Métodos extractivos de compuestos antioxidantes a partir de pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) como alternativa de producción agroindustrial en el cantón Palora-Morona Santiago

Salazar Carrera Tommi Santiago [1]
agi2017081@uea.edu.ec

Suárez Suárez Bruno Ricardo [1]
agi2015276@uea.edu.ec

Cárdenas Bonifa Miryam Janeth, M. Sc [1]
mj.cardenasb@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Agroindustrias (1)

Resumen

El problema de la pitahaya en Ecuador es la sobreproducción, debido a una evidente falta de aprovechamiento de esta materia prima como fuente de antioxidantes. Sobre la base de esta problemática el objetivo de la investigación es identificar los métodos extractivos de compuestos antioxidantes a partir de pitahaya (*H. megalanthus*), para la aplicación en el cantón Palora. El uso industrial de los antioxidantes inicia en el siglo XIX con el propósito de evitar el efecto oxidativo en los metales, pero es hasta 1922 que toma importancia en la aplicación humana con la síntesis de la vitamina E, así actualmente hay una gran demanda de estos compuestos en varias industrias. La Pitahaya es un fruto con alto contenido antioxidante, sumado a su gran aceptabilidad en el mercado la hace una materia prima óptima para su transformación. Mediante la investigación cualitativa se identificaron nueve métodos extractivos que son: con disolventes asistida por ultrasonido, decocción etanólica, con disolventes asistido por microondas, decocción acetónica, decocción con acidificación cítrica, enzimático, con disolventes polares, sistemas de pulsos de energía y decocción acuosa; de estos métodos los más representativos fueron decocción etanólica y con disolventes asistida por ultrasonido. Basado en la concentración de antioxidantes a extraer se determinó que el método por ultrasonido es el más eficaz por cantidad de contenido antioxidante, con un rendimiento de 27.44% y cantidad de 12.799 mg/100g. Los métodos: asistidos por ultrasonido y decocción etanólica pueden ser aplicados desde el punto de vista industrial y a baja escala, considerando que el asistido por ultrasonido facilita la producción a gran escala y el rendimiento, a partir de la inversión en infraestructura; y el método de decocción etanólica para pequeña escala en emprendedores que quieran sumarse a esta actividad a un costo inferior.

***Palabras Clave**:* pitahaya, antioxidantes, ultrasonido, etanólico.

Abstract

The pitahaya's problem is about overproduction due to its evident lack of development as a source of antioxidants. Based on this problem, the objective of this research is to identify

the extracting methods of antioxidants compounds from the pitahaya (*H. megalanthus*) to apply it to the canton Palora. The antioxidants industrial usage began in the XIX century with the porpoise of avoiding the oxidant effect on metals. However, it was until 1992 that it took importance on the human application with the synthesis of the vitamin E. Currently, there is a wide demand for these compounds from various industries. The pitahaya is a product with high antioxidant content, added to its great acceptance in the market, making it an optimum raw material for its transformation. New extractive methods were found through the qualitative research, which are: with ultrasound-assisted solvents, ethanolic decoction, with microwaves assisted solvents, acetonic decoction, decoction with citric acidification, enzymatic, with polar solvents, energy pulse systems and ethanolic decoction, and aqueous decoction. The most representative of these methods was the ethanolic decoction, and with ultrasound assisted solvents. Based on the concentration of antioxidants to extract, it was determined that the ultrasound method is the most efficient in quantity of antioxidant content, with a production of 27.44% and a quantity of 12.799 mg/100g. The methods assisted by ultrasound and ethanolic decoction can be applied from the industrial point of view on a low scale, considering that the assisted by ultrasound facilitates the production on a big scale and production through the required investment in infrastructure. And, the ethanolic decoction method can be applied on a low scale for entrepreneurs who want to join this activity at a low cost.

***Keywords**:* pitahaya, antioxidants, ultrasound, ethanolic.

1. INTRODUCCIÓN

El aislamiento de antioxidantes inicia aproximadamente en el año 1890, donde los estudios estaban enfocados a procesos industriales para evitar la corrosión metálica, polimerizar combustibles en motores y la vulcanización del caucho (Mattill, 1947). En el campo de la alimentación se enfocaron las investigaciones en la prevención oxidativa de las grasas insaturadas (rancidez). Es hasta 1922 cuando el Dr. Herbert Evans logró aislar la Vitamina E que se descubre el potencial de estas moléculas (Jamanca, 2017).

Los antioxidantes son moléculas que reducen el estrés oxidativo mediante la neutralización de radicales libres (Coronado, Marta, Vega y León, Salvador, Gutiérrez, Rey, Vázquez, Marcela, & Radilla, 2015). Entre los antioxidantes más comunes están la vitamina E, vitamina C, betacaroteno, flavonoides, y otros. De éstos, el grupo investigado, son los polifenoles, más exactamente los flavonoides, sintetizados en cantidades elevadas principalmente por organismos vegetales durante su metabolismo secundario, como en la pitahaya que contiene componentes potenciales como betalaínas (en mayor cantidad que otros), ácido linoleico, ácido oleico, ácido palmítico y los mismos flavonoides.

La pitahaya amarilla que actualmente se produce en Ecuador es *Hylocereus megalanthus*, ya que el país inició su cultivo con grupos introducidos, sin embargo, en Palora aproximadamente a finales del siglo pasado, se encontró un miembro de la familia *Cereus*

sp. (*Cactaceae*), nombrada *Stenocereus queretaroensis* o *Cereus queretaroensis* especié endémica (Cobos, 2007). Según su cultura y ubicación geográfica la pitahaya es conocida por varios nombres con como flor de cáliz, pitaya, fruto del dragón, y muchos más (Fuentes, 2012). Su distribución geográfica se concentra principalmente en América Latina y Asia con aproximadamente 2000 especies distribuidas, pero su origen no está establecido concretamente (Jiménez, 2011).

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2016) en el cantón Palora existen 500 ha de este cultivo que producen aproximadamente 12Tm /ha al año. Sin embargo, durante el año existen picos altos y bajos en sus exportaciones, en los meses de julio y diciembre a febrero donde las cosechas alcanzan la máxima producción y 70% de las mismas sobrepasan la demanda. En cuanto a los meses de diciembre a febrero la demanda disminuye debido a causas climatológicas que imposibilitan la normal comercialización y distribución de la fruta. Durante estas temporadas se prioriza otros productos, se limita el transporte y se incrementan los costos; estos aspectos influyen en el precio ofertado al productor (Huachi et al., 2015).

La pitahaya excedente de la exportación y la nacional son comercializadas en el mercado interno como única alternativa y a precios bajos que no representan el valor de la producción y generan pérdidas económicas al productor. En el Ecuador la pitahaya tiene un bajo nivel de aprovechamiento en comparación a otras frutas, esto se debe a la falta de interés y conocimiento de tecnologías de transformación de materia prima en productos alimentarios como: vino, deshidratados, yogures; y no alimentarios direccionados hacia la industria cosmética y farmacéutica que incorporan compuestos antioxidantes a sus productos (Instituto nacional de investigaciones agropecuarias, 2020).

Debido a las cantidades de sobreproducción es necesario el desarrollo industrial en Palora dirigido a la extracción mediante tecnologías como equipos de ultrasonido, enzimas, centrifugación y secado, etc., esto crea oportunidades que educan y motivan a los productores a innovar e incursionar en nuevos productos distintivos que amplían la visión del uso de la pitahaya. Conociendo el potencial de la pitahaya, específicamente su contenido antioxidante y el problema de su sobreproducción, así como la demanda del mercado para estos compuestos, el objetivo es describir mediante la presente revisión bibliográfica los métodos extractivos de compuestos antioxidantes a partir de pitahaya (*H. megalanthus*) como alternativa de producción agroindustrial en el cantón Palora-Morona Santiago. Una vez definidos los métodos más adecuados, se identificaron cuáles de estos tenían mayor cantidad de revisiones bibliográficas para su posterior comparación, basada en el porcentaje de compuestos antioxidantes extraídos, y finalmente se propuso el método más acorde al contexto de la localidad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

a. Tipo de investigación

Esta investigación tuvo un enfoque cualitativo; según Schenkel y Pérez (2019) esta

técnica implica una forma de analizar el contenido a tal punto que da un acercamiento al objeto de estudio, donde se busca descubrir lo nuevo con una fácil comprensión, destacando particularidades al crear conocimiento, concordando con la investigación que se realizó en base a una revisión bibliográfica del tema de estudio Métodos extractivos de compuestos antioxidantes a partir de pitahaya (*Hylocereus Megalanthus*) como alternativa de producción agroindustrial en el cantón Palora-Morona Santiago, donde se generó una recolección de información sin medición numérica, especificando las características, propiedades, diferencias y comparando la información una con otra respecto al fenómeno de estudio, es decir se aplicó una investigación de tipo cualitativo junta a un alcance descriptivo y correlacional.

b. Método de investigación

El método inductivo según Zamora, Machado & Armendáriz (2018), generó conclusiones arrancando con la pauta de una hipótesis o datos particulares y a partir de la revisión bibliográfica tomada de tesis, documentos, revistas, artículos científicos destinadas al tema de estudio permitió plantear antecedentes sobre los métodos extractivos para antioxidantes a partir de pitahaya y se obtuvieron de esta manera las conclusiones generales de investigación.

c. Técnicas de recolección de información

Se utilizó la técnica de revisión sistemática según Codina (2018), permitió la recopilación y compendio de la información de libros, tesis, monografías, artículos y revistas de carácter científico con relación a la temática de estudio, y se llegó de esta manera al enfoque del estudio.

d. Herramientas y/o Servicios

En la presente revisión bibliográfica la información se recopiló de distintas plataformas que engloban la divulgación científica como Google académico, Scielo (Scientific Electronic Library Online), Springer, PubMed, Dialnet y Redalyc. El programa Excel permitió recopilar toda la información de forma detallada, analizando y comparando los métodos para extracción de compuestos antioxidantes a partir de *H. megalanthus* (pitahaya), estructurada por: el apartado de numeración, referencias, tipo de documento (tesis y artículos), tema, objetivo general y métodos extractivos para compuestos antioxidantes.

Tabla 1. Formato para la recopilación de información en Excel

N.	Referencias	Tipo de documento	Tema	Objetivo	Métodos extractivos para compuestos antioxidantes
1					
2					

2.1 Metodología para identificar los métodos extractivos de compuestos antioxidantes a partir *H. megalanthus.*

Para alcanzar este objetivo se revisaron tesis y artículos de revistas con un periodo de tiempo de los últimos 10 años, sobre la base de criterios de inclusión relacionados al tema

que involucran la extracción de compuestos antioxidantes en *H. megalanthus*, los documentos que no cumplieron con estos parámetros fueron excluidos. En la tabla 2 se presenta el formato para recopilar la información que constó con: apartado de numeración, referencia y método de extracción.

Tabla 2. Formato para identificar métodos extractivos

N.	Referencia	Método de extracción
1		
2		

2.2 Metodología para especificar el método de extracción más eficiente basado en el contenido de compuestos antioxidantes.

Para alcanzar el segundo objetivo se identificaron los métodos de extracción con mayores revisiones bibliográficas correspondientes a la tabla 2 y a partir de ello se analizaron los métodos que contengan en los resultados la mayor concentración de compuestos antioxidantes. Se estructuró la tabla 3 con: apartado de numeración, referencia, método y concentración de compuestos antioxidantes.

Tabla 3. Formato para método extractivo más eficiente

N.	Referencia	Método	Concentración de compuestos antioxidantes
1			
2			

2.3 Metodología para proponer el método extractivo acorde al contexto de la localidad.

Para alcanzar el tercer objetivo se identificaron las ventajas y desventajas de los métodos de extracción con mayores representaciones bibliográficas. Se estructuró la tabla 4 con: apartado de numeración, referencia, método, ventajas y desventajas.

Tabla4. Formato para proponer el método extractivo

N.	Referencia	Método	Ventajas	Desventajas
1				
2				

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Métodos extractivos de compuestos antioxidantes a partir de pitahaya (*H. Megalanthus*)

En la revisión bibliográfica se identificaron 23 documentos entre tesis y artículos, 16 documentos contenían información relacionada a los métodos de extracción de componentes antioxidantes y siete documentos fueron excluidos por no tener la temática de estudio. En la tabla 5 se detalla la información con respecto a los autores y el tipo de métodos identificados con el proceso y parámetros.

Tabla 5. Revisiones bibliográficas de métodos extractivos.

N.	Referencia	Métodos extractivos de compuestos antioxidantes
		Asistida por ultrasonido
1	Pérez, Hernández y Barragán, (2017)	Porciones de 6.2 g de pulpa con y sin semilla: Las muestras se mantuvieron dentro de un baño de ultrasonido con control (20°C) durante 7 sesiones de ultrasonido en intervalos de un aumento de 5min.
2	Ramli, Ismail y Rahmat, (2014)	Troceado de pulpa y cáscara, congelado (-80°C), secado por pulverización. Pulpa: Homogenización (1g de pulpa/25ml de agua destilada/pocos min/1/25p/v), baño ultrasónico (50 kHz/30 min/25 °C), filtración, centrifugación (600rpm/15min/25°C). Cáscara: Homogenización (1g de pulpa/55ml de agua destilada/pocos min/1/5p/v). Se repite el proceso.
3	Torrez, Serna, Pinto y Vargas, (2020)	Separación cáscara de pulpa, secado en estufa (60°C), sonicación indirecta con etanol al 96% ±12min, extracción con el método Soxhlet.
4	García, Salinas y Valle, (2012)	Muestra de 2g de pulpa, se colocaron en un matraz Erlenmeyer con 20ml de metanol acuoso al 80%, agitación (20min-37°C), sonicación (10min), centrifugación a 2200/g por 10min. Filtración y Concentración en rotavapor a 40°C.
		EAM (Asistida por microondas)
5	Pérez, Hernández y Barragán, (2017)	Trozos (4mm) de 6.2 g de pulpa con y sin semilla: se colocó en el centro de un horno de microondas de uso doméstico (Acros AM1007Q, China, 1050 W) y se aplicó el pretratamiento a 105 W (10 % de la potencia máxima) por 62 min (M1, M2). Después del tratamiento la temperatura fue 36±1 °C para M1 y 45±1 °C para M2.
6	Zain y Azlan, (2016)	Cáscara: Liofilización (-80°C/96h), molienda y tamizado (20 micras), almacenamiento en bolsas, extracción (50ml de agua), extracción MAE (400 w/45 °C/20 min), centrifugación (9000 rpm/40min/25°C/2 veces) Actividad antioxidante con 88.21%.
		Decocción Etanólica
7	Auquilla Arias, (2021)	Separación de las cáscaras del fruto, trocear en fragmentos pequeños, liofilizador por 72h, molido hasta lograr una muestra homogénea, maceración 70.207g de muestra seca- 1400ml de metanol, mezclado en vórtex por 2min, baño térmico por 60min/40°C, centrifuga a 25°C/20min/ 4000RPM, filtración y conservación en frasco ámbar.
8	Zulkifli, Abd, Zaidan y Halmi, (2020)	Semillas desgrasadas: 3g / etanol (60%-80% v/v), tiempo de extracción (30-90min) y T (40-80 °C). Centrifugación (10.000 rpm/5min). Filtrado. Evaporación rotativa a 60°C. Almacenamiento a -4°C.
9	Figueroa Diaz, (2017)	Despulpado y triturado de la pulpa, alcohol al 70% a temperatura ambiente y reposo de 7 días.
		Decocción Acetónica

Continúa en la siguiente página

Viene de la página anterior

10	Gil Escamilla, (s.f.)	Cáscara y semilla: Homogenización (acetona 5°C), filtración (filtro Whatman Nº1) y embudo Vuchner al vacío, extracción (acetona acidificada al 70%), almacenamiento (24h), separación de las fases, fase acuosa trasferir a un matraz de bola, remoción del residuo acetona/cloroformo, evaporación (rotavapor al vacío a 40°C).
11	Vásquez y García, (2016)	50 g de la pulpa con 200 g de acetona (80% a -4°C). Triturar (licuadora) por 10min. Filtración (papel filtro). Concentración en rotavapor (60°C/ 120min).
		Acidificación Cítrica Convencional
12	Gil Escamilla, (s.f.)	Pulpa congelada (250g), liofilización (PA: 20-40Pa; 20ºC), Reconstrucción (1g) ácido cítrico al 0.1%, agitación (30min), filtración, centrifugación (1000RPM/20min).
		Enzimática
13	Pérez, Hernández y Barragán, (2017)	Pulpa con o sin semillas: Refrigeración: (4-10°C/24h). Mezclado con enzimas al 0.5%. Incubación: calentamiento y agitación (2h y 24 h a 150 rpm y 40±1°C). Enfriamiento con hielo (2±2 °C/10 min). Adición 10 ml de agua. Agitación en vórtex 1min/3200 rpm. Se repite el proceso en (proteasa (PT), pectinasa (PC), celulasa (CL) y las tres enzimas juntas (PPC).
		Solventes Polares
14	Adnan y Abdul, (2011)	Uso de semillas: Secado al aire, molienda y filtrado (<0.85 mm), 20g de la semilla molida con 200ml de disolvente. Extracción se llevó a cabo en una agitadora de incubadora (30°C, 150 rpm durante 24h). Filtrado. Evaporación (40°C para eliminar los disolventes).
		HAP (Energy Pulse Systems)
15	Belluci, Munekate, Pateiro y Barretto, (2021)	Pulpa: 5g de pulpa liofilizada pitaya se diluyeron en 75ml de agua. Agitación (10min/50 rpm). HAP (5000 V, 10 Hz con 200 pulsos durante 20seg). Agitación (120min/150 rpm. Centrifugado 10min/4500 rpm). Filtrado y liofilizado (Todos los pasos de extracción se llevaron a cabo evitando la exposición a la luz).
		Decocción Acuosa
16	Vásquez y García, (2016)	Fruto troceado (10mm), agua destilada en un volumen igual al peso del fruto, cocción (90°C/20min), concentración en rotavapor (60°C/120min).

Mediante revisión bibliográfica se identificaron nueve métodos extractivos de compuestos antioxidantes a partir de pitahaya estos son: asistida por ultrasonido, decocción etanólica, decocción acetónica, asistida por microondas (EAM), acidificación cítrica convencional, enzimáticos, disolventes polares, Energy Pulse Systems (HAP) y decocción acuosa.

- **Asistida por ultrasonido:** según Pérez, Hernández y Barragán, (2017); Ramli, Ismail y Rahmat, (2014); Torrez, Serna, Pinto y Vargas, (2020); García, Salinas y Valle, (2012).

- **Decocción Etanólica:** según Auquilla Arias, (2021); Zulkifli, Abd, Zaidan y Halmi, (2020); Figueroa Diaz, (2017).
- **Decocción Acetónica:** según Pérez, Hernández y Barragán, (2017); Zain y Azlan, (2016).
- **Asistida por microondas (EAM):** según Pérez, Hernández y Barragán, (2017); Zain y Azlan, (2016).
- **Acidificación cítrica convencional: s**egún Gil Escamilla, (s.f.).
- **Enzimática:** según Pérez, Hernández y Barragán, (2017).
- **Disolventes polares:** según Adnan y Abdul, (2011).
- **Energy Pulse Systems (HAP):** según Belluci, Munekate, Pateiro y Barretto, (2021).
- **Decocción Acuosa:** según Vásquez y García, (2016).

3.1.1 Partes de la pitahaya como fuente de componentes antioxidantes

Según la revisión bibliográfica cada parte de la pitahaya contiene compuestos antioxidantes en distintas concentraciones y cumple una función específica al ser consumido o utilizado en la industria alimentaria y no alimentaria, de tal manera que al analizar la tabla 5 con relación a las partes de la pitahaya se hace referencia a la cáscara, la pulpa y la semilla.

A. Pulpa: Basado en la revisión de nueve documentos se manifiesta la forma, peso y tratamiento en que la pulpa ingresa en los métodos extractivos. Los componentes bioactivos presentes en la pulpa son las betalaínas, antocianinas y ácidos grasos naturales con capacidades antioxidantes.

- **Asistida por ultrasonido:** pulpa troceada con un rango de 4mm, posterior a un secado, según Pérez, Hernández y Barragán, (2017); Ramli, Ismail y Rahmat, (2014) y García, Salinas y Valle, (2012).
- **Decocción etanólica:** pulpa triturada con una consistencia muy fina, según Figueroa Diaz, (2017).
- **Extracción asistida por Microondas (EAM):** pulpa en trozos de 4mm según Pérez, Hernández y Barragán, (2017).
- **Decocción acetónica:** 50g de pulpa y posterior trituración, según Vásquez y García, (2016).
- **Acidificación cítrica convencional:** trozos de pulpa para posterior liofilización, según Gil Escamilla, (s.f.).
- **Enzimática:** trozos de pulpa con su semilla, según Pérez, Hernández y Barragán, (2017).
- **Energy Pulse System (HAP):** 50g de pulpa y posterior liofilización, según Belluci, Munekate, Pateiro y Barretto, (2021).

B. Cáscara: Dentro de las cinco revisiones bibliográficas se manifiestan la forma y tratamiento que la cáscara ingresa en los métodos extractivos. Los componentes

bioactivos más relevantes presentes en este subproducto son las betalaínas perteneciente a los bioflavonoides, como lo menciona Huachi et al., (2015).

- **Asistida por ultrasonido:** cáscara en trozos de 4mm a 6mm y posteriormente un secado, según Ramli, Ismail y Rahmat, (2014) y Torrez, Serna, Pinto y Vargas, (2020).
- **Decocción etanólica:** cáscara en trozos de 7x7mm y posterior liofilización, según Auquilla Arias, (2021).
- **Asistida por microondas (EAM):** cáscara troceada y posterior liofilización, según Zain y Azlan, (2016).
- **Decocción acetónica:** cáscara triturada según Gil Escamilla, (s.f.).

C. Semilla: el análisis de las tres revisiones bibliográficas describe la cantidad y el tratamiento que la semilla recibe para ingresar a los métodos extractivos. Los principales compuestos bioactivos son los ácidos grasos naturales, el más relevante es el ácido linoleico que actúa como antioxidante generando un efecto cardiotónico (Huachi et al., 2015).

- **Decocción etanólica:** 3g de semillas previamente desengrasadas, según Zulkifli, Abd, Zaidan y Halmi, (2020).
- **Decocción acetónica:** 50g de semillas frescas, según Gil Escamilla, (s.f.).
- **Solventes polares:** 20g de semillas secas y posterior proceso de trituración, según Adnan y Abdul, (2011).

D. Fruto: se manifiesta el espesor del fruto para el ingreso al método extractivo.

- **Decocción acuosa:** fruta en trozos de 10mm, según Vásquez y García, (2016).

3.2 Métodos de extracción eficiente basado en los compuestos antioxidantes

Mediante la revisión bibliográfica y el análisis de la información presentadas en la tabla 5 se especifica que existen varios métodos de extracción, donde los métodos por ultrasonido y etanólica son los más representativos. En la Tabla 6 se especifican los métodos que describen las partes de la pitahaya utilizadas, con las cantidades de compuestos con propiedad antioxidantes extraídas en cada investigación.

Tabla 6. Caracterización de propiedades antioxidantes en extracción por ultrasonido.

ULTRASONIDO		
N.	**Referencia**	**Concentración de compuestos antioxidantes**
1	Perez, Hernández y Barragán, (2017)	Pulpa**:** Betalaínas 480 ± 0.5mg/100g (seco) Fenoles 480 ± 0.5mg/100g (seco)

Continúa en la siguiente página

Viene de la página anterior

2	Ramli, Ismail y Rahmat, (2014)	Cáscara: Betalaínas 17.64 ± 0.03mg/100g (seco), Fenoles 65 mg GAE /100g (seco), Flavonoides 200 mg GAE /100g (seco) Pulpa: Betalaínas 71.34 ± 1.00 mg/100 g (seco), Fenoles 130 mgGAE/100g (seco), Flavonoides 250 mgGAE/100g (seco)
3	Torrez, Serna, Pinto y Vargas, (2020)	Cáscara: Polifenoles totales 973.10 mg/L.
4	García, Salinas y Valle, (2012)	Pulpa: Betalaínas: P. Roja: 347.30 ± 20.98 mg/100g (seco) Fenoles: P. Roja:166.5± 14.40 mgGAE/100g
	ETANÓLICA	
5	Auquilla Arias, (2021)	**Cáscara:** Fenoles 14.623± 0.459 mg GAE/100g. Betalaínas 4.841 ± 0.882 mg QE/100g.
6	Zulkifli, Abd, Zaidan y Halmi, (2020)	**Semilla:** Ácidos grasos naturales 128.58±1.61mgGAE/g. Flavonoides 9.805 ± 0.69 mg QE/g.
7	Figueroa Diaz, (2017)	**Pulpa:** Polifenoles 40mg/100ml

Nota: GAE: acido gálico; **QE:** quercetina; **mg:** miligramo; **ml:** mililitro; **µg:** microgramo.

El análisis bibliográfico determinó que entre los métodos más destacados están las nuevas tecnologías de extracción y la convencional, como el asistido por ultrasonido y decocción etanólica respectivamente. Basados en la revisión de siete documentos, donde cuatro corresponden al asistida por ultrasonido y tres a la decocción etanólica.

Es importante mencionar que de las investigaciones encontradas la mayoría tratan de la pitahaya roja y los resultados relevantes hacen referencia a la misma, es necesario aclarar las diferencias que determinarán la representación del análisis de datos que se presentarán a continuación.

Los compuestos antioxidantes representados por: betalaínas o bioflavonoides (cáscara), polifenoles (pulpa) y ácidos grasos (semilla) se presentan en diferentes cantidades en función a la especie. La importancia de especificar la fruta en este caso es, que la especie *Hylocereus megalanthus* es de color característico amarillo que define una mayor cantidad de betalaínas y menor cantidad de polifenoles; lo cual la hace análoga a la especie *Spp*. de coloración roja que se destaca por poseer mayor cantidad de polifenoles y menor cantidad de betalaínas. Debido a las diferencias anteriormente nombradas el análisis se fundamenta en los puntos fuertes de nuestra especie, la cáscara y sus betalaínas.

3.2.1 Extracción con disolventes asistida por Ultrasonido

Como primer método de relevancia se partió de una tecnología extractiva nueva en comparación a la convencionales como la decocción etanólica, asistencia por ultrasonido. Se tomó el rendimiento de betalaínas en cáscara como compuesto antioxidante de interés.

El artículo desarrollado por Ramli, Ismail y Rahmat, (2014) enfocó su experimentación en dos partes, la extracción de betalaínas en pitahaya roja, en cáscara y en pulpa. La cantidad de betalaínas fue de 17.64 ± 0.03mg/100g de peso en seco. Como resultado adicional el rendimiento fue de 47.07%. Poder extraer antioxidantes de calidad es esencial antes que la

cantidad, más aún si se puede optimizar usando la cáscara que es donde su capacidad oxido reductora es más eficiente.

3.2.2 Decocción Etanólica

Considerado un método convencional ya que su proceso no requiere tecnologías nuevas, el uso de este disolvente es común en procesos extractivos de diferentes compuestos en las industrias a mediana y gran escala, lo cual lo hace necesario para la comparación de rendimientos con nuevas tecnologías que surgen, para su posterior remplazo o seguir explotando la misma (Osorio, 2020).

La tesis desarrollada por Auquilla Arias, (2021) es la investigación donde se pudo encontrar el estudio específico de betalaínas, es preciso mencionar que el método etanólico tiene mayor efectividad en polifenoles que en betalaínas. Sin embargo, esta investigación fue realizada en la extracción de betalaínas. Esta investigación se basa en la extracción de betalaínas, obteniendo una cantidad de 5.502 ± 0.881 mg QE/100g de peso en seco para la pitahaya roja, sin definirse su porcentaje de rendimiento de 22.094% en fenoles y bioflavonoides totales.

3.2.3Comparación de los métodos extractivos más destacados

En base a los datos obtenidos por cada una de las investigaciones y su comparación basada en la cantidad de betalaínas se determinó que el método más eficiente para la pitahaya amarilla (*H. megalanthus*) es el método por ultrasonido de Ramli, Ismail y Rahmat, (2014) con un rendimiento de 27.44% y cantidad de 12.799 mg/100g de peso seco. Para obtener estos valores se describe el proceso aplicado en la investigación.

3.2.4 Descripción del proceso del método por ultrasonido

- Troceado de cáscara
- Congelado (-80°C)
- Secado por pulverización
- Homogenización (1gr de pulpa/55ml de agua destilada/pocos min/1/5 p/v)
- Baño ultrasónico (50 kHz/30 min/25 °C)
- Filtración
- Centrifugación (600rpm/15min/25°C)
- Separación de antioxidantes

3.3 El método extractivo acorde al contexto de la localidad

Mediante la revisión bibliográfica y el análisis de la información presentada en la tabla 5 y tabla 6 se obtuvieron dos métodos representativos, el asistido por ultrasonido y decocción etanólica. En la tabla 7 se describen las ventajas y desventajas encontradas en los documentos con respecto a estos métodos extractivos para compuestos antioxidantes.

Tabla7. Ventajas y desventajas del método asistida por ultrasonido y decocción etanólica

N.	Referencia	Método	Ventajas	Desventajas
1	Pérez, Hernández y Barragán, (2017)	Asistida por ultrasonido	- Amigables con el ambiente. - Reduce el uso de químicos y tiempo de extracción. - Mejoran el rendimiento y calidad del extracto. - Mayor selectividad en la extracción de compuestos bioactivos	- Al ser nuevas tecnologías su costo es más elevada. - Infraestructura más compleja. - La curva de aprendizaje es más lenta al no haber tantos profesionales en su uso
2	García, Salinas y Valle, (2012)		- Mantiene o aumenta la capacidad antioxidante de los compuestos al ser extraídos. - Reduce el uso de químicos y tiempo de extracción	- Equipo y procesos más complejos. - Para aplicar esta tecnología, el costo es muy alto.
3	Ramli, Ismail y Rahmat, (2014)		- Aumenta el rendimiento de extracción. - Mayor velocidad en tiempo de extracción. - Reduce el uso de químicos	- Complejidad del método. - Infraestructura especifica.
4	Torrez, Serna, Pinto y Vargas, (2020)		- Disminuye el tiempo de extracción de los compuestos antioxidantes. - Amigables con el ambiente. - Eficiencia energética. - Bajo consumo de disolventes.	- Infraestructura compleja. - Equipo y procesos más complejos.
5	Auquilla Arias, (2021)	Decocción Etanólica	- Infraestructura y maquinaria más barata. - Proceso fácil de manejar. - Costes de producción.	- Tiempo largo de extracción. - Rendimientos de los extractos. - Consumo energético. - Alteración de los compuestos de interés. - Aumento de la contaminación.
6	Zulkifli, Abd, Zaidan y Halmi, (2020)		- Costos de infraestructura. - Costos en el proceso. - Equipos sencillos.	- Contaminación. - Rendimiento del proceso. - Consumo de energía. - Tiempo largo de extracción
7	Figueroa Diaz, (2017)		- Técnica más común. - Proceso fácil de manejar. - Maquinaria e infraestructura	- Consumo energético. - Alto consumó de químicos. - Alteración del compuesto de interés. - Tiempos largos en la extracción.

Mediante la revisión bibliográfica y el análisis previo de estos 2 métodos extractivos se encontraron ventajas y desventajas con respecto a la infraestructura, costo de implementación, rendimiento y obtención de compuestos para cada uno de los métodos extractivos.

A. Asistida por ultrasonido: según Pérez, Hernández y Barragán, (2017); García, Salinas y Valle, (2012); Ramli, Ismail y Rahmat, (2014) y Torrez, Serna, Pinto y Vargas, (2020), este tipo de método es amigable con el ambiente reduce el uso de químicos, tiempo de extracción, mejoran el rendimiento en calidad del extracto antioxidante y mayor

selectividad en la extracción de compuestos bioactivos como principales ventajas y los mismos autores destacan que al ser nuevas tecnologías el costo es más elevado en infraestructura y maquinaria por su complejidad de uso.

B. Decocción Etanólica: según Auquilla Arias, (2021); Zulkifli, Abd, Zaidan y Halmi, (2020); Figueroa Diaz, (2017), este método es más barato en infraestructura, maquinaria y proceso de fácil manejo por el uso de técnicas no complejas como principales ventajas y como desventajas manifiestan que el índice de contaminación es alto por la cantidad de químicos que utilizan, el rendimiento es bajo, alto consumo energético, tiempos largos de extracción y alteración de los compuestos de interés.

Ante el contexto actual del cultivo de pitahaya en el cantón Palora y el uso que puede recibir este fruto aplicando métodos de extracción para compuestos antioxidantes en especial el asistido por ultrasonido y decocción etanólica que son los más representativos en el estudio. El uso de estos métodos de extracción dependerá del tamaño de la industria y la cantidad de materia a extraer, presumiendo que se genere una fábrica extractora de compuestos antioxidantes a gran escala el método por ultrasonido es el más recomendable por sus altos rendimientos de compuestos bioactivos, pero si se genera a pequeña escala por emprendedores que quieran involucrarse en este ámbito, el método de extracción decocción etanólica es el recomendable por la economía y facilidad en el manejo del proceso.

3.4 Discusión

García, Salinas y Valle (2012), manifiesta: “las pitahayas contienen betalaínas y diversos fenoles, en algunas especies el contenido de fenoles es mayor que el de betalaínas, y en otras es lo contrario” (p.2), en la variedad roja se encuentra un mayor contenido de fenoles que de betalaínas, la variedad amarilla no es común como la variedad *Spp*., con la cual es comparada en las investigaciones, esto permite que se pueda aplicar los métodos extractivos adecuados a *H. megalanthus*. Es importante el uso del método extractivo adecuado para la fruta, se debe tener en cuenta lo descrito con anterioridad, para poder determinar adecuadamente la especie del sector y así aplicar la extracción que permita obtener resultados eficaces.

Ramli, Ismail y Rahmat (2014), mencionan que el método que permitió extraer una mayor cantidad de contenido antioxidante durante el proceso experimental fue la extracción etanólica asistida por ultrasonido y detalla que la pectina propia de la pitahaya es una barrera protectora para la entrada de disolventes, sin embargo, las ondas ultrasónicas producidas atacan a las paredes celulares de la cáscara, lo cual permite que exista una mayor permeabilidad de las membranas citoplásmicas, por lo cual más disolvente puede ingresar a la célula vegetal permitiendo que la extracción requiera tiempos cortos de alrededor de 30min, a diferencia del etanol para el cual se necesitan dos horas para extraer los antioxidantes.

Mediante la documentación revisada se evidenció la comparación de diferentes valores en los contenidos antioxidantes, conforme a la información ofrecida por Auquilla Arias

(2021), donde se describe, que, al realizar la comparación de rendimientos en su experimentación, se debe considerar que dicho rendimiento está condicionado por la fruta y su calidad. Además del proceso de pretratamiento, es necesario realizar experimentaciones a la especie con la que se desee trabajar, considerando lo antes mencionado, esto puede alterar los resultados tanto del método de ultrasonido como la decocción etanólica.

4. CONCLUSIONES

Los nueve métodos de extracción identificados para compuestos antioxidantes a partir de *H. megalanthus* (pitahaya), fueron: asistida por ultrasonido, decocción etanólica, asistida por microondas, decocción acetónica, acidificación cítrica convencional, enzimáticos, con disolventes polares, Energy Pulse Systems y decocción acuosa, además se especificó que la pulpa es la parte de la pitahaya con más estudios, seguida de la cáscara, las semillas y el fruto completo; estas partes deben ser troceadas y secadas para garantizar la máxima extracción de componentes.

El método de extracción más eficaz basado en las concentraciones de antioxidantes es el método por ultrasonido, principalmente de betalaínas que se encuentran en mayor cantidad en la cáscara, obteniendo un rendimiento de 27.44% y una cantidad de 12.799 mg/100g de peso seco debido a que en el proceso de ultrasonido la aplicación del baño ultrasónico (50 kHz/30 min/25 °C) no es invasiva, lo cual permitió la conservación de betalaínas y su rendimiento.

En referencia al contexto que atraviesa el cantón Palora con el cultivo de pitahaya se propusieron las alternativas de producción a través de la extracción de compuestos antioxidantes de la pitahaya aplicando el método de extracción por ultrasonido para la industria a gran escala por su elevado rendimiento y el método de decocción etanólica a pequeña escala para emprendedores que quieran sumarse a esta actividad a un costo inferior.

REFERENCIAS

Adnan, L., Osman, A., & Abdul Hamid, A. (2011). Antioxidant activity of different extracts of red pitaya (Hylocereus polyrhizus) seed. International Journal of Food Properties, 14(6), 1171-1181.

Amaguaña Rojas, F. J., & Churuchumbi Rojas, E. F. (2018). Estandarización fitoquímica del extracto de caléndula (Calendula officinalis).

Andrade Zamora, F., Alejo Machado, O. J., & Armendariz Zambrano, C. R. (2018). Método inductivo y su refutación deductista. Conrado, 14(63), 117-122.

Auquilla Arias, D. C. (2021). Evaluación de fenoles y flavonoides totales en las cáscaras del fruto de Cereus undatus Haw y de Selenicereus megalanthus (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Bellucci, E. R. B., Munekata, P. E., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., & da Silva Barretto, A. C. (2021). Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. Meat Science, 171, 108284.

Cobos, J. 2007. Proyecto de factibilidad para la exportación de pitahaya a alemania. Facultad: Ciencias económicas y negocios, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecua- dor, URL ⟨ http://repositorio.ute.edu.ec/handle/ 123456789/6479⟩ .

Codina, L. (2018). Revisiones bibliográficas sistematizadas: procedimientos generales y Framework para ciencias humanas y sociales.

Coronado H, Marta, Vega y León, Salvador, Gutiérrez T, Rey, Vázquez F, Marcela, & Radilla V, Claudia. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Revista chilena de nutrición, 42(2), 206-212. https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014

Ferreira R. (1998). Estrés oxidativo y antioxidativo: de las ciencias básicas a la medicina aplicada. Buenos Aires: Hospital Militar Central

Figueroa Díaz, S. L. (2017). Actividad antioxidante del extracto etanólico del mesocarpio del fruto de Hylocereus undatus “pitahaya” e identificación de los fitoconstituyentes.

Fuentes, V. 2012. Etnobotánica de cactaceae en cuba, instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, Ministerio de la Agricultura, C. Habana.

García-Cruz, Leticia, Salinas-Moreno, Yolanda, & Valle-Guadarrama, Salvador. (2012). Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (Stenocereus griseus H.). Revista fitotecnia mexicana, 35(spe5), 01-05. Recuperado en 12 de enero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000500003&lng=es&tlng=es.

Gill, J. (2020). Desarrollo De Una Golosina Funcional Adicionada Con Extracto De Betalaínas De Pitaya (Stenocereous Spp.). [Tesis para obtener el título de Químico en Alimentos]. Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado 20 de enero de 2022, de http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/105878

González-Mangadoa N, Morera Pratb J. (2001). Oxidación celular y fármacos mucoactivos antioxidantes. ArchBronconeumol; 37: 407 –410.

Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M. F., Coronel, D., Verdugo, K., & Santamaría, P. C. (2015). Desarrollo de la pitahaya (Cereus sp.) en Ecuador. La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, 22(2), 50-58.

Instituto nacional de investigaciones agropecuarias. (2020). Manual del cultivo de pitahaya para la Amazonia ecuatoriana. Recuperado de file:///C:/Users/Principal/Desktop/semestre%20tomi/10mo/articulos%20tesis/ManualdelCultivodePitahayaparalaAmazonaEcuatoriana.pdf

Jamanca, J. N. (2017). Antioxidantes en los alimentos (1.a ed., Vol. 1). UNAB.

Jami Campués, M. F. (2020). Evaluación del método de conservación de atmósferas controladas sobre el contenido de polifenoles totales y ácido ascórbico de la pitahaya amarilla Selenicereus Megalanthus (Bachelor's thesis).

Jiménez, C. 2011. Las cactáceas mexicanas y los ries- gos que enfrentan. Revista Digital Universitaria, pp. 2–23.

Martinez, M. L. (2021). Ecológico. INECOL. Recuperado 12 de enero de 2022, de https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/1432-betalainas-pigmentos-y-colores

Mattill, H. A. (1947). ANTIOXIDANTS. Annual Review of Biochemistry, 16(1), 177–192. https://doi.org/10.1146/annurev.bi.16.070147.001141

Mayo, M. R. (2015). Estrés Oxidativo y Sistema de Defensa Antioxidante. Instituto de

Medicina Tropical, 5(2), 23–29.

Ministerio de Agricultura, Ganaderia, acucultura y pezca. (2016). PITAHAYA análisis de la cadena de valor. Recuperado de https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/rdc2016/Fase2/DIRECCIONES%20PROVINCIALES/VERIFICABLES/MORONA/pitahaya%20cadena%20de%20valor_en_proceso.pdf

Naranjo, J. (2016). Evaluación de dos métodos para la obtención de extractos con actividad antioxidante a partir de gulupa (Passiflora edulis Sims.) con aplicación en productos mínimamente procesados. [Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de Alimentos]. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/58

Ortiz Duque, R. S. (2014). Proyecto de factibilidad para la creación de una empresarial productora y comercializadora de pulpa de pitahaya en la ciudad de Quito (Bachelor's thesis).

Osorio-Tobón, J. F. (2020). Recent advances and comparisons of conventional and alternative extraction techniques of phenolic compounds. *Journal of Food Science and Technology*, *57*(12), 4299–4315. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04433-2

Pérez-Loredo, M. G., Jesús, H. D., & Barragán-Huerta, B. E. (2017). Extracción de compuestos bioactivos de pitaya roja (Stenocereus stellatus) aplicando pretratamientos con microondas, ultrasonido y enzimáticos. Agrociencia, 51(2), 135-151.

Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. Nutrición Hospitalaria, 27(1), 76-89. Recuperado en 12 de enero de 2022, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009&lng=es&tlng=es.

Ramli, N. S., Ismail, P., & Rahmat, A. (2014). Influence of conventional and ultrasonic-assisted extraction on phenolic contents, betacyanin contents, and antioxidant capacity of red dragon fruit (Hylocereus polyrhizus). The Scientific World Journal, 2014.

Sánchez, M. Consumo de Antioxidantes Naturales en Adultos Mayores de entre 65 y 75 años con Dislipedemia. 2013; 112.

Schenkel, E., & Pérez, M. I. (2019). Un abordaje teórico de la investigación cualitativa como enfoque metodológico. Acta Geográfica, 12(30), 227-233.

Torres-Valenzuela, L. S., Serna-Jiménez, J. A., Vargas, D., & Pinto, V. (2020). Evaluación de condiciones de extracción asistida por ultrasonido de compuestos bioactivos de cáscara de pitahaya amarilla.

Vargas, Y., Pico, J. T., Díaz, A., Sotomayor Akopyan, D. A., Burbano, A., Caicedo, C., ... & Viera, W. (2020). Manual del Cultivo de Pitahaya para la Amazonía Ecuatoriana.

VÁZQUEZ-BRIONES, M. D. C., CHAVEZ-REYES, Y., & MATA-GARCÍA, M. Frutas tropicales como fuentes de antioxidantes y sus perspectivas en la industria de bebidas Tropical fruits as sources of antioxidants and their perspectives in the beverage industry.

Vázquez, J. F., & García-Vieyra, M. I. (2016). Perfil fitoquímico y actividad antioxidante de extractos de pitahaya Hylocereus undatus. Jóvenes en la ciencia, 2(1), 29-33.

Vera González, G. E. (2020). Evaluación de la influencia del pH para la extracción de pectina en la Cáscara de Pitahaya (Selenicereus Undatus (HAW) DR HUNT) (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).

Zain, N. M., & Nazeri, M. A. (2016). Antioxidant and mineral content of pitaya peel extract obtained using microwave assisted extraction (MAE). Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 10(17), 63-68.

Zulkifli, S. A., Abd Gani, S. S., Zaidan, U. H., & Halmi, M. I. E. (2020). Optimization of total phenolic and flavonoid contents of defatted pitaya (Hylocereus polyrhizus) seed extract and its antioxidant properties. Molecules, 25(4), 787.

ANEXOS

Marco teórico

1. Métodos Extractivos

Los métodos extractivos son un conjunto de distintos procesos simples o complejos que permite la separación de ciertas sustancias de organismos vegetales u otras materias orgánicas, lo que genera como resultado dos componentes el extracto y el residuo. En dependencia del tipo de extracto y de materia prima, se utiliza una larga lista de técnicas como destilación, incisiones, expresión, etc., donde las variables serán la temperatura, tiempo, costos y propósitos; mediante estas se pueden obtener gomas, resinas, mieles, aceites esenciales, productos grasos y más (Gerra,2005).

1.1. Principales métodos extractivos para compuestos antioxidantes

a. Maceración: Método que consiste en la extracción a temperatura ambiente protegida de la luz, utiliza un disolvente que penetra y disuelve la parte soluble que contiene las propiedades bioactivas. El tiempo depende de la materia prima y el solvente a utilizar.

b. Extracción con líquidos a alta presión (PLE): Basadas en el uso de un tipo de disolvente en donde aplican presiones y temperaturas altas, permitiendo que el disolvente permanezca líquido y generan una extracción más eficiente y ahorrativa al utilizar el disolvente (Naranjo, 2016).

c. Extracción con fluidos supercríticos (SFE): La utilización de fluidos supercríticos para la extracción de los compuestos bioactivos que se encuentran en distintos productos alimenticios. Los beneficios de este método son su alto poder de solubilidad, bajos costos y alta pureza (Naranjo, 2016).

d. Extracción asistida por ultrasonido: Método que permita extraer propiedades bioactivas a través de ondas sónicas de alta potencia y utilizan disolvente como reactivos. Esta técnica es muy recomendada por que el índice de contaminación es muy bajo es decir es amigable con el ambiente (Naranjo,2016).

e. Extracción asistida por microondas (EAM): Proceso que implican el uso de energía para generar microondas, utilizan disolventes que al igual del sustrato son calentados, perturbando enlaces a través de puentes de hidrogeno y de esta forma extrayendo el componente activo.

f. Extracción ácido-bases: Consiste en la extracción de compuestos bioactivos, utilizan medios de disolución ácidos o básicos convirtiendo los extractos en soluciones que al presentarse agua solubilizan o de la misma forma ser insoluble en solventes orgánicos.

2. Compuestos antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos que se encuentran presentes en los alimentos, permiten el retardo e inhiben el proceso oxidativo que se presenta en los sustratos y estos usualmente

son susceptibles a esta reacción que involucran especies reactantes del oxígeno (Sanchez,2013). La función principal de los antioxidantes en el organismo es prevenir o intervenir en la generación de radicales libres (Amaguaña Churuchumbi, 2018).

2.1. Principales componentes antioxidantes

Los antioxidantes se los pueden clasificar en endógenos y exógenos, donde los endógenos abarcan sistemas enzimáticos como el glutatión peroxidasa, catalasa y superóxido dismutasa. Mientras que el grupo exógeno abarca los carotenoides, compuestos fenólicos, vitamina C, vitamina E, tocoferoles y pigmentos (Sanchez,2013).

Las betalaínas presentes en la cáscara y pulpa encontrada como un pigmento natural, pertenecientes a la familia de los bioflavonoides, la estructura de estos pigmentos permite la solubilidad en agua formando el grupo estructural betaxantinas muy parecidas a las vitaminas por el trabajo mutuo que realizan con los antioxidantes previniendo la muerte prematura de las células (Huachi et al., 2015).

3. Pitahaya

3.1. Origen

La pitahaya (*H. megalanthus*) es un fruto exótico originario de centro américa, descubierta y encontrada de forma silvestre por los conquistadores españoles, dotada del nombre pitahaya que significa fruto escamoso, por la apariencia que esta tiene (Vargas et al., 2020). Cerca de 2000 especies constituyen esta familia ampliamente distribuida en el continente americano y asiático. Actualmente se encuentra distribuida en los países; Colombia, Bolivia, Perú, México, Venezuela, las Antillas y Ecuador (Vargas et al., 2020).

3.2. Composición nutricional

Como se muestra en la tabla 8 las características fisicoquímicas varían de acuerdo con las condiciones climáticas, especie y ubicación geográfica en donde se encuentra el cultivo.

Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas de la Pitahaya

Componentes	Unidad	Cantidad
Proteína	%	0.67
Carbohidratos	%	13.38
Fibra cruda	%	0.77
Humedad	%	84.8
Cenizas	%	0.4
Sólidos solubles	%	20.74
pH		4.80
Azúcares totales	%	11
Azúcares reductores	%	9.75
Ácido ascórbico	mg	4
Vitamina B1	mg	0.28

Continúa en la siguiente página

Viene de la página anterior

Vitamina B2	mg	0.043
Vitamina B3	mg	0.2
Fenoles totales	mg	7.8
Calorías	Cal	38.7
Calcio	mg	10
Fósforo	mg	16
Hierro	mg	0.3

Fuente: Adaptado de (Vargas et al., 2020)

4. Beneficios

El consumo de pitahaya es benéfico para el mejoramiento de la salud por su efecto antinflamatoria y antioxidante, mejorando el sistema digestivo, retrasa el envejecimiento celular, previene enfermedades respiratorias, mejora el sistema cardiovascular, combate la anemia, entre otros beneficios, que se deben a los compuestos bioactivos que la pitahaya contiene, uno de ello son los ácidos grasos naturales: ácido linoleico 64.4%, palmítico 14.5% y oleico 13.6% (Huachi et al., 2015).