. Vários flavonóides como a catequina, epicatequina, quercetina, miricetina, kaempferol e rutina foram identificados na pitaya (ADNAN et al., 2011). Compostos orgânicos de estruturas de flavonóides e compostos fenólicos ligados aos carboidratos como o ácido elágico 4-arabinosídeo, quercetina-3-glucosídeo são encontrados em *H. polihryzus* (MACIAS-CEJA et al., 2016) tal como exposto na Figura 2.

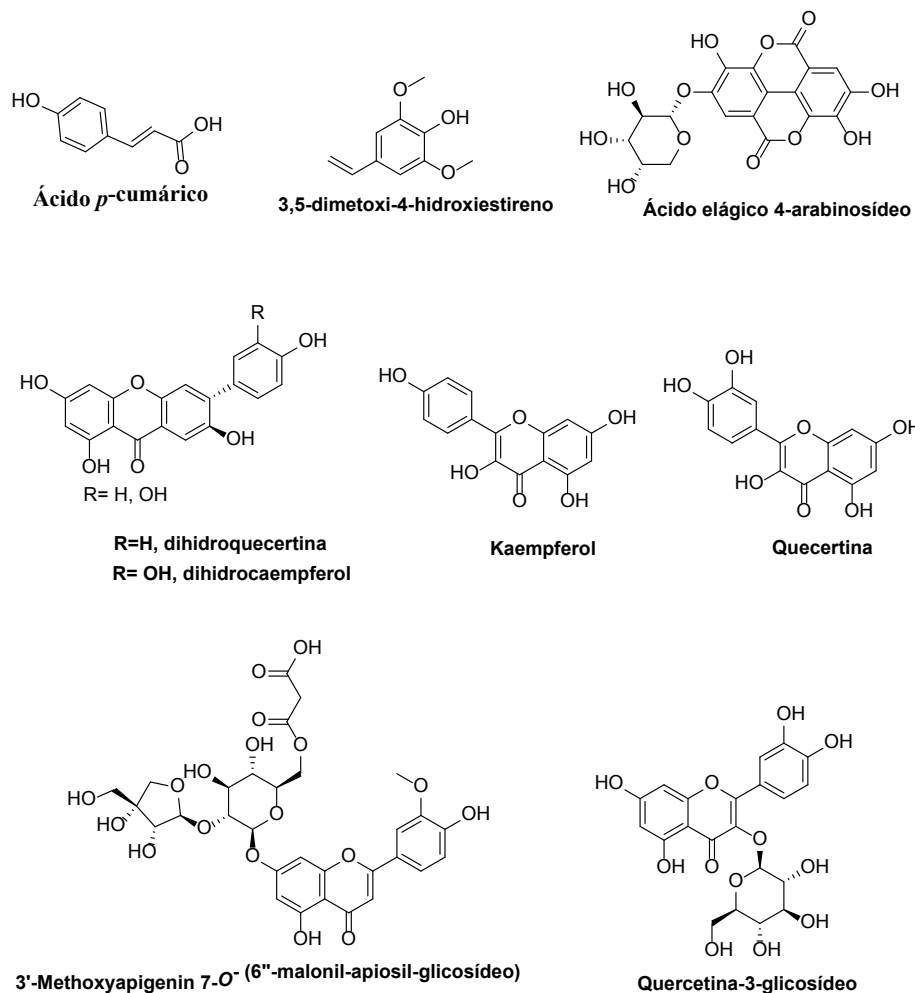


Figura 2. Estruturas de flavonoides, compostos fenólicos e xantonas encontrados em *H. polihryzus*.

Xantonas compreendem uma classe importante de heterociclos oxigenados que tem estruturas que se assemelham aos flavonoides como podemos observar nas estruturas de dihidrokaempferol e o dihidroquercetina dispostos na Figura 3. Estas duas xantonas foram identificadas nas flores de espécie *hylocereus undatus* por Wu et al. (2011).

Betalinas é a classe de compostos nitrogenados derivados do ácido betalâmico, cuja estrutura é responsável pela coloração da fruta do dragão.

O ácido betalâmico é o cromóforo comum a todos os pigmentos de betalaína (Strack et al., 2003). A natureza do resíduo de adição de ácido betalâmico determina a classificação dos pigmentos em betacianina ou betaxantina tal como exposto na Figura 3.



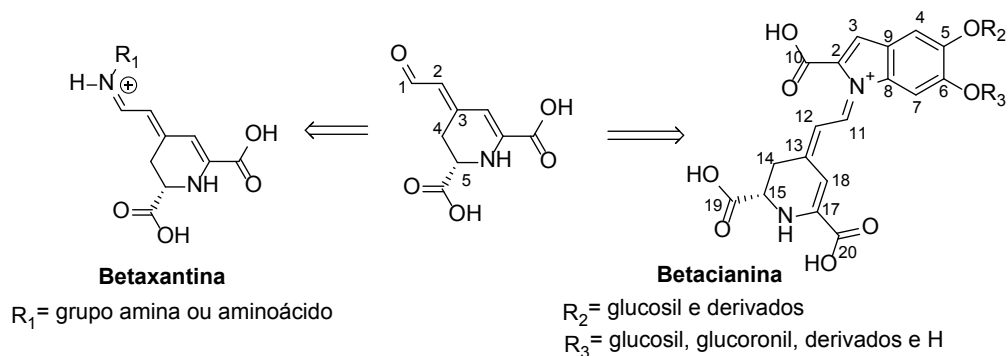


Figura 3. Estruturas gerais de ácido betalâmico (a), betacianinas (b) e betaxantinas (c).  
 Betanina (RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., 2019; STRACK et al., 2003).

As betacianinas derivam sua cor ( $\lambda_{\max}$  540 nm) da conjugação do anel aromático do sistema indol com o cromóforo betalâmico. A maioria das betacianinas baseia-se na agliconas betanidina ou no epímero C-15 isobetanidina com variação estrutural resultante em grande parte de alterações na glicosilação na posição 5 ou 6 e eventual acilação do açúcar. As betaxantinas amarelas ( $\lambda_{\max}$  480 nm) são formadas pela condensação do ácido betalâmico com uma amina ou um aminoácido que são responsáveis por diferenças estruturais (RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., 2019).

A glicosilação e acilação resultam em uma diversidade de estruturas de betacianina. A betanidina aglicona, geralmente está ligada à glicose, ocasionalmente ao ácido glucurônico, sorbose, ramnose e apiose, na posição C-5 ou C-6. Outras modificações ocorrem por esterificação com ácido alifático ou aromático da porção açúcar. Os ácidos malônico, 3-hidroxi-3-metil-glutárico, cafeico, p-cumarico, cinâmico e ferúlico são substituintes ácidos típicos (STRACK et al., 2003). Até o momento, cerca de 78 betalainas de plantas foram identificadas e caracterizadas (SLIMEN et al., 2017).

Betacianinas e betaxantinas são duas categorias de corantes valiosos que podem ser extraídos facilmente das cascas de pitaya (CHEW et al, 2019, ESQUIVEL, P., 2016). Algumas estruturas de betalainas encontradas no gênero *Hylocereus* (IBRAHIM et al. 2018), encontram-se dispostas na Figura 4.



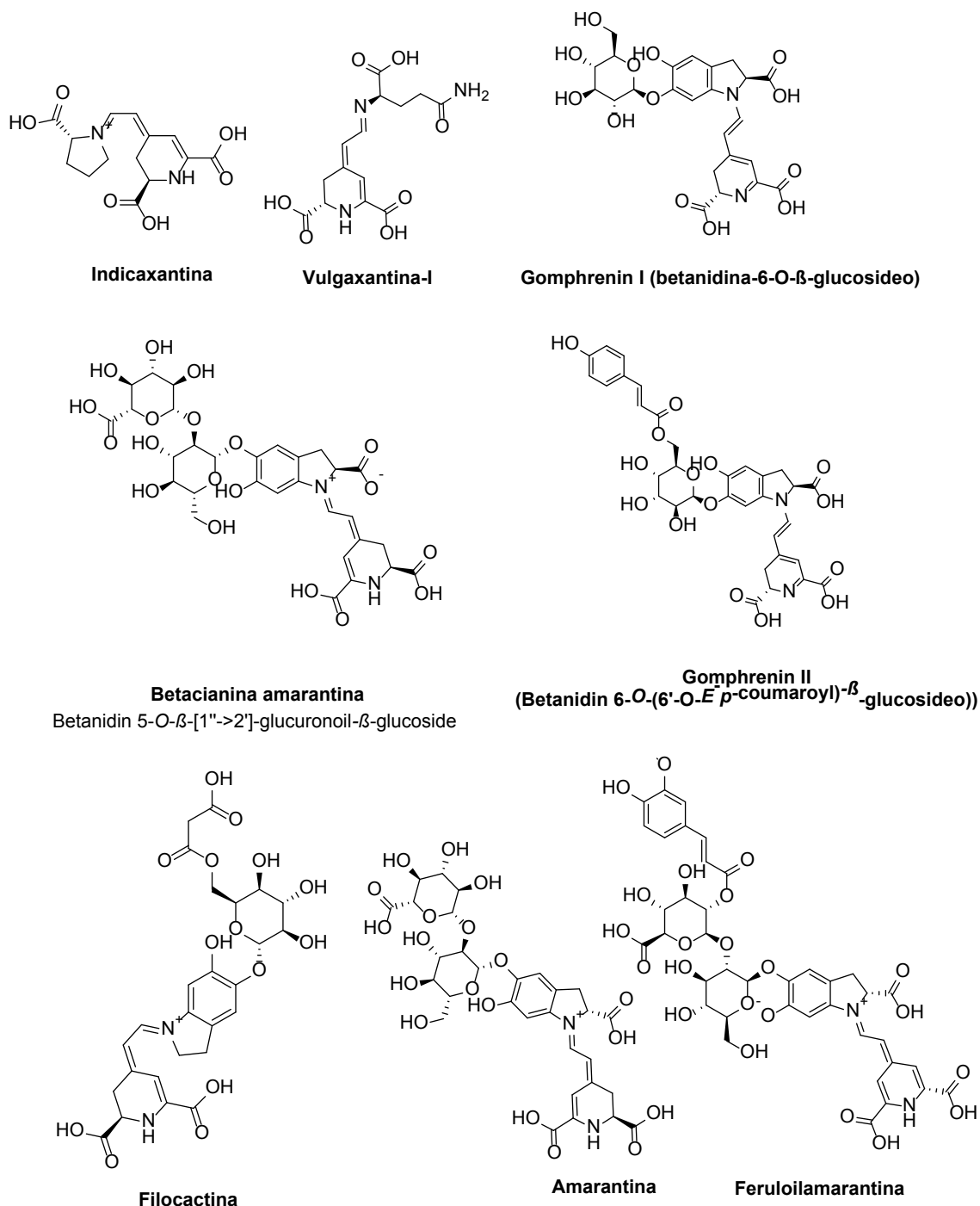


Figura 4. Estruturas químicas de betalainas isolada em espécies de *Hylocereus*. Todas as estruturas foram obtidas no banco de dados PubChem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pitaya vermelha apresenta uma grande variedade de compostos fitoquímicos de potencial funcional, encontrados tanto na polpa quanto na casca da fruta. Assim, além de agregar valor a polpa da fruta, o seu resíduo do processamento (casca) pode vir a ser utilizado como matéria-prima para a extração de compostos de interesse. Porém, estudos devem ser continuados para que estes compostos sejam identificados e quantificados.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, W. C. DE *et al.* Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 4, p. 656–661, 2012.
- ADNAN, L.; OSMAN, A.; ABDUL HAMID, A. Antioxidant activity of different extracts of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) seed. **International Journal of Food Properties**, v. 14, n. 6, p. 1171–1181, 2011.
- ARIFFIN, A. A. *et al.* Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. **Food Chemistry**, v. 114, n. 2, p. 561–564, 2009.
- BHAT, R.; PALIYATH, G. **Fruits of Tropical Climates: Biodiversity and Dietary Importance**. 1. ed. Elsevier Ltd., 2016.
- CHANDRASEKARA, A.; SHAHIDI, F. Herbal beverages: Bioactive compounds and their role in disease risk reduction - A review. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, p.1-8, ago. 2018.
- CHEW, Y. M.; HUNG, C. H.; KING, V. A. E. Accelerated storage test of betalains extracted from the peel of pitaya (*Hylocereus cacti*) fruit. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 3, p. 1595–1600, 2019.
- CHOO, WEE SIM; YONG, WEE KHING. Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. **Advances in Applied Science Research**, v. 2, n. 3, p. 418- 425, 2011.
- DASAESAMOH, R.; YOURAVONG, W.; WICHENCHOT, S. Digestibility, fecal fermentation and anti-cancer of dragon fruit oligosaccharides. **International Food Research Journal**, v. 23, n. 6, p. 2581–2587, 2016.
- DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 637–929, 2009.
- ESQUIVEL, P. Betalains. *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages*, Elsevier, p. 81–99, 2016.
- FATHORDOOBADY, F. *et al.* Effect of solvent type and ratio on betacyanins and antioxidant activity of extracts from *Hylocereus polyrhizus* flesh and peel by supercritical fluid extraction and solvent extraction. **Food Chemistry**, v. 202, p. 70–80, 2016.
- GARCÍA-CRUZ, L. *et al.* Betalains and phenolic compounds profiling and antioxidant capacity of pitaya (*Stenocereus* spp.) fruit from two species (*S. Pruinusus* and *S. stellatus*). **Food Chemistry**, v. 234, p. 111-118, nov 2017.
- HALLIWELL B, GUTTERIDGE JMC. *Free radicals in biology and medicine*. 3ed. Clarendon Press, **Oxford, New York**, 968p.2000.
- HUA, Q; CHEN, C; TEL ZUR, N; WANG, H; WU, J; CHEN, J; QIN, Y. Metabolomic characterization of pitaya fruit from three red-skinned cultivars with different pulp colors. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.126, p.117–125, 2018.
- IBRAHIM, S. R. M *et al.* Genus *Hylocereus*: Beneficial phytochemicals, nutritional importance, and biological relevance - A review. **Journal of Food Biochemistry**, v. 42, n. 2, p. e12491, 2018.
- JAMILAHB, SHU CE, KHARIDAH M, DZULKFLY MA, NORANIZANA. Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **International Food Research Journal**, 18 (1):279-286, 2011.

- KHALILI, R. M. A.; ABDULLAH, A. B. C.; MANAF, A. A. Isolation and characterization of oligosaccharides composition in organically grown red pitaya, white pitaya and papaya. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 6, n. 2, p. 131–136, mar. 2014.
- LI, D., CISNEROS, A., & TEL-ZUR, N. An improved protocol for flow cytometry analysis of dragon fruit ( *Hylocereus* spp.) — Species with a high polysaccharide content. **Scientia Horticulturae**, 220, 130–133, 2017.
- LI-CHEN, W. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**. v.95, p.319-327, 2006.
- LIU, R. H. Potential Synergy of Phytochemicals in Cancer Prevention: Mechanism of Action. **The Journal Of Nutrition**, v. 134, n. 12, p.3479-3485, Oxford University Press (OUP), 1 dez. 2004.
- MACIAS-CEJA, Dulce C et al. The flesh ethanolic extract of *Hylocereus polyrhizus* exerts anti-inflammatory effects and prevents murine colitis. **Clinical Nutrition**, v. 35, n. 6, p. 1333–1339, 2016.
- MANACH C, SCALBERT A, MORAND C, RÉMÉSY C, JIMÉNEZ L. “Polyphenols: food sources and bioavailability”. **American Journal of Clinical Nutrition**, 79:727-47, 2004.
- MARTINS, Cláudia Rocha; LOPES, Wilson Araújo; ANDRADE, Jailson Bittencourt de. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 36, n. 8, p. 1248-1255, 2013.
- MATOS, F. J. A. **Introdução a fitoquímica experimental**. 3 ed. Fortaleza: Edições UFC; 2009.
- MOBHAMMER, M.R. et al. Colour studies on fruit juice blends from *Opuntia* and *Hylocereus cacti* and betalain-containing model solutions derived therefrom. **Food Research International**, v.38, p.975-981, 2005.
- MONTOYA-ARROYO, A. et al. Characterization of cell wall polysaccharides of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) pericarp. **Food Hydrocolloids**, v. 35, p. 557–564, Mar 2014.
- ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): A short review. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 4, p. 220–237, 2012.
- PINENT, M. *et al.* Bioactivity of Flavonoids on Insulin-Secreting Cells. **Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety**, v. 7, n. 4, p.299-308, out. 2008.
- RAMÍREZ-TRUQUE, C.; ESQUIVEL, P.; CARLE, R. Neutral sugar profile of cell wall polysaccharides of pitaya (*Hylocereus* sp.) fruits. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, n. 3, p. 1134–1138, 2011.
- RICE-EVANS CA, MILLER NJ, PAGANGAG. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, 20(7):933-56, 1996.
- RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. Betalains. **Encyclopedia of Food Chemistry**. [S.l.]: Elsevier, p. 35–39, 2019.
- SIQUEIRA JO, NAIR MG, HAMMERSCHMIDT R, SAFIR GR. Significance of phenolic compounds in plant-soil-microbial systems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, 10(1):63-121, 1991.
- SLIMEN B. I; NAJAR, Taha; ABDERRABBA, Manef. Chemical and Antioxidant Properties of Betalains. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 65, n. 4, p. 675–689, 2017.
- STINTZING, F.C.; CARLE, R. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. **Trends in Food Science and Technology**. v.15, p.19-38, 2004.

STRACK, Dieter; VOGT, Thomas; SCHLIEMANN, Willibald. Recent advances in betalain research. **Phytochemistry**, v. 62, n. 3, p. 247–269, 2003.

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

WEI, Wei et al. Pitaya HpWRKY3 is associated with fruit sugar accumulation by transcriptionally modulating sucrose metabolic genes HpINV2 and HpSuSy1. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 8, p. 1–15, 2019.

WICHENCHOT, S.; JATUPORNPIPAT, M.; RASTALL, R. A. Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. **Food Chemistry**, v. 120, n. 3, p. 850–857, jun. 2010.

WU, Xin et al. Three new glycosides from *Hylocereus undatus*. **Journal of Asian Natural Products Research**, v. 13, n. 8, p. 728–733, 2011.