



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y DE TRATAMIENTOS  
POST-COSECHA DEL TIPO DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*)”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR:** FERNANDO SEBASTIÁN MOROCHO PULGAR

**DIRECTOR:** Ing. LUIS FERNANDO ARBOLEDA ÁLVAREZ Ph.D.

**Riobamba - Ecuador**

**2021**

© 2021, FERNANDO SEBASTIÁN MOROCHO PULGAR.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, FERNANDO SEBASTIÁN MOROCHO PULGAR, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, 2021.

**FERNANDO SEBASTIÁN MOROCHO PULGAR**

**CI: 060356688-6**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación “**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y DE TRATAMIENTOS POST-COSECHA DEL TIPO DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*)**”, realizado por el señor: **FERNANDO SEBASTIÁN MOROCHO PULGAR**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. IVÁN PATRICIO SALGADO TELLO MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	14-07-2021
Ing. LUIS FERNANDO ARBOLEDA ÁLVAREZ Ph.D. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	14-07-2021
Ing. MANUEL ENRIQUE ALMEIDA GUZMÁN <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>	_____	14-07-2021

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar el presente trabajo a mis padres Fernando y Genoveva, quienes han sido mi apoyo incondicional durante esta etapa de mi vida, inculcándome valores esenciales y enseñanzas que me ayudaron a lograr muchas metas en mi vida universitaria. A mi hermana Camila, quien ha estado conmigo en todo momento. A mis primos Santiago y Dorian, quienes siempre estuvieron presentes con sus consejos y de muchas otras formas. Por último, también quiero dedicar este trabajo a mis amigos de aula quienes se convirtieron en una familia para mí.

**Sebastián**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios quien me levanto muchas veces cuando estuve a punto de rendirme, a mi familia que confió en mí y me apoyo siempre.

Agradezco a mis formadores, al Dr. Luis Arboleda y al Ing. Manuel Almeida; por su dedicación, apoyo y consejo en todo el proceso de realización de esta investigación.

**Sebastián**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

<b>1</b>	<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>Pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) .....</b>	<b>3</b>
<i>1.1.1</i>	<i>Origen y Distribución .....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.2</i>	<i>Clasificación Taxonómica .....</i>	<i>6</i>
<b>1.2</b>	<b>Características Organolépticas (color, sabor, firmeza, apariencia).....</b>	<b>7</b>
<b>1.3</b>	<b>Composición nutricional de la pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4</b>	<b>Principales nutrientes de la pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) .....</b>	<b>10</b>
<b>1.5</b>	<b>Beneficios de la pitahaya para la salud .....</b>	<b>10</b>
<b>1.6</b>	<b>Condiciones de cultivo y desarrollo de la pitahaya (<i>Hylocereus Undatus</i>) .....</b>	<b>11</b>
<i>1.6.1</i>	<i>Ciclo fenológico .....</i>	<i>12</i>
<i>1.6.2</i>	<i>La floración .....</i>	<i>13</i>
<i>1.6.3</i>	<i>Fructificación .....</i>	<i>14</i>
<b>1.7</b>	<b>Maduración en las frutas .....</b>	<b>14</b>
<i>1.7.1</i>	<i>Índice de madurez .....</i>	<i>15</i>
<i>1.7.2</i>	<i>Tamaño y peso por unidad.....</i>	<i>16</i>
<b>1.8</b>	<b>Plagas y enfermedades que afectan a la pitahaya.....</b>	<b>16</b>
<b>1.9</b>	<b>Calidad post-cosecha en las frutas .....</b>	<b>18</b>
<i>1.9.1</i>	<i>Control de calidad en el sector de frutas frescas .....</i>	<i>19</i>
<i>1.9.2</i>	<i>Calidad post-cosecha en la pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) .....</i>	<i>20</i>
<i>1.9.3</i>	<i>Consideraciones a tener en cuenta para el manejo post-cosecha de la pitahaya.....</i>	<i>21</i>
<i>1.9.4</i>	<i>Calidad fisiológica de la fruta.....</i>	<i>23</i>
<b>1.10</b>	<b>Métodos de conservación .....</b>	<b>24</b>
<i>1.10.1</i>	<i>Enfriamiento.....</i>	<i>25</i>
<i>1.10.2</i>	<i>Revestimientos .....</i>	<i>26</i>
<b>1.11</b>	<b>Tratamientos post-cosecha en frutas .....</b>	<b>27</b>

<i>1.11.1 Principales tratamientos post-cosecha en la pitahaya (Hylocereus undatus)</i> .....	29
---	----

## **CAPÍTULO II**

<b>2 MARCO METODOLÓGICO</b> .....	32
<b>2.1 Bibliográfica</b> .....	32
<b>2.2 Métodos para sistematización de la información</b> .....	32
<b>2.3 Criterios de selección</b> .....	34
<i>2.3.1 Criterios de inclusión:</i> .....	34
<i>2.3.2 Criterios de exclusión</i> .....	35

## **CAPÍTULO III**

<b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	36
<b>3.1 Evaluación de los principales nutrientes beneficiosos de la pitahaya</b> .....	36
<i>3.1.1 Evaluación de la composición físico - química de la pitahaya</i> .....	39
<b>3.2 Evaluación de las características organolépticas de la pitahaya</b> .....	40
<i>3.2.1 Acidez, sólidos solubles totales y vitamina C</i> .....	43
<b>3.3 Evaluación de los principales tratamientos post-cosecha en la calidad final de la fruta</b> .....	44

<b>CONCLUSIONES</b> .....	49
---------------------------	----

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	50
------------------------------	----

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Clasificación taxonómica de la pitahaya. ....	7
<b>Tabla 2-1:</b> Valor nutricional de la pitahaya roja.....	9
<b>Tabla 3-1:</b> Valor nutricional de la pitahaya.....	10
<b>Tabla 4-1:</b> Descripción de los estados de madurez del fruto de pitahaya roja.....	21
<b>Tabla 5-1:</b> Calibres de la fruta de pitahaya.....	22
<b>Tabla 6-1:</b> Porcentaje del contenido de pulpa .....	22
<b>Tabla 7-1:</b> Porcentaje de sólidos solubles. ....	24
<b>Tabla 1-3:</b> Composición nutricional de 100g de pulpa de pitahaya roja .....	36
<b>Tabla 2-3:</b> Compuestos Fenólicos de la pitahaya roja ( <i>Hylocereus undatus</i> ).....	38
<b>Tabla 3-3:</b> Resultados del análisis sobre la composición físico - químico de la pitahaya. ....	39
<b>Tabla 4-3:</b> Principales características organolépticas de la pitahaya ( <i>Hylocereus undatus</i> ) ....	41
<b>Tabla 5-3:</b> Acidez, pH y sólidos solubles totales, para cada tratamiento durante los días de almacenamiento.....	44
<b>Tabla 6-3:</b> Variación de las principales características de calidad de la pitahaya empacada en bolsas de PBD.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Pitahaya roja ( <i>Hylocereus undatus</i> ) .....	4
<b>Figura 2-1:</b> Pitahaya amarilla.....	5
<b>Figura 3-1:</b> Pitahaya roja.....	5
<b>Figura 4-1:</b> Presentación de la pitahaya roja y amarilla.....	6
<b>Figura 5-1:</b> Buena forma y textura de la pitahaya roja.....	8

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2</b> Sistematización de la información .....	33
--	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO A:** Grosor de la cáscara de pitahaya roja.

**ANEXO B:** Composición nutricional de dos especies de pitahaya, variedad roja (*Hylocereus undatus*) y variedad amarilla (*Hylocereus megalanthus*).

**ANEXO C:** Características físicas y químicas de frutos de pitahaya durante su maduración.

**ANEXO D:** Contenido de sólidos solubles totales del jugo de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*): efecto de temperatura, días de frigoconservación y exposición al ambiente natural.

**ANEXO E:** Nivel de contenido fenólico total en cada muestra.

**ANEXO F:** Porcentaje de humedad y fenólicos solubles totales.

**ANEXO G:** Comparación química de la Pitahaya.

**ANEXO H:** Principales características físico-químicas de *Hylocereus* spp.

**ANEXO I:** Caracterización fisicoquímica de tres variedades de pitahaya.

**ANEXO J:** Características fisicoquímicas de tres especies de *Hylocereus* spp.

## RESUMEN

En el presente trabajo se determinó las características nutricionales y los tratamientos post-cosecha que se pueden utilizar a la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), para lo cual se recopiló fuentes bibliográficas primarias y secundarias con la finalidad de realizar un estudio comparativo de diversos autores. De acuerdo a la investigación realizada, podemos afirmar que la pitahaya roja posee un alto valor nutritivo, cada 100 g de pulpa de pitahaya contiene: 88.25 % de agua, 11.45 g de carbohidratos, 25.2 mg. de vitamina C, 10.75 mg. de calcio, 19.75 mg. de fósforo y 0.72 g en proteínas; no obstante, es deficiente en hierro 0.33 mg. y grasa 0.1 g. Además, muestra un conteo de 426.94 g de peso, 11.7 grados Brix de SST y 4.9 de pH. Presenta características organolépticas, las cuales determinan que el color de pulpa es blanco y el de la cáscara roja, con un sabor agri-dulce; su apariencia está dada por brácteas verdes de forma triangular, siendo de aroma suave y aromático. De acuerdo a estudios realizados el mejor resultado de tiramiento post- cosecha se obtiene con el método de atmósferas controladas (AC), por cuanto se logra incrementar la vida útil de 20 a 30 días, conservando su color rojo característico, sin presentar daños en la piel ni en la pulpa, las brácteas permanecen sanas, la pulpa mantiene buen olor; la firmeza, la vitamina C, la acidez y los grados Brix mantienen valores adecuados. Por lo que se recomienda el cultivo de la pitahaya por sus beneficios a la salud, tales como; evitar el envejecimiento prematuro, reducir los niveles de presión arterial y aliviar los problemas estomacales e intestinales; el consumo de pitahaya es recomendado para contrarrestar enfermedades como la diabetes y cáncer al colon, también es un coadyuvante para la absorción de hierro, es decir, que viene hacer un poderoso anti anémico.

**Palabras claves:** <INDUSTRIAS PECUARIAS>, <POSTCOSECHA>, <PITAHAYA ROJA>, <HYLOCEREUS UNDATUS>, <ESTUDIO COMPARATIVO>, <CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS>, <CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES>, <ATMÓSFERA CONTROLADA (AC)>.

## **ABSTRACT**

This study presents the nutritional characteristics and post-harvest treatments that can be used for the red pitahaya (*Hylocereus undatus*). Primary and secondary bibliographic sources were compiled in order to carry out a comparative study of various authors. According to the research carried out, we can affirm that the red pitahaya has a high nutritional value, each 100 g of pitahaya pulp contains: 88.25% water, 11.45 g of carbohydrates, 25.2 mg. of vitamin C, 10.75 mg. calcium, 19.75 mg. of phosphorus and 0.72 g of proteins; however, it is deficient in iron 0.33 mg. and fat 0.1 g. In addition, it shows a count of 426.94 g of weight, 11.7 degrees Brix of SST and 4.9 of pH. It has organoleptic characteristics, which determine that the color of the pulp is white and that of the skin is red, with a bittersweet flavor; its appearance is given by green triangular bracts, with a soft and aromatic aroma. According to studies carried out, the best post-harvest pulling result is obtained with the controlled atmosphere method (CA), since it is possible to increase the useful life from 20 to 30 days, preserving its characteristic red color, without presenting damage to the skin or pulp, the bracts remain healthy, the pulp maintains a good smell; firmness, vitamin C, acidity and standard Brix levels are adequate values. Therefore, the cultivation of pitahaya is recommended for its health benefits, such as; prevent premature aging, lower blood pressure levels, and relieve stomach and intestinal problems; The consumption of pitahaya is recommended to counteract diseases such as diabetes and colon cancer, it is also an adjuvant for the absorption of iron, that is, it is a powerful anti-anemic.

Keywords: <LIVESTOCK INDUSTRIES>, <POST-HHARVEST>, <RED PITAHAYA>, <HYLOCEREUS UNDATUS>, <COMPARATIVE STUDY>, <ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS>, <NUTRITIONAL CHARACTERISTICS>, <CONTROLLED ATMOSPHERE (AC)>.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el término pitahaya se usa exclusivamente para designar a los frutos de los géneros *Stenocereus* e *Hilocereus*, (Sánchez, 1984, p.8). La pitahaya es una fruta usada de diferentes formas por nuestros pueblos desde tiempos precolombinos, por ejemplo, en la alimentación, tintes y medicinas. Las frutas son estructuras vivas y por lo tanto se ven afectadas por las condiciones del medio y el manejo que se haga de ellas. La falta de conciencia sobre este aspecto hace que se exponga a temperatura y humedades relativas inadecuadas, manejos bruscos que causan impactos, cortes y compresión, los cuales aceleran los procesos de respiración y transpiración de la fruta, reduciendo su calidad y tiempo de vida útil.

Los frutos atractivos de especies poco comunes, como el de la pitahaya (*Hylocereus spp.*), son muy cotizados en los mercados europeos y asiáticos. Aunque el fruto es el producto más demandado, toda la planta se puede aprovechar como alimento y como medicina, (Castillo, R., & Livera, M., 2005, p.183). El uso principal de la pitahaya es alimenticio, sobre todo el fruto, aunque también se informa el consumo de las flores como legumbre y el de los brotes tiernos como hortaliza fresca. Las semillas son empleadas como probióticos, por su contenido de oligosacáridos, las cuales pueden constituir un ingrediente importante en alimentos funcionales y productos nutracéuticos. (Montesinos, J. y Rodríguez, L., 2015, p.67)

La pitahaya puede crecer en medios húmedos o secos creciendo sobre troncos, árboles y piedras las cuales les sirve para apoyarse. También reacciona ante la intensidad de la luz por lo que puede soportar largos periodos de sequía. Esta fruta se conserva entre 4 y 6 °C y alto grado de humedad de alrededor de 83% en esta forma se puede almacenar hasta 4 semanas en óptimas condiciones. La maduración tiene lugar a una temperatura ambiente de 20 °C. El fruto de la pitahaya tiene forma ovoide larga y redondeada la misma que presenta tres variedades que se diferencian por el color de la pulpa: roja y amarilla ambas con contenido nutricional. (Angulo, P. y Mendoza, F., 2011, p.65)

Hoy en día la importancia de este fruto obliga a países como Ecuador a generar proyectos de diversa índole ya que basados en la composición nutricional se la utiliza principalmente, de la siguiente forma: de manera fresca en trozos o acompañada de otra frutas; de otra manera la pulpa de la pitahaya es sometida a un proceso IQF (Individual Quick Freezing) convirtiéndola así en materia prima para la elaboración de gelatinas, refrescos, helados, yogurt, dulces, mermeladas, jaleas, cocteles y otros productos industrializados como esencias extraídas de las flores y formando parte de suplementos digestivos. (FAO-PRODAR, 2006)

En Ecuador no se ha dado mucha importancia a esta Cactácea, motivo por el cual la información acerca de su origen es muy limitada, sin embargo, se conoce la presencia de la pitahaya amarilla (*Cereus sp.*) con una variante que presenta las mismas características conocida también como pitahaya amarilla (*Hylocereus sp.*) en provincias como: Pichincha, Morona Santiago y Loja. (Ríos, M., y Borgtoft, H., 1997, p.78). En la actualidad la industria alimentaria ha insertado en el mercado productos que contiene alto valor nutricional, ya que esta funciona como coadyuvante a la prevención o curación de enfermedades.

Al revisar las ventajas nutricionales de la pitahaya, considerando que el consumo de sus pulpas ayuda a mejorar la digestión, además, que es recomendada para personas con diabetes y problemas endocrínicos; y, la necesidad de obtener un producto en óptimas condiciones de madurez en la planta, que permita ofrecer una fruta de calidad para el consumo interno y exportación, se reviste de importancia realizar un estudio de la caracterización nutricional y de tratamientos post-cosecha del tipo de pitahaya.

Con el presente trabajo de investigación se plantearon como objetivos específicos los siguientes: Determinar los principales nutrientes beneficiosos presentes en la pitahaya (*Hylocereus undatus*), establecer las principales características organolépticas de la pitahaya (*Hylocereus undatus*); y, reconocer los principales tratamientos que se aplican en la post-cosecha de la pitahaya (*Hylocereus undatus*).

# CAPÍTULO I

## 1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1 Pitahaya (*Hylocereus undatus*)

La pitahaya proviene de una familia de cactus (*Cactaceae*), su género *Hylocereus* y pertenece a la especie *H. undatus* y *H. megalanthus*, que se encuentran generalmente en Latinoamérica con tierras que van desde pocos metros hasta 1.840 metros sobre el nivel del mar. Datos históricos indican que, la pitahaya es una palabra que proviene de Haití donde significa “fruta escamosa”; entretanto que otros datos de México consideran que la palabra es quechua establecida por conquistadores españoles y se refiere a una fruta comestible del cactus comestible, (Bauer, 2003, p.17). Su origen es incierto, dado que algunos autores alegan que la fruta es proveniente de México porque se encuentra en muchas partes de sus bosques tropicales, por otro lado, autores colombianos afirman en que su origen está en su país y lo demuestran con sus grandes exportaciones de esta fruta, pero otros investigadores aluden a su hallazgo en América del sur sin especificar la nación.

En varios países latinoamericanos este género de *Hylocereus* es sembrada en tierras familiares, utilizando mano de obra tradicional, seleccionando la fruta por ellos mismos y haciendo un riego donde implica una tecnología básica, mientras que otros países como Israel que tiene altas ventas de pitahaya debido a su tecnología invertida en la agricultura, pueden obtener mayor toneladas de cultivo por hectárea (Mizrahi, Nerd, & Nobel, 2010, p.291) tipo de *Hylocereus* llamado *megalanthus* es la que arroja la pitahaya amarilla, mayormente conocida a nivel internacional y que evolucionó en Ecuador, Perú, Bolivia y Venezuela, (Huachi et al., 2015, p.10)

La pitahaya se consume ampliamente en Asia, pero eran desconocidos en la Unión Europea hasta mediados de la década de 1990. La fruta sigue siendo un producto de nicho, pero las importaciones han aumentado considerablemente en los últimos dos años y ahora pitahaya tiene su lugar en las exhibiciones de minoristas dedicados a frutas exóticas raras. La gama de países proveedores está creciendo rápidamente (Le Bellec, Vaillant, & Imbert, 2006, p.237). La fruta atrae dos segmentos de mercado potenciales diferentes: Los clientes asiáticos lo compran con bastante frecuencia, con un pico en el Año Nuevo chino. En esta ocasión, generalmente no se compra por su sabor, sino por su excelente apariencia, ya que se muestra como una ofrenda a los antepasados. La mayor demanda es de frutas grandes. Algunos importadores suministran cajas de 10kg para supermercados asiáticos además de cajas de pesaje (2 a 4) kg. (Le Bellec et al., 2006, p.240)

La demanda del cliente europeo, especialmente supermercados, es muy irregular, con un pico principalmente en Navidad, cuando las frutas exóticas son promovidas. Frutos pequeños en cajas de pesaje 2 a 4 kg son los más comprados. No existe un código aduanero específico para la fruta, incluida en la 'maracuyá, carambola y grupo pitahaya con el código de subpartida. Sin embargo, las importaciones pueden estimarse desde países que operan en el mercado internacional de pitahaya, sin embargo, el mercado ha ido aumentando y ha sido particularmente rápido en los últimos dos años. Ecuador produce todo el año, ha surgido desde el 2005. Su cuota de mercado aumento. Los exportadores pueden beneficiarse, agrupando pitahaya con otras frutas exóticas exportadas a Estados Unidos como el maracuyá y la uvilla. Además, este país mantiene la misma moneda del Ecuador. (Le Bellec et al., 2006, p.245)

### ***1.1.1 Origen y Distribución***

La pitahaya, es originaria de Centro América, conocida en Colombia, México, Nicaragua y Perú como “fruta del dragón”, y se deriva del grupo *Cactáceas* (cactus). Nombre científico *Hylocereus undatus* (Haw) Brit. & Rose, sinónimo taxonómico *Cereus Undatus Hawort*. Su carnosidad expide un olor muy agradable, y alberga abundantes y diminutas semillas. En algunas regiones latinas es llamada Pitaya, Pitajón, Yaurero o Warakko; tiene una forma ovalada, con espinas por fuera y se pueden encontrar dos variedades: amarilla por fuera y pulpa blanca con semillas por dentro, roja por fuera y pulpa blanca o pulpa roja con semillas por dentro. Como se puede observar en la figura 1-1:



**Figura 1-1:** Pitahaya roja (*Hylocereus undatus*)

Fuente: Lidia Penelo 2020

La **pitahaya amarilla** se da en zonas tropicales, de clima templado, como Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú. Se cosecha entre enero y marzo. Su medida máxima es de nueve centímetros de largo por siete de ancho. Como se ve en la figura 2-1:



**Figura 2-1:** Pitahaya amarilla  
Fuente: Lidia Penelo 2020

**La roja** proviene de México y Nicaragua, y se comercializa entre junio y agosto. Alcanza los 12 centímetros de alto, por ocho de ancho. Como nos indica la figura 3-1:



**Figura 3-1:** Pitahaya roja  
Fuente: Lidia Penelo 2020

Ambas presentaciones tienen forma ovoide. Sin embargo, la pitahaya roja posee una corteza gruesa con brácteas, y la amarilla una cáscara con ligeras espinas. Lo podemos observar en la figura 4-1:



**Figura 4-1:** Presentación de la pitahaya roja y amarilla  
**Fuente:** Lidia Penelo 2020

La pitahaya es un tesoro desde el punto de vista nutricional, contiene antioxidantes, mucílagos, ácido ascórbico, fenoles. Es rica en Vitamina C, contiene también vitaminas del grupo B, minerales como calcio, fósforo, hierro, y tiene alto contenido en agua y posee proteína vegetal y fibra soluble. Las semillas, que son comestibles, contienen ácidos grasos beneficiosos. Y una de sus propiedades más destacadas es su acción antiinflamatoria y antioxidante, por todo ello la OMS recomienda su consumo (CEZA, 2011). A pesar de su peculiar aspecto, la pitahaya se come como cualquier otra fruta. Se corta por la mitad y se saca la pulpa con la cuchara, y las semillas también se comen. Se puede incorporar en la preparación de batidos, helados y pasteles, y también se utiliza para elaborar mermelada y compotas.

### **1.1.2 Clasificación Taxonómica**

La pitahaya pertenece al género *Hylocereus* familia *Cactáceas*. Las especies pertenecientes al género *Hylocereus* son plantas trepadoras con raíces aéreas que producen un fruto glabro con largas brácteas. Las cactáceas comprenden 120 a 200 géneros, donde 1500 a 2000 especies se encuentran en condiciones semidesérticas y regiones tropicales cálidas de Latinoamérica (Bauer, 2003, p.50). La clasificación de las especies de cactus comestibles se basa en la naturaleza del hábito crecimiento, el color de la cáscara del fruto y el color de la pulpa. Los cactus comestibles son divididos en 3 grupos basado en su hábito de crecimiento: cactus enredadera (epífita, trepadora o rastrera), cactus columnares y Opuntias. Las especies de cactus enredaderas comestibles pertenecen a 2 géneros diferentes; *Hylocereus* y *Selenicereus*. (CEZA, 2011)

*Hylocereus undatus* fue descrita por (Haw.) Britton & Rose y publicado en Flora of Bermuda 256. 1918. En 2017, D. R. Hunt agrupa al género *Hylocereus* dentro del género *Selenicereus*. Esto ha sido apoyado por un análisis filogenético de la tribu *Hylocereeae* (Korotkova, et al., 2017, p.115), por lo tanto, esta especie se consigna bajo el nombre de *Selenicereus Undatus*.

▪ **Etimología:** Undatus epíteto latino que significa "ola, ondulado"

□ **Sinonimia:**

- *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton y Rose (1918:256)
- *Cactus triangularis ssp. aphyllus* Jacquin (1763)
- *Cereus triangularis ssp. major* de Candolle (1828)
- *Cereus undatus* Haworth (1830)
- *Cereus tricostatus* Gosselin (1907)
- *Hylocereus tricostatus* (Gosselin) Britton & Rose (1909)

Según Esquivel y Araya (2012) les clasifican de acuerdo a la tabla 1-1:

**Tabla 1-1:** Clasificación taxonómica de la pitahaya.

ASPECTOS	PITAHAYA AMARILLA	PITAHAYA ROJA
Reino	Plantae	Plantae
División	Magnoliophita	Magnoliophita7
Clase	Magnoliopsida	Mognoliopsida
Orden	Caryophillale	Caryophillale
Familia	Cactaceae – cactácea	Cactaceae – cactácea
Género	Selenicereus	Hylocreeae
Especie	Megalanthus	Undatus
Tribu	Hylocereeae	Hylocereeae
Categoría	Fruta	Fruta
Nombre científico	Selenicereus Megalanthus	Hylocereus Undatus

Fuente: Esquivel y Araya (2012)

## 1.2 Características Organolépticas (color, sabor, firmeza, apariencia)

Las características organolépticas son las que determinan el sabor de la fruta, (Cardozo-Burgos, 2013, p.97). La pitahaya es una planta rústica de la familia cactácea, es conocida mundialmente como "la fruta del dragón". En el fruto las características físicas y químicas de acuerdo con la especie, pueden ser diversas como: la presencia de espinas, color de la piel y de la pulpa, sólidos solubles y pH. (De Lima et al., 2013, p.65). Este cactus puede crecer tanto en la tierra como encima de otras plantas, gracias a sus raíces adventicias y su tallo de tres costillas, que puede medir hasta 5 centímetros. Son ondulados, verdes y ramificados. Funcionan como reserva de sustancias que

garantizan la supervivencia de la pitahaya en condiciones extremas. Es muy aromática y su sabor es muy dulce y agradable. (Zee et al., 2004, p.3)

Sus flores brotan por la noche y expiden un aroma que cautiva los sentidos. Son piezas grandes, de 20 a 35 centímetros, de apariencia acampanada y tubular, de color blanco o rosado. Permanecen radiantes en horas nocturnas y en el día se marchitan. Las hojas de la pitahaya tienen espinas delgadas, alargadas y subcónicas. Le “gusta” trepar para nutrirse del sol, la humedad y la luz. (Le Bellec y Vaillant, 2011, p.250). La pitahaya pasa por un proceso de transformación antes de mostrar su característica cascara roja. Primero forma franjas verdes, que se van tornando amarillentas y luego rosáceas hasta completar la maduración y adoptar ese hermoso tono rojo pasión, que tanto llama la atención. Esta particularidad, le ha dado un uso ornamental bastante explotado. En los jardines y en las casas campestres, sobre todo, se siembra en macetas colgantes y en injertos, para adornar los espacios con su vistosidad. (Ariffin et al., 2009, p.114)

Cuando la fruta es recolectada y transportada con el cuidado debido, puede encontrarse en los mercados con una buena forma y textura, pero sobre todo con un olor dulce y fresco realmente exquisito. Como se puede observar en la figura 5-1:



**Figura 5-1:** Buena forma y textura de la pitahaya roja.  
Fuente: Lúdia Penelo 2020

Este fruto es comestible. Se trata de una baya carnosa, ovoide, redondeada y alargada, de 10 a 15 cm. de diámetro. Tiene la piel de color roja, púrpura o amarillento, y en la superficie presenta brácteas o escamas foliáceas de color verdoso. (Corzo-Ríos et al., 2016, p.61). La pulpa es blanca, roja, rosada o amarilla, con numerosas y diminutas semillas de color negro. Su peso oscila entre 200 g. a 1 kg., y tiene un sabor dulce, poco agrio. La cosecha de la fruta se produce de junio a septiembre. Los frutos son los más populares por su consumo en la alimentación. Todas las partes

de las plantas tienen distintos usos, (Andrade et al., 2007, p.183). En cada areola posee de 2 a 5 espinas cortas (1-3 cm.) y agudas. Las areolas o yemas son capaces de desarrollar nuevos tallos y flores. Las flores son grandes, de 20 - 35 cm. de largo por 22 - 35 cm. de diámetro. Flores acampanuladas, tubulares, hermafroditas y de color blanco o rosado. Florece por la noche y su olor es muy fragante, pero se marchitan al día siguiente. (Zee et al., 2004, p.3)

### 1.3 Composición nutricional de la pitahaya (*Hylocereus undatus*)

La pitahaya es un alimento hidratante y de alto valor nutritivo, que nos aporta azúcares naturales, fibra, niacina y vitamina C. Los valores de azúcares (entre 9 y 15 g por cada 100 g) se absorben lentamente debido a la acción de la fibra soluble que nos aporta el mismo alimento, lo que lo convierte en un alimento adecuado para la Diabetes. La fibra soluble del fruto (mucílago) es la responsable de la textura gelatinosa de la pulpa. Este tipo de pulpa es muy saludable pues tiene un efecto saciante y ayuda a regular el tránsito intestinal, combate el estreñimiento y el colesterol. La fruta tiene minerales como el calcio, fósforo potasio y magnesio, que ayudan a equilibrar los electrolitos del cuerpo, especialmente después de hacer deporte. Es un fruto recomendado para deportistas porque aporta energía de calidad y nutritiva. (Botanical on line, 2014)

A continuación, se detalla un cuadro del valor nutricional de la pitahaya roja, ver tabla 2-1:

**Tabla 2-1:** Valor nutricional de la pitahaya roja.

FACTOR	PITAHAYA ROJA
Ácido Ascórbico	25 mg
Agua	89,4 g
Calcio	6 mg
Calorías	36
Carbohidratos	9,2 g
Cenizas	0,5 g
Fibra	0,3 g
Fósforo	19 mg
Grasa	0,1 g
Hierro	0,4 mg
Niacina	0,2 mg
Proteínas	0,5 g
Tiamina	0,01 mg
Rivoflavina	0,03 mg

Fuente: (Botanical on line, 2014)

El beneficio más conocido de esta fruta es la capacidad antioxidante que se atribuye a sus semillas por su alto contenido de ácidos grasos naturales, así como ácido linoléico 64.5%, ácido oleico 13.9% y ácido palmítico 14.4% (Chemah et al., 2010, p.17), siendo el más importante el ácido linoléico ya que este funciona en el organismo como buffer capturando el colesterol generando un efecto cardiotónico. (Omidzadeh et al., 2011, p.152)

#### 1.4 Principales nutrientes de la pitahaya (*Hylocereus undatus*)

Como alimento es un fruto rico en fibra, vitamina C, y hierro. Se sirve partida por la mitad para consumirla con una cucharilla, muy habitual en el trópico y países subtropicales. El jugo es un aderezo de macedonias de frutas y demás postres. Además, es un ingrediente colorante de pasteles y caramelos; apta para la preparación de mermeladas y jarabes. Las flores sin abrir se cuecen y se consumen como verduras, (Alvarado y Vizhco, 2002, p.80). El valor nutricional de la pitahaya es un aspecto que vale la pena recalcar. El consumo de esta fruta ayuda a la formación de glóbulos rojos. En la tabla 3-1 se puede observar a detalle el aporte nutricional:

**Tabla 3-1:** Valor nutricional de la pitahaya.

COMPONENTE	CONTENIDO
<b>Por cada 100 gr de producto</b>	
Energía	50 calorías
Vitaminas	A, B, B1, B2, B3, C y E.
Carbohidratos	9 g
Azúcar	8 g
Proteína	2 g
<b>Antioxidantes</b>	
Betalainas	0.3 mg
Fenoles	0.45 mg
Ácido gálico	0.5 mg
Betacianinas	0.2 mg
Fibra	4%

**Fuente:** Alvarado y Vizhco, (2002).

#### 1.5 Beneficios de la pitahaya para la salud

Consumir pitahaya tiene grandes beneficios para la salud, ya que contiene un alto número de antioxidantes. A continuación, se presentan algunos de los beneficios:

- Puede contribuir a retrasar el envejecimiento de las células.
- Ayuda a reforzar el sistema inmunológico.
- Estimula la química sanguínea, es decir, la producción de glóbulos blancos, rojos y plaquetas.
- Ayuda a prevenir el desarrollo de arterioesclerosis.
- Regula el tránsito intestinal.
- Aumenta la producción de colágeno.
- Es un coadyuvante para la absorción de hierro, es decir, es un poderoso anti anémico.
- Participa en la función plástica, es decir, en la formación de tejido.
- Es útil para reducir el nivel del ácido úrico que hay en la sangre.
- Reduce el riesgo de sufrir de accidente cerebro vascular y el riesgo de enfermedades cardíacas.

- Si se hace infusión con las hojas de la planta se puede beber el té para tratar el dolor de cabeza, el insomnio y trastornos nerviosos como ansiedad.
- Por ser un fruto rico en fibra y agua, pero bajo en carbohidratos, es recomendable para bajar de peso, de acuerdo al estudio realizado por la UAM Itzapala la pitahaya absorbe la glucosa evitando que se inyecte directamente al torrente sanguíneo.
- Ayuda a prevenir la hipertensión arterial.
- Por su alto contenido de antioxidantes puede prevenir el cáncer ya que elimina los radicales libres.
- Es excelente para desintoxicar el organismo.
- Previene la osteoporosis y la gripe.

La pitahaya es una fruta baja en calorías y con un escaso aporte calórico, se puede combinar con otras frutas que la enriquecen en matices y nutrientes, por lo que la pueden consumir los niños, los jóvenes, los adultos, los deportistas, las mujeres embarazadas o madres lactantes y las personas mayores, (Botanical on line 2015). Por su escaso valor calórico y la pitahaya roja por su aporte de vitamina C, son adecuadas para quienes tienen un mayor riesgo de sufrir carencias de dicha vitamina: personas que no toleran los cítricos, el pimiento u otros vegetales, que son fuente casi exclusiva de vitamina C en la alimentación o para personas cuyas necesidades nutritivas están aumentadas. Algunas de estas situaciones son: periodos de crecimiento, embarazo y lactancia materna. Así mismo, el tabaco, el abuso del alcohol, el empleo de ciertos medicamentos, el estrés, la actividad física intensa, y las enfermedades inflamatorias crónicas, que disminuyen el aprovechamiento y producen mala absorción de nutrientes.

La vitamina C, como antioxidante, contribuye a reducir el riesgo de múltiples enfermedades, entre ellas, las cardiovasculares, las degenerativas e incluso el cáncer. Además, debido a que la vitamina C aumenta la absorción del hierro de los alimentos, se aconseja en caso de anemia ferropénica, acompañando a los alimentos ricos en hierro o a los suplementos de este mineral ya que esto acelera la recuperación. (Botanical on line, 2015)

### **1.6 Condiciones de cultivo y desarrollo de la pitahaya (*Hylocereus Undatus*)**

La pitahaya es una planta trepadora que posee un sistema radicular superficial que alcanza hasta 15 cm de profundidad en el suelo. El crecimiento de las raíces es paralelo a la superficie del suelo. Además, desarrolla raíces adventicias a partir de los tallos, las que le permiten adherirse, trepar y mantener la planta erecta, (OIRSA, 2007). La pitahaya tiene dos tipos de raíces: primarias y secundarias. Las primeras se localizan en el suelo, tienen una longitud de 5 a 25 cm y su área de

expansión aproximada es de 30 cm de diámetro; por otro lado, las raíces secundarias son las que sobresalen del suelo y sirven para fijar y soportar la planta al tutor, así como para absorber los nutrimentos y agua del medio. (Martínez, 2008, p.10)

La fruta del dragón es una planta epífita, que como indica su nombre, se encuentra encima de árboles y ramas en la selva tropical (etimológicamente “epi”, sobre y “phytos”, planta). La planta trepa por los árboles para nutrirse de la luz del sol, así como se beneficia de la humedad del dosel arborio y de los nutrientes del aire, (OIRSA, 2007). Las raíces aparecen en las paredes de los tallos y espacios intercostales, que permiten a la planta fijarse a sus tutores (raíces adventicias). No es una planta parásita, ya que solamente utiliza el tutor como soporte. Los tallos rastreros desarrollan raíces subterráneas como las de una planta terrestre. Los tallos son suculentos o carnosos, de sección triangular y hasta 5cm. de ancho, color verde, márgenes ondulados y muy ramificados. En su interior contienen reservas de sustancias nutritivas y agua, que permiten a la planta sobrevivir en condiciones extremas, como suelos pobres, poca humedad y los períodos de sequía. (Martínez, 2008, p.12)

La fotosíntesis la realiza esta planta de la siguiente manera: el tejido de los tallos transpira a través de estomas, que no son más que pequeños orificios en la superficie del tejido que permiten el intercambio de gases. Para evitar la pérdida de agua, las estomas permanecen cerrados durante el día y se abren durante la noche para permitir la entrada de dióxido de carbono, necesario para que la planta pueda realizar la fotosíntesis. (Concretamente, metabolismo del ácido crasuláceo o CAM).

### ***1.6.1 Ciclo fenológico***

(Garnica, G. y Quintero, E., 2010, p.43) Indican que la etapa reproductiva puede ocurrir desde el primer año; el número de flores y por consiguiente de frutos es muy reducido al principio, pero durante los siguientes años la producción aumenta paulatinamente hasta estabilizarse entre los seis y siete años y pueden mantenerse productivas hasta los 15 o 20 años, dependiendo del manejo. El desarrollo de los frutos está ligado a la estación lluviosa; la emergencia de las yemas florales tiene efecto después de las primeras precipitaciones. La longitud del día también ejerce influencia en el inicio de la producción. El mayor rendimiento coincide con el solsticio de verano donde los días son más largos que las noches. Cada año pueden registrarse de cuatro a seis ciclos de desarrollo de flores y frutos. (Garnica, G. y Quintero, E., 2010, p.43)

Las cosechas más altas se registran en los meses de junio hasta septiembre, en estos meses se registran tres ciclos de alta producción de frutos; las cosechas de los mismos están separados aproximadamente por 25 días cada ciclo y comprenden tres fases:

- Aparición de los botones florales y su desarrollo; puede durar de 10 a 31 días.
- Antesis, donde cada flor abre solo una vez en la noche y todas las flores de la planta pueden florecer en un lapso de tres a cinco días.
- La maduración de la fisiología del fruto. Inicio del cambio de color de la cáscara que puede durar de 27 a 39 días; la maduración de los frutos de toda la planta puede ocurrir en tres o cinco días.

Se ha observado que las plantas que permanecen con sombra tienen una baja producción. Las lluvias, si ocurren en la época de la floración, reducen drásticamente el cuajado de las mismas y se pudre el ovario de las flores. El crecimiento vegetativo también está relacionado con las lluvias, las brotaciones ocurren cuando las lluvias son más intensas y prolongadas, la falta de humedad y las bajas temperaturas afectan el crecimiento vegetativo. La sombra ayuda al crecimiento vegetativo, sin embargo, la sombra excesiva produce tallos delgados con una coloración verde oscura. (Gamica, G. y Quintero, E., 2010, p.43)

### ***1.6.2 La floración***

Es importante conocer los ciclos de floración de la planta, ya que permite al productor programar su periodo de corte o cosecha. En una misma planta pueden coincidir en un momento determinado varias fases de desarrollo: frutas maduras, frutas con 12-20 días de desarrollo, flores a punto de abrirse, flores con dos días después de la floración y yemas florales recién iniciadas. La floración ocurre desde mayo hasta noviembre, especialmente al principio y al final del periodo y cuando la polinización cruzada es deficiente no amarran los frutos, (González, R. y Ricardo, G., 2015, p.65). Al inicio de la floración, de tres a cinco botones esféricos emergen desde los márgenes de los tallos y dos o tres pueden desarrollarse a yemas florales en 13 días aproximadamente. De botón floral a floración transcurren entre 15 y 20 días, y de floración a fruto maduro de 30 a 40 días aproximadamente. (Le Bellec, F., Vaillant, F.; e Imbert, E., 2006, p.237)

Teóricamente pueden darse de siete a nueve ciclos de floración, pero en la práctica sólo se dan de cinco a seis, ya que algunos no llegan a darse o son muy débiles por causas nutricionales o climáticas. Algunos agricultores opinan que el hecho de dejar madurar el fruto totalmente en la planta ocasiona retraso en la aparición de una nueva floración. También es importante saber que la aplicación de riego durante la época seca no provoca floración y sólo el aporte de agua en los

días próximos a la temporada lluviosa parece tener una respuesta positiva, ya que aparentemente el proceso de floración está en dependencia del fotoperiodo. El derrame de flores es un fenómeno importante y se desconocen sus causas; aplicaciones de fertilizantes foliares o urea foliar parecen reducirlo, (González, R. y Ricardo, G., 2015, p.65). La flor de *Hylocereus Undatus* se caracteriza por ser tubular, hermafrodita, blanca o de color rosado, con numerosos estambres. Las flores son grandes y miden más de 30 cm de largo abren una sola vez durante la noche y su aroma atrae a muchos insectos. (Onofre, N. y Esparza, V., 2004, p.26)

### **1.6.3 Fructificación**

El fruto es una baya de forma ovoide, redondeada o alargada, de 10-12 cm de diámetro; la corteza tiene brácteas escamosas de consistencia carnosas y cerosas; presenta abundantes semillas pequeñas (1 mm) brillantes, distribuidas en toda la pulpa, (Lezama, A.; Tapia, A.; Muñoz, G.; Zepeda, V., 2005, p.105). Del primero al tercer periodo las flores tardan de 10, 21 y 31 días, respectivamente, desde la brotación de la yema hasta 14 antes, mientras que el inicio de la maduración de los frutos ocurre en 39, 36-41 y 39-41 días, respectivamente, en cada uno de los periodos, (Zepeda, V., 2005, p.35). La cosecha, una de las actividades más importantes y delicadas, se realizan en el periodo de junio a septiembre y en ocasiones hasta principios de octubre, (Rodríguez, 2000, p.3). Los frutos se deben cosechar cuando alcanzan su madurez fisiológica, esto es, cuando adquieren una coloración amarilla o verde claro, aunque puede variar el criterio, dependiendo del tipo de mercado de destino (regional o exportación). Durante la cosecha se realizan de cuatro a cinco cortes, con espaciados de un mes. Julio es el mes más importante de la cosecha, mientras que en junio y octubre se obtiene la menor producción. (Rodríguez, 2000, p.15)

### **1.7 Maduración en las frutas**

Hace referencia al proceso por el cual las frutas adquieren las características sensoriales que las definen como comestibles. Por lo tanto, se trata de un proceso que transforma un tejido fisiológicamente maduro, pero no comestible en otro visual, olfatorio y gustativamente atractivo. Aunque el resultado difiere significativamente, la maduración organoléptica se puede completar tanto en el árbol, como en la fruta ya recolectada. En general, esta etapa es un proceso que comienza durante los últimos días de maduración fisiológica y que irreversiblemente conduce a la senescencia de la fruta, (Esquivel y Araya, 2012, p.113). Los cambios más palpables durante el proceso de maduración son el color, sabor, olor, textura, etc. Estos cambios son el resultado de la profunda reestructuración metabólica y química que se desencadena dentro del fruto.

La pitahaya debe lucir fresca, tener un color intenso y brillante, sus pupos no pueden estar lastimados. La fruta debe estar libre de picaduras y golpes y no tener indicios de marchitamiento o decadencia, para evitar que sea rechazada por el importador/distribuidor, (Molina et al., 2009, p.5). Kader (2002, p.55) describe la madurez como el grado en que la fruta llega a su máximo desarrollo y tiene calidad para el consumo; además, indica que un producto posee calidad cuando este se encuentra en su estado óptimo, que resulta de la combinación de propiedades y características físicas y químicas que aportan valor a los productos, existen diferentes tipos de madurez los cuales son:

- **Madurez Fisiológica.** - Se considera cuando el fruto llega a su desarrollo máximo y es apto para su reproducción. (Pinto y Mozo, 2012, p.30)
- **Madurez de Cosecha.** - Es la etapa fisiológica en que la fruta es retirada de la planta y llega a la madurez de consumo. (Pinto y Mozo, 2012, p.40)
- **Madurez Comercial.** - Es la forma en que llega la fruta al mercado, y es aceptada por el consumidor, sin tomar en cuenta la madurez de consumo (Pinto y Mozo, 2012, p.45); por otro lado, la calidad comercial es la presentación física del producto y se puede medir de diferentes formas: por tamaño, peso, color, forma, brillo, por la presencia de defectos internos y externos, así como aquellos originados por plagas. (Kader, 2002, p.65)
- **Madurez de Consumo.** - Es la etapa en que la fruta tiene todas las características físicas, químicas y organolépticas. Hay que tener en cuenta que para productos no climatéricos la madurez de consumo está relacionada con la de cosecha. (Pinto y Mozo, 2012, p.50)

La madurez está relacionada con las características organolépticas, por consiguiente, cuando se utiliza el gusto, se puede obtener el sabor que la fruta posee ya sea: dulce, ácido, salado, amargo, astringente, además, al utilizar la vista se puede ver la textura; por el tacto se siente: la firmeza o suavidad y con el olfato se determina el aroma. (Kader, 2002, 70)

### ***1.7.1 Índice de madurez***

Los exportadores ecuatorianos cosechan la fruta para exportación cuando esta presenta un color verde-amarillento con un 15 % de madurez (variedad ecuatoriana). La variedad colombiana se cosecha con el 50 - 75 % de amarillamiento, (Molina et al., 2009, p.8). Un índice común de madurez es el cambio de color de cáscara (piel) hasta alcanzar el color rojo total. Los índices de cosecha incluyen: cambio de color de la cáscara, contenido de sólidos solubles, acidez titulable y días

después de la floración (mínimo 28 días y máximo 35 días), (Le, 2002; Nerd and Mizrahi, 1997, p.237). Según Le Bellec, et al (2006, p.237), el color rojo de la piel y del fruto de *Hylocereus* se debe a pigmentos de betalainas.

### **1.7.2 Tamaño y peso por unidad**

Dependiendo de la variedad, la pitahaya puede medir entre 8 y 12 cm de largo y de 6 a 10 cm de diámetro, y puede llegar a pesar hasta 380 g. Las empresas ecuatorianas comercializan frutas de 250 - 320 g (variedad ecuatoriana), y de 150 - 250 g (variedad colombiana). Según fuentes de información nicaragüenses, desde este país se exportan frutas de 230 a 500 g (variedad roja). (Molina, et al., 2009, p.8)

### **1.8 Plagas y enfermedades que afectan a la pitahaya**

El rendimiento del fruto de pitahaya se ve disminuido debido a microorganismos como hongos, virus y bacterias, así como a una cierta infestación de insectos durante el período posterior a la cosecha. Lo mencionado puede generar una pérdida económica hasta del 44% (Valencia-Botín et al., 2013, p.437) y para evitar estas pérdidas económicas, por lo general, se realiza un control de enfermedades y plagas mediante aplicación de fungicidas sintéticos como tiabendazol o imazalil, (Vilaplana et al., 2017, p.162). Actualmente se reconocen 17 géneros y 25 especies de fitopatógenos que infectan a la pitahaya. La mayor parte de estas origina enfermedades fúngicas en flores, tallo y frutas. Además, existen 2 enfermedades bacterianas, que afectan a este fruto, una nema-toda y una viral. El chancro (*Neoscytalidium dimidiatum*), la enfermedad viral (virus de cactus X), la antracnosis (especies de *Colletotrichum*), y pudrición de frutos y tallos (*B. cactivora*), son las enfermedades más comúnmente reportadas. (Balendres y Bengoa, 2019, p.126)

Una de las enfermedades que causa mayores pérdidas a este fruto es la podredumbre negra específicamente en la pitahaya amarilla que es causada por *Alternaria alternata*. Este género incluye plantas saprófitas y patógenas que afectan a plantas ornamentales, y causan el deterioro posterior y previo a la cosecha de los frutos, (Njombolwana et al., 2013, p.102). Además, las cepas patógenas de *A. alternata* causan enfermedades en diversos frutos además de la pitahaya como, podredumbre negra en los tomates, el punto negro en los cereales, podredumbre negra y gris de los cítricos y la podredumbre negra en las zanahorias, los girasoles, los pimientos, los melones, (Logrieco, et al., 2009, p.129). En el caso de la pitahaya, este hongo infecta lesiones de la fruta madura en el periodo posterior a la cosecha, presentando lesiones deprimidas empapadas en agua con manchas polvorientas que van de color oliva a negras y que coexisten con una podredumbre blanda. (Wojciechowska et al., 2014, p.139)

Asimismo, otra enfermedad post-cosecha que sufre la pitahaya es la Antracnosis causada por *Colletotrichum* spp., esta enfermedad afecta a muchas frutas tropicales y subtropicales. El 50% de las pérdidas en verduras y frutas frescas en la post-cosecha son ocasionadas por la antracnosis, (Siddiqui y Ali, 2014, p.337). Una vez que la fruta se infecta por esta enfermedad, esta disminuye significativamente su valor comercial y calidad que afecta el margen de ganancias y la generación de ingresos de los exportadores y productores. Comúnmente para contrarrestar esta enfermedad se usa fungicidas sintéticos como el propiconazol o el procloraz, pero el impacto negativo de los fungicidas en la salud humana y el medio ambiente ha orientado a los investigadores a buscar nuevos enfoques para controlar esta enfermedad. (Boonyapipat, 2013, p.103)

Los extractos crudos de jengibre a 10,0 g L<sup>-1</sup> evidenciaron el mejor efecto in vitro al suprimir el crecimiento la germinación conidial (87.50%) y micelial (88.48%) que resulto equiparable al fungicida comercial (Mancozeb) a 2.0 g L<sup>-1</sup> (80.45%). El empleo de "dukung anak" a 5.0 g L<sup>-1</sup> o 10.0 g L<sup>-1</sup> controló significativamente la antracnosis y esto no fue distinto en las frutas tratadas con cúrcuma a 10.0 g L<sup>-1</sup>. En conclusión, el extracto crudo de cúrcuma o dunkung anak se puede usar como biofungicida para controlar la antracnosis en frutos de pitahaya a concentraciones de 10.0 g L<sup>-1</sup>. (Bordoh et al., 2020, p.265)

En los últimos años, se observó una enfermedad bacteriana grave en los frutos y tallo de pitahaya (*H. monacanthus* Britt. & Rose e *Hylocereus undatus*) causada por *Aureobasidium pullulans* en China, que ocasiona pérdidas económicas importantes en la producción comercial del fruto. Esta enfermedad se expandió rápidamente después de la llegada del tifón Ramasoon en la ciudad de Guangdon en el país asiático. La enfermedad se expandió de manera rápida afectando el 55% de plantas afectadas. Los síntomas en la fruta son piel suave con decoloración bronceada y más tarde la superficie de la piel agrietada. Además, aparecieron manchas irregulares, de color rojo ladrillo en los tallos infectados, ligeramente elevadas que se unieron en áreas más grandes y se cubrieron con la superficie del tallo y finalmente se despegaron. (Wu et al., 2017, p.249)

En la última década, se detectó en muestras de pitahaya síntomas similares a virus (Cactus X) que consistían en manchas cloróticas irregulares, algunas con mosaicos verde amarillo pálido, margen rojo-marrón, necrosis y espinas deformadas. El virus de cactus X se ha detectado en la fruta del dragón en los EE. UU., Taiwán, Corea, Japón, China y se distribuye ampliamente en Malasia (Gazis et al., 2018, p.102; Kim et al., 2016, p.100; Peng et al., 2016, p.100; Masanto et al., 2018, p.22). Este virus afecta principalmente a las variedades *H. megalanthus*, *H. monacanthus* y *H. undatus*. Se recomienda almacenar los frutos de pitahaya a temperaturas menores de 14 °C, para prolongar su corta vida útil, ya que este fruto cuando es almacenado a temperaturas superiores a 20 °C presenta pérdida de azúcar, pérdida de acidez y un ablandamiento rápido. (Obenland et al., 2016, p.199)

El principal método para evitar el deterioro de la pitahaya a fin de lograr conservar su valor nutricional es el almacenamiento en frío, sin embargo, este método causa alteraciones fisiológicas que se conoce como daños por frío (DF), esto conlleva un impacto negativo en la calidad de este fruto (Quiroz-González et al., 2017, p.153). Los signos comunes de DF abarcan cambios como áreas acuosas, hundimientos en la cáscara, cambios de color externo e interno, maduración heterogénea, desarrollo de condiciones que favorecen la incidencia acelerada de hongos y sabores extraños. Este desorden se estudia en especial en productos con valor económico, como mango cítricos y aguacate (Ramasmwamy, 2015, p.364). En una investigación para determinar las variables correlacionadas con el DF realizada en pitahayas con madurez comercial de la variedad *Hylocereus undatus*, cosechados en Santa Clara Huiziltepec, Puebla (México).

Se les aplicó un tratamiento que consistió en almacenar las pitahayas 30 días a  $2 \text{ o } 7 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  HR de  $90 \pm 6 \%$ , y después se mantuvieron hasta 7 días a  $22 \pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$  y HR  $60 \pm 8 \%$ . La evaluación visual de DF se realizó por medio de una escala hedónica de cinco puntos después del almacenamiento refrigerado y la transferencia de los frutos a  $22 \pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Los resultados indican que las variables que resultaron consistente y positivamente correlacionadas con DF fueron, acidez titulable, actividad de superóxido dismutasa, translucidez y contenido de etanol. Por eso, en temperatura más baja y período de almacenamiento más largo, se observó un cambio proporcionalmente mayor en estas variables. (Quiroz-González et al., 2017, p.162)

### **1.9 Calidad post-cosecha en las frutas**

La palabra “calidad” proviene del latín “Qualitas”, que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. Sin embargo, en la actualidad y en sentido abstracto su significado es “grado de excelencia o superioridad” o idoneidad para un uso particular. La percepción de calidad en la industria de las frutas ha estado circunscrita durante muchos años a atributos externos como color y apariencia, relegando a otros atributos muy importantes como la percepción del sabor, textura, color y defectos internos a ser evaluados durante el consumo. Actualmente, el sector hortofrutícola ha comenzado a considerar los atributos internos de cada producto junto a los externos en todas las etapas de producción como un criterio integrado del control de calidad, tratando de dar respuesta a las altas exigencias de un mercado altamente competitivo como es el de las frutas y hortalizas frescas, (Flores, 2009, p.65).

La calidad no puede ser definida objetivamente, pues cada consumidor tiene un criterio muy subjetivo de este concepto, la calidad debe conceptualizarse de acuerdo con el uso que se vaya a dar al producto. Se puede lograr una mejor calidad mediante el monitoreo y control de la misma, interviniendo en el proceso de producción y utilizando acciones correctivas. En todo proceso post-

cosecha es necesario integrar Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), que son empleadas durante la producción y manejo de frutas y hortalizas para la reducción de la contaminación biológica y física y química. Su aplicación permite el aseguramiento de la calidad a lo largo de la cadena alimentaria y garantiza la inocuidad de los alimentos nacionales y para exportación, (Gordón, 2010, p.20).

La finalidad de la post-cosecha consiste en preservar la calidad obtenida del producto en el campo y disminuir las posibles pérdidas durante el proceso de distribución y mercado hasta el consumo, (Guzmán; Sánchez, 1998, p.80). El manejo post-cosecha está orientada a mantener la calidad e inocuidad, y a minimizar las pérdidas de cultivos hortícolas entre la producción y el consumo. Reducir las pérdidas post-cosecha aumenta la disponibilidad de alimentos para la creciente población mundial, (Flores, 2009, p.35).

### ***1.9.1 Control de calidad en el sector de frutas frescas***

La hortofruticultura requiere de sistemas efectivos de control y aseguramiento de la calidad demandada por el consumidor. Estos sistemas tradicionalmente han utilizado métodos destructivos basados en análisis físico-químicos y algunos métodos no destructivos basados en análisis subjetivos empleando escalas hedónicas. El control de calidad comienza en el campo con la selección del momento adecuado de recolección para maximizar la calidad del producto. El sabor mínimo aceptable para los productos hortofrutícolas es determinado mediante la relación entre el contenido en sólidos solubles y la acidez titulable. En post-cosecha, el envasado se realiza generalmente después de una clasificación manual que separa productos por color, tamaño, grado de calidad y elimina unidades defectuosas. A la vez se realizan, aunque sea sólo con muestras representativas, controles sobre parámetros internos de calidad como el contenido en sólidos solubles, la acidez total, la firmeza, y el color. (Flores, 2009, p.45)

Aproximadamente un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se pierde o se desperdicia en todo el mundo, lo que equivale a alrededor de 1.3 millones de toneladas por año. Inevitablemente, esto también significa que grandes cantidades de los recursos utilizados en la producción de alimentos se utilizan en vano, (FAO, 2011, p.25). En el Ecuador el 40% de la producción agrícola o un poco más sufre pérdida post-cosecha. Esto significa que cuatro de cada diez productos se pudren en su camino al consumidor final; la manipulación de los productos, el paso del tiempo, deficiente infraestructura de vías de transporte, empaques inadecuados, fallas y carencias en los procesos de recolección, selección y clasificación son los principales factores de pérdida en post-cosecha, todos estos factores se reflejan en problemas de comercialización por la mala calidad de producto ofrecido y el consecuente desestimulo de la producción; además, la falta

de capacitación, dinero e interés en el asunto son las principales causas para que cada año se incremente esta cifra, la misma que si se evitara podría ayudar en la alimentación de gran parte del país. (Bernal, 2005; La Hora, 2010)

### **1.9.2 Calidad post-cosecha en la pitahaya (*Hylocereus undatus*)**

Según Lezama, Tapia, y Muñoz (2005, p.105), la cosecha consiste en desprender o separar el fruto de la planta, este proceso se determina por la apariencia física y química del producto. En esta fase, la fruta llega a la madurez fisiológica y posteriormente comienza su deterioro. Es importante realizar la cosecha en las primeras horas del día para evitar el incremento de la temperatura del fruto (Brito y Vásquez, 2013, p.29). Se debe tener cuidado con las operaciones realizadas al momento de la cosecha ya que estas influyen en la calidad de la misma durante la post-cosecha y al momento de comercialización. Esto puede ocurrir por daños asociados a la maquinaria utilizada, mal manipuleo y temperatura de traslado (Shewfelt y Prussia, 1993, p.356).

El punto de corte está dado en función del tipo de madurez, el cual es determinado por la apariencia del fruto, este se realiza manualmente con la ayuda de una tijera de podar, haciendo una tajadura en la vaina del fruto, sin causar daños mecánicos. Con el fin de mantener la firmeza de la fruta, es importante darle un manejo adecuado en la cosecha, colocándola finalmente en gavetas limpias, que eviten su contaminación, (Shewfelt y Prussia, 1993, p.356; Brito y Vásquez, 2013, p.29). La cosecha en campo se realiza en cestas de plástico de 52 x 35 x 18 centímetros., en cuyo fondo se colocan hojas de papel en blanco no de periódico. Las cestas se apilan una sobre otras, para esto se debe tener cuidado de no sobrepasar el nivel tope del envase. Las cestas se deben localizar inmediatamente en un sitio seco y fresco, preferible aclimatado. Se recomiendan temperaturas de 4 grados centígrados a 8 grados centígrados, con una humedad relativa del 80 % al 90 %. (Ortega y Pérez, 2010, pág. 26)

Posteriormente se procede a depositar la fruta en las mesas superficie metálica para limpiar, lavar y secar la fruta, para evitar que la humedad se quede en ella y provoque pudrición, posteriormente se procede a pesar, etiquetar, empacar y almacenar la fruta temporalmente hasta su distribución y comercialización. La limpieza de la fruta tiene la finalidad de quitar las espinas, residuos de flores, moscas, hormigas y polvo que pudiera estar presente en el ambiente, La limpieza de la fruta se la realiza con cepillos de cerdas suaves para no estropear la fruta, con movimientos circulares que vayan liberando poco a poco las espinas y demás impurezas. Posteriormente se lava la fruta y se la seca para evitar que la humedad acorte su ciclo de vida, (Ortega y Pérez, 2010, p.40). Y por último procede a seleccionar la fruta según su tamaño por tamaño y peso, apartando las frutas que se hayan estropeado o golpeado en el proceso de cosecha, así como también se separan las frutas

deformes o picadas, una vez seleccionadas se las debe colocar en gavetas plásticas, para su entrega al mayorista.

### 1.9.3 Consideraciones a tener en cuenta para el manejo post-cosecha de la pitahaya

La post-cosecha es el período entre la cosecha y el momento en que es consumido el producto (Zaccari, et al., 2013, p.24). La mala manipulación de la fruta causa lesiones y daños físicos, los cuales incrementan la respiración y producción de etileno, que provocan cambios físicos y químicos como: color, sabor, textura y características propias de la fruta. (Corrales, 2002, p.108)

Las principales operaciones realizadas durante la post-cosecha son:

#### 1. Selección y clasificación:

Es la operación que consiste en agrupar frutos con características físicas homogéneas (diámetro, tamaño y peso), que no tenga residuos provenientes del campo y que el fruto pueda soportar el manejo y transporte. (INEN, 2019, p.5)

▪ **Color.** - El color es una característica física del fruto, que depende del grado de madurez. En la actualidad existen equipos para medir el color del fruto denominados colorímetros, que calculan en escala CIE L\*a\*b (CIELAB), donde, el equipo proporciona valores del coeficiente de luminosidad (L\*), variación de tono verde a rojo (a\*) y la del tono azul a amarillo (b\*) (Sánz y Gallego, 2011, p.55). En la tabla 4-1, se describe la relación entre el cambio de color con los diferentes estados de madurez de la pitahaya.

**Tabla 4-1:** Descripción de los estados de madurez del fruto de pitahaya roja.

ESTADO	COLOR	SUPERFICIE DE LA CORTEZA
Color 0	Verde	Coloración del 5% al 20% en la superficie con visos amarillos
Color 1	Pintón	Coloración amarillo - verde 21% al 40%
Color 2	Maduro	Coloración amarilla del 41% al 80%

Fuente: Adaptado de INEN, (2019)

▪ **Tamaño (diámetro, longitud y masa del fruto).** - El tamaño depende del peso que posee la fruta, además, se relaciona con: la variedad, longitud y diámetros de la misma, según Sénior (2010, p.14) los frutos en estado de madurez tienen aproximadamente entre 200 g y 350 g. En otros estudios realizados por Molina, et al., (2009, p.6) estos pueden llegar a pesar hasta 380 g. El diámetro de la pitahaya puede estar entre 45mm y 90mm y una longitud de 80 a 140 mm (Medina, et al., 2013, p.8) y el Codex Alimentarius (2020), agrupan los diferentes calibres de esta como se muestra a continuación en la tabla 5-1:

**Tabla 5-1:** Calibres de la fruta de pitahaya.

CÓDIGO CALIBRE	PESO (G)
A	110 – 150
B	151 – 200
C	201 – 260
D	261 – 360
E	>361

Fuente: Adaptado de: (Codex Alimentarius, 2020)

- **Firmeza.** - La firmeza está relacionada con el nivel de madurez, las condiciones de manejo del cultivo y la variedad. Para su determinación se utiliza el penetrómetro cuyos resultados se expresan en Newton.
- **Porcentaje de pulpa.** - Este porcentaje es la relación existente entre el peso del fruto y el de la pulpa. Lezama et al. (2004, p.255), mencionan que la pulpa de pitahaya representa el 65% del peso total. En otro estudio realizado por Esquivel y Araya, (2012, p.113) el porcentaje se encuentra entre el 60% al 80%, esto depende de la variedad. En la tabla 6-1, se indica la normativa de los porcentajes de pulpa que debe tener el fruto según el estado y el color.

**Tabla 6-1:** Porcentaje del contenido de pulpa.

ESTADO	COLOR	PULPA (%)
Color 0	Verde	<30
Color 1	Pintón	30 – 50
Color 2	Maduro	>50

Fuente: Adaptado de: (INEN, 2019)

- **Daños del fruto por plagas.** - Existen diferentes insectos, plagas y enfermedades que atacan al fruto en la pre cosecha, mismos que alteran su calidad física y fisiológica. Las principales plagas son: aves y roedores, quienes perforan los frutos, afectando la calidad interna del producto y provocando su rechazo por parte del cliente final, (López y Miranda, 2002, p.38). La antracnosis (*Colletotrichum* sp.), produce daños en el tallo (manchas secas y hundidas) y en casos severos afecta los frutos, (López y Miranda, 2002, 38). Los defectos morfológicos, físicos, fisiológicos, patológicos y otros causados por plagas pueden influir en la calidad del fruto. (Kader, 2002, p.70)

## 2. Limpieza de la fruta:

En la pitahaya se realiza el “despinado” que consta en retirar cuidadosamente las espinas de la misma con un cepillo de cerdas suaves, para que la fruta no se lastime y no exista crecimiento microbiano. (Mora, 2012, p.55)

### 3. Empaque:

Según el Codex Alimentarius, (2020) y la norma INEN (2019), la fruta debe tener un empaque rotulado y pueden estar en cajas de madera, cartón, plástico u otro material. La función de este es proteger al producto de cualquier fuente de contaminación o humedad, garantizando su inocuidad y calidad. Para la exportación el tipo de embalaje dependerá de las normativas vigentes en cada país al que se pretende enviar.

### 4. Almacenamiento:

Para el almacenamiento de la fruta se requieren cuartos fríos con una temperatura entre 3 °C - 8 °C, humedad relativa 85 - 90%, por un período de tiempo máximo de 25 días hasta que la misma sea exportada. (INEN, 2019)

### 5. Transporte:

Es la operación que se realiza para el traslado de la fruta desde la finca hasta el consumidor final, es necesario tener cuidados para que esta no se estropee y llegue en buen estado, para ello se debe utilizar vehículos que tengan control de aire, temperatura, humedad evitando a medida de lo posible la vibración. (Kader, 2002, p.110; García, 2008, p.68)

#### 1.9.4 *Calidad fisiológica de la fruta*

- **Respiración.** - La respiración del fruto es un factor importante, que permite identificar según la tasa de respiración si es de tipo climatérico o no climatérico, según Brito y Vásquez, (2013, p.29) la diferencia está en que la climatérica después de la madurez fisiológica presenta un incremento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y reducción de oxígeno (O<sub>2</sub>), además se incrementa la producción de etileno, ayudando de esta forma a su madurez después de la cosecha, (Rudas, 1995, p.57). Nerd et., al (1999, p.321) y Centurión (1999, p.20) aseguran con otros estudios que la pitahaya es una fruta no climatérica, por lo que la cosecha debe ser realizada cerca a la madurez comercial o la de consumo, pero esto, no garantiza que la misma sufra un deterioro durante el período post-cosecha. (Morales, et al., 2013, 485)
- **Ph.** - Es la relación que existe entre las características organolépticas y la acidez del fruto (Brito y Vásquez, 2013, p.30). Según la norma INEN (2019) la pulpa de pitahaya tiene rangos para estado verde de 4.10 - 4.25, pintón 4.26 - 4.40 y maduro >4.40.

- **Acidez titulable.** - Es el contenido de ácido libre, expresado en porcentaje de ácido cítrico. La pulpa de pitahaya debe estar en rangos: verde >6, pintón entre 6-5 y maduro < 5. (INEN,2019)
- **Sólidos Solubles Totales (SST).** - Hace referencia a la cantidad de sólidos presentes en la fruta y están expresados en °Brix, el nivel máximo de sólidos solubles totales de pitahaya esta entre 13 a 16°Brix (Merten, 2003, p.98; citado en Osuna, et al., 2011, p.63). La norma INEN (2019) señala que estos varían de acuerdo al grado de madurez (color de la corteza), lo que se puede evidenciar con la escala de la tabla 7-1:

**Tabla 7-1:** Porcentaje de sólidos solubles.

-	COLOR	PORCENTAJE (%)
Color 0	Verde	16 - 18 °Brix
Color 1	Pintón	19 - 21 °Brix
Color 2	Maduro	>21 °Brix

Fuente: Adaptado de: (INEN, 2019)

- **Pérdidas post-cosecha del fruto.** - Las pérdidas post-cosecha se encuentran relacionadas con el deterioro del fruto y los cambios químicos, físicos y fisiológicos. Estos pueden originar pérdidas debido a procesos fisiológicos como: la respiración, transpiración y el ataque de agentes biológicos (plagas y enfermedades), lo que ocasiona que se afecten las propiedades nutricionales y las características organolépticas, (Borrero y Urrea, 2007, p.65). Según la FAO (2011) cada año se pierde entre el 40% - 50% en frutas, por un inadecuado manejo post-cosecha. Anualmente, las pérdidas de alimentos causan un impacto negativo sobre la economía mundial de aproximadamente un billón de dólares, esto afecta al consumidor en el costo y la disponibilidad del producto, (FAO, 2011). En América Latina se desperdicia 220kg/persona de fruto al año, desde la producción hasta que llega a los mercados locales. (INTA, 2013, p.39).

### 1.10 Métodos de conservación

Desde el momento en que se cosechan las frutas u hortalizas, se inician procesos físicos, químicos y biológicos, que provocan cambios en su calidad sensorial y sanitaria (Evangelista, 2008, p.285). Con este hecho, la búsqueda de métodos y formas de conservación durante más tiempo y el mantenimiento de la calidad de los alimentos son importantes y destacan en la vida cotidiana con mayor frecuencia. El objetivo principal de la conservación de alimentos es prevenir o al menos posponer los cambios enzimáticos y microbianos, de tal manera que permanezcan viables para el consumo y con excelente calidad por un período más prolongado, (Fontes y Ramos, 2008, p.67). La preservación y conservación de los alimentos están presentes en todas las etapas de consumo, lo que puede realizarse mediante diversos procesos, basados en la reducción total o parcial de

microorganismos y enzimas deteriorantes y también la eliminación de factores predisponentes a la alteración. (Evangelista, 2008, p.287)

Los deterioros que pueden ocurrir en los alimentos afectando su calidad según Fontes y Ramos (2008, p.67) se pueden dividir en dos tipos: deterioros químicos y biológicos. El deterioro químico implica cambios en la calidad de los alimentos inducidos por reacciones físico-químicas y bioquímicas, que ocurren sin o con interacción de factores físicos como oxígeno, dióxido de carbono, agua, luz y otros. El deterioro biológico, por otro lado, se refiere a los cambios derivados del desarrollo de agentes biológicos, como bacterias, hongos, levaduras, parásitos e insectos. Es importante señalar que ambos deterioros provocan cambios en los atributos sensoriales del alimento, como sabor, textura, apariencia, aroma, entre otros, y también en su valor nutricional.

Otros autores también mencionan que las principales causas para la aplicación de métodos de conservación de alimentos se destacan como: la perecibilidad de los alimentos; estacionalidad de las producciones (diferentes temporadas de producción) y distribuciones geográficas de las producciones y centro de consumo, entre otras causas, (Vasconcelos y Melo Filho, 2010, p.250). Es decir, la aplicación de estos métodos contribuye a varios factores para el mantenimiento de los alimentos. Sin embargo, ninguna de estas técnicas por sí sola es lo suficientemente factible, y para lograr la seguridad deseada es necesario llegar a los extremos, evitando pérdidas de calidad. Así, los métodos de conservación se combinan generalmente para una mejor conservación de la calidad de los alimentos, (Wagner y Moberg, 1989, p.143; Fontes y Ramos, 2008, p.67). La elección de los métodos de conservación depende de algunos factores como la naturaleza del alimento (líquido, pastoso o sólido), período de tiempo que se conservará, costo del proceso, si es viable o no y los agentes deteriorantes involucrados, (Vasconcelos y Melo Filho, 2010, 255). Los métodos de conservación incluyen conservación por calor, frío, control de humedad, adición de solutos, ahumado, fermentación, aditivos químicos, irradiación y otros. (Silva Junior, 2002, p.479)

### ***1.10.1 Enfriamiento***

La reducción del calor en los alimentos ayuda a disminuir los cambios bioquímicos y microbiológicos que pueden ocurrir durante el almacenamiento. Según Camargo (2006, p.65), el almacenamiento en frío es uno de los métodos más utilizados en la vida diaria para la conservación de alimentos por la población. El principio de conservación en frío es mantener una temperatura por debajo de la ideal para el crecimiento o desarrollo de microorganismos que puedan provocar cambios indeseables en los alimentos. Evangelista (2008, p.286) menciona que las bajas temperaturas tienen una acción directa sobre los microorganismos, los cuales, en su temperatura sensible, son inhibidos o destruidos. El frío ayuda a retrasar o anular las acciones

enzimáticas y reacciones químicas. Se ha extendido y aplicado refrigeración durante el almacenamiento, prolongando la comercialización de frutas.

En frutos no climatéricos, esta práctica provoca una disminución en la tasa de deterioro, mientras que en frutos climatéricos también se retrasa el proceso de maduración, (Coutinho y Cantillano, 2007, p.52). La refrigeración debe tener temperaturas entre 0 °C y 7 °C. En esta situación, el daño causado en los aspectos nutricionales y sensoriales es más leve, lo que también genera mayores tiempos de conservación, (Camargo, 2006, p.70). Vasconcelos y Melo Filho (2010, p.255) mencionan que el producto alimenticio refrigerado mantiene y conserva las características del alimento fresco (in natura), por lo que se considera un método de conservación temporal, pudiendo ser en días o semanas, debido a que las actividades enzimáticas y los microbios no se evitan, solo se retrasan con el método. Este método todavía se considera caro, ya que la materia prima debe mantenerse refrigerada desde el inicio de su producción o post-cosecha hasta su consumo, obedeciendo todo, la cadena de frío.

### ***1.10.2 Revestimientos***

El uso de películas y coberturas comestibles en los alimentos parece ser una técnica reciente, sin embargo, la aplicación de ceras en frutos cítricos comenzó a usarse desde los siglos XII y XIII en China, para retrasar la deshidratación y mantener su buen aspecto, (Fakhouri et al., 2007, p.110). Actualmente, es común encontrar muchos estudios que involucran a la aplicación de diferentes tipos de recubrimientos, cada uno con un único objetivo, la conservación y mantenimiento de la calidad de los alimentos. Fakhouri et al. (2007, p.115) menciona que los films, films y recubrimientos, cualquiera que sea su forma, tienen la función de inhibir o reducir la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, lípidos, aromas, entre otros factores, ya que tiene la función de promover Barreras semipermeables. Además, pueden transportar factores como: antioxidantes, antimicrobianos y aromatizantes, y/o mantener la integridad mecánica o las características de manipulación del alimento.

En la mayoría de los estudios, el biofilm a base de almidón de yuca se encuentra en varias concentraciones según el estudio aplicado. El almidón de yuca es un producto de bajo precio, lo que facilita su uso en frutas. Este biofilm forma películas transparentes resistentes y se convierte en barreras eficaces a la pérdida de agua, proporciona buen aspecto y brillo, haciendo que los alimentos sean comercialmente más atractivos (Cerdeira et al., 1992 y Lemos; Azevedo, 2003 y Santos et al., 2011). La obtención de biopelículas por almidón de yuca se basa, según Oliveira (2000, p.75) y Lemos (2006, p.85), en el principio de gomificación del almidón que se da a alta temperatura, con exceso de agua. El almidón de yuca, cuando se gelatiniza y enfría, forma películas debido a sus propiedades de retrogradación. En la retrogradación, se forman puentes de hidrógeno y el material

disperso se reorganiza en macromoléculas, dando lugar a la película. Se elimina fácilmente con agua y representa una alternativa potencial al desarrollo de biopelículas para su uso en la conservación de frutos. (Vila et al., 2007)

También se pueden mencionar los recubrimientos de gelatina, que también se ha utilizado con mayor intensidad y las soluciones preparadas a partir de reactivos químicos, que tienden a mantener características, como el mantenimiento de la piel y pulpa de los frutos. El biofilm de gelatina comestible destaca por su fácil digestión, es una proteína y contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales, es de origen animal y es soluble en agua. Sigue siendo de fácil aplicación, además de no ser un producto caro (Lemos, 2006, p.89). Las películas hechas de proteínas tienen excelentes propiedades mecánicas, ópticas y sensoriales, pero son sensibles a la humedad y tienen un alto coeficiente de permeabilidad al vapor de agua. (Gallo et al., 2000, p.165 y Fakhouri et al., 2007, p.102)

La investigación científica demuestra que la biopelícula de gelatina comestible tiene un efecto beneficioso en el tratamiento de frutas y verduras, reduciendo la pérdida de masa, manteniendo el aspecto brillante y realza la apariencia. Como ejemplo, podemos citar el trabajo científico de Zocche, (2010, p.89) con la aplicación de biofilms comestibles en cacerolas, mostrando buenos resultados con la aplicación de biofilm. Las soluciones conservadoras consisten en “evitar o minimizar el oscurecimiento de los tejidos, la pérdida de aroma y sabor, los cambios de textura, la reducción de la calidad nutricional, además de las propiedades antimicrobianas”, ayudando y manteniendo la calidad de las frutas y hortalizas, ya sean, mínimamente procesados o en natural. (Fontes et al., 2008, p.67)

### **1.11 Tratamientos post-cosecha en frutas**

Cualquier proceso (químico, físico, etc.) a que se someta la fruta una vez recolectada es, por definición un tratamiento post-cosecha. Desde tiempo inmemorial se ha intentado retrasar estos efectos por medio del empleo de ceras, recubrimientos y fungicidas principalmente, (Rodríguez, 2000, p.12). Tras las recolecciones, las frutas y hortalizas al ser productos perecederos sufren un proceso acelerado de envejecimiento y degradación, caracterizado por un empeoramiento del estado físico (deshidratación, pérdida de peso, arrugamiento, cambio de color, podrido, etc.) unido a una pérdida de propiedades organolépticas y nutricionales debido al metabolismo del propio fruto. (Cáliz, 2000, p.55)

Actualmente existen dos tipos fundamentales de recubrimientos de frutas:

▪ **Las ceras.** - que son recubrimientos realizados a partir de diferentes familias de ceras autorizadas como aditivos alimentarios (carnaúba, polietileno oxidado, cera de abejas, microcristalina...), resinas (colofonia y shellac) y combinaciones de las mismas. (Centurión et al., 2000, p.31)

- La carnauba es una grasa comestible que se extrae de las hojas de la palma.
- La colofonia es resina de pino.
- La goma laca (shellac) es una resina segregada por un insecto que crece en los árboles en los bosques de la India y Tailandia. Hoy en día el uso de esta resina es muy habitual.

▪ **Los recubrimientos comestibles.** - que están formulados a base de polisacáridos, proteínas, y en ocasiones también con ceras de abejas. Las ceras pueden estar compuestas:

- De una emulsión de ceras.
- De una disolución de resinas (Colofonia + Shellac, Shellac)
- De una combinación de una emulsión de ceras + una disolución de resinas.

Para que las frutas lleguen correctamente a la mesa de cada consumidor, es necesario que todo el proceso que conlleva su producción se realice correctamente. Muchas veces creemos que el trabajo termina cuando se cosecha el mismo, sin embargo, el período post cosecha es el momento donde ocurren las mayores pérdidas de producción. De nada sirve lograr montes vigorosos y altas producciones si luego esa cosecha no va a ser cuidada de la manera correcta. Según fuentes de CropLife Latinoamérica, América Latina desperdicia 78 millones de toneladas de comida cada año. Una gran parte proviene de las pérdidas ocasionadas post-cosecha. Estas pérdidas pueden llegar a afectar hasta el 25% de la producción; donde el mayor factor son las enfermedades ocasionadas por diversos hongos. (Centurión et al., 2000, p.32)

La principal puerta de entrada para los hongos son las heridas. En la mayoría de países el transporte se realiza con camiones, en cajones o bins. Por lo cual, es importante verificar que los mismos no presenten bordes afilados que podrían generar heridas en los frutos. Asimismo, es importante que al momento de apilarlos se mantenga una distancia prudente para evitar que los frutos de los estratos inferiores sean aplastados por el cajón superior. El manipuleo de los frutos deberá ser cuidadoso en todo momento si queremos evitar la aparición de enfermedades. (Artés, 2000, p.35)

Independientemente de los cuidados que se tomen, se deberá realizar un control con fungicidas a fin de prevenir cualquier tipo de enfermedad. Las formas de aplicación de fungicidas son diversas; una de ellas es el “baño de inmersión”. En este caso, los frutos son volcados en tanques, los cuales contienen suspensiones de fungicidas. Es indispensable leer correctamente la etiqueta del

producto que se utilice ya que muchos fungicidas no son solubles en agua, por lo cual será necesario un sistema de agitación. Los frutos deben permanecer de dos a tres minutos en la suspensión. A fin de realizar un tratamiento correcto es necesario verificar la concentración del producto y efectuar cambios periódicos, en los casos que sea necesarios. Otra forma de aplicar fungicida es en forma de lluvia, donde se precisa de un sistema de boquillas instaladas por arriba de cintas transportadoras. Mientras los frutos avanzan por ellas, son rociados con el producto a fin de evitar posibles enfermedades. (Artés, 2000, p.40)

Otra tecnología que permite el cuidado de las frutas y cítricos, es el “encerado”. Una vez que el fruto es separado del árbol comienza a deshidratarse y oxidarse, desmejorando su aspecto. El encerado de los frutos permite, además de mejorar su aspecto y dar brillo, protege de heridas e infecciones, así como disminuye la pérdida de agua, principal razón del desmejoramiento de los frutos. Una particularidad, es que junto con el encerado puede aplicarse los fungicidas. Es importante estar atentos a la lectura de la etiqueta de los productos, para conocer si son compatibles a utilizarse simultáneamente y conocer las dosis a utilizar ya que las mismas difieren si el fungicida será utilizado solo, o en mezcla con ceras. La aplicación de una mezcla de fungicida y cera permite reducir el deterioro de los frutos debido a enfermedades. Esta mezcla puede aplicarse tanto en forma de inmersión como en forma de lluvia fina. Asimismo, un tercer mecanismo consiste en un sistema “tipo cascada”, en el cual las frutas pasan debajo de un flujo constante de la mezcla. (Peppelenbos, 1997, p.57)

Si bien durante todo el período de crecimiento del cultivo se deberá realizar un adecuado control de plagas y enfermedades; desde el momento en que la fruta obtenida es separada del árbol comienza el período más susceptible, el cual ocasiona las mayores pérdidas. Inmediatamente que la fruta sea cosechada deberá ser trasladada al galpón de empaque para su tratamiento. El mismo deberá ser un espacio ventilado, evitando temperaturas excesivamente altas. Asimismo, los operarios deberán contar con la ropa adecuada al momento de manipular los fungicidas. Realizar un correcto manejo post cosecha permitirá aumentar la cantidad y mejorar la calidad de los frutos que llegan a la mesa del consumidor cada día. (Thompson, 1998, p.65)

### ***1.11.1 Principales tratamientos post-cosecha en la pitahaya (*Hylocereus undatus*)***

Estos tratamientos pueden darse dentro de la estrategia post-cosecha antes, durante o después del almacenamiento y clasificado. Los colocamos aquí porque la mayoría de ellos tienen lugar durante el clasificado o después del mismo. En principio, prácticamente todos estos tratamientos son preventivos, lo que lleva en muchos casos a no ser utilizados tanto como se esperaría en

función de los estudios científicos que avalan su uso. En cualquier caso, es posible (aunque no obligatorio) combinar dos o más de estos tratamientos para diseñar tu estrategia ideal.

**a) Tratamientos físicos:**

▪ **Choque térmico.** - La pitahaya es un fruto con alto contenido en azúcares, por lo que es fácilmente atacado por la mosca de la fruta (*Bactrocera* spp.), con especial incidencia en Asia. Tratamientos de aire caliente a 46,5°C durante 20 minutos para la prevención de mosca de la fruta en pitahaya han dado resultados en Vietnam, sin repercusión negativa en la calidad de la fruta. Esta puede ser una alternativa interesante si tienes problemas de mosca de la fruta en tu fruta. (Kader y col, 1985, p.947)

▪ **Radiación (UV y/o X).** - La radiación X ha demostrado no influir en la calidad post-cosecha de la fruta, siendo una herramienta potencial para el control de plagas en post-cosecha de pitahaya. Este tipo de herramientas no está muy explotado en la actualidad por su elevado coste tecnológico y su evidente riesgo sobre la salud de los trabajadores en comparación con otros tratamientos. (Kader y col, 1985, p.950)

**b) Tratamientos químicos:**

▪ **Biocidas.** - Los desinfectantes superficiales de uso alimentario como coadyuvantes son de uso amplio en frutas exóticas como el mango o el aguacate («Citrosol presenta la gama Biocare en Fruit Attraction 2019»). Las sales inorgánicas como el cloruro cálcico y el bicarbonato sódico han demostrado disminuir el crecimiento de fitopatógenos como *Colletotrichum gloeosporioides* y *Alternaria alternata* respectivamente. Los biocidas químicos son las herramientas más empleadas en el tratamiento post-cosecha de pitahaya. Estos tratamientos se aplican mediante bañeras o por dispersores directos sobre la fruta. Hay que tener en cuenta que la aplicación de estos productos requiere un sistema de secado posterior. En función de tu zona de producción tendrás problemas con un fitopatógeno concreto. Evalúa el porcentaje de merma que suponen, y cuánto le cuesta a tu cartera. Es posible e incluso probable que necesites invertir en la incorporación de alguno de estos biocidas en tu proceso productivo. (Yang y Chinan, 1988, p.3)

▪ **1-metilciclopropeno (1-MCP).** - La aplicación de 1-MCP previene la maduración de la fruta, retrasando su senescencia. Esto hace a este compuesto útil para el desarrollo de estrategias para la exportación de esta fruta. Esta tecnología está bien investigada y su efecto está comprobado por varias investigaciones, aunque la industria actualmente no lo emplea principalmente por su precio.

▪ **Extractos naturales.** - Ensayos en pitahaya con extractos de propolis al 0.5% han dado resultados prometedores retrasando la senescencia del fruto. Otro extracto natural con eficacia probada es el quitosano, que a modo de dispersiones al 1% en gotas de 600 mm previene del desarrollo de antracnosis en pitahaya. Existen muchos más extractos naturales que pueden servir de alternativa al empleo de biocidas convencionales. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la principal desventaja de estos extractos es la falta de homogeneidad en los mismos. Estas diferencias dependen mucho del material del que los obtengamos, lo que lleva a que este tipo de tratamiento sea poco reproducible. (Yang y Chinan, 1988, p.5)

**c) Envasado:**

El envasado de pitahaya es el último punto de nuestra estrategia post-cosecha. En este apartado las pautas son claras y las posibilidades mínimas. Una fruta para exportación, que va a viajar más de 5000 km por mar o por avión necesita especial cuidado. Actualmente el transporte aéreo es el más usado por su rapidez. Sin embargo, tiene una desventaja, y es la imposibilidad de mantener una temperatura controlada durante el transporte en la bodega del avión. En ocasiones, se dan pulsos de temperatura alta por retrasos en la carga de bodega o por retrasos en el despacho, que pueden perjudicar la vida post-cosecha y acelerar la senescencia de la pitahaya. En cualquier caso, se recomienda que la fruta sea envuelta en malla de espuma para su transporte. (Kader, 1985, 951)

**d) Consecuencias:**

Diseñar una buena estrategia post-cosecha es sinónimo de aumentar la calidad de tu producto y el dinero de tu bolsillo. En el caso de la pitahaya, hemos hecho un repaso de toda la cadena, desde la recolección al envasado, para intentar ayudarte a optimizar tu producción. En cualquier caso, recuerda que lo más importante es tener una estrategia y no dejar en manos del azar la viabilidad de tu cosecha una vez recogida. Dedícale el tiempo que merece y considéralo una inversión que rentabilizará con creces tu esfuerzo, porque como dice el dicho, más vale prevenir que curar. (Salisbury y Ross, 1994, p.57)

Ante esto muchos podréis responder que, a nivel práctico, es casi imposible que una misma empresa pueda gestionar y supervisar todo el proceso. Esto haría posible que, aunque vosotros diseñéis una buena estrategia post-cosecha, si el eslabón anterior o posterior falla, el resultado final sería igual. Por este motivo, que, por supuesto es cierto, no hay que tener miedo a exigir ni reparo a ayudar. La realidad es que existen mecanismos para «controlar» a los proveedores, pero los siguientes eslabones están algo más olvidados. Ten en cuenta que todos somos parte del sector y cuanto mejor le vaya al que está después de ti, mejor te irá a ti. (Salisbury y Ross, 1994, p.65)

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

La metodología del presente trabajo es una investigación netamente bibliográfica-descriptiva, dado que para realizar la misma se necesitó indagar y explorar algunos documentos bibliográficos obtenidos de varias investigaciones acerca de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), que nos ayudaron a aportar ideas e información acertada del tema propuesto. Es un proceso arduo que utiliza el método científico y varias técnicas para recolectar la información, tratando en lo posible que ésta sea veraz y que contribuya al conocimiento para así poder proponer o modificar teorías. Entre los tipos de investigación, se consideraron las siguientes: la bibliografía, se podría tener en cuenta diversas teorías sobre las características de la pitahaya roja. La descripción, porque favoreció a definir los componentes de este fruto, la identidad de sus beneficios y funciones para aplicarlos en la industria alimenticia.

#### 2.1 Bibliográfica

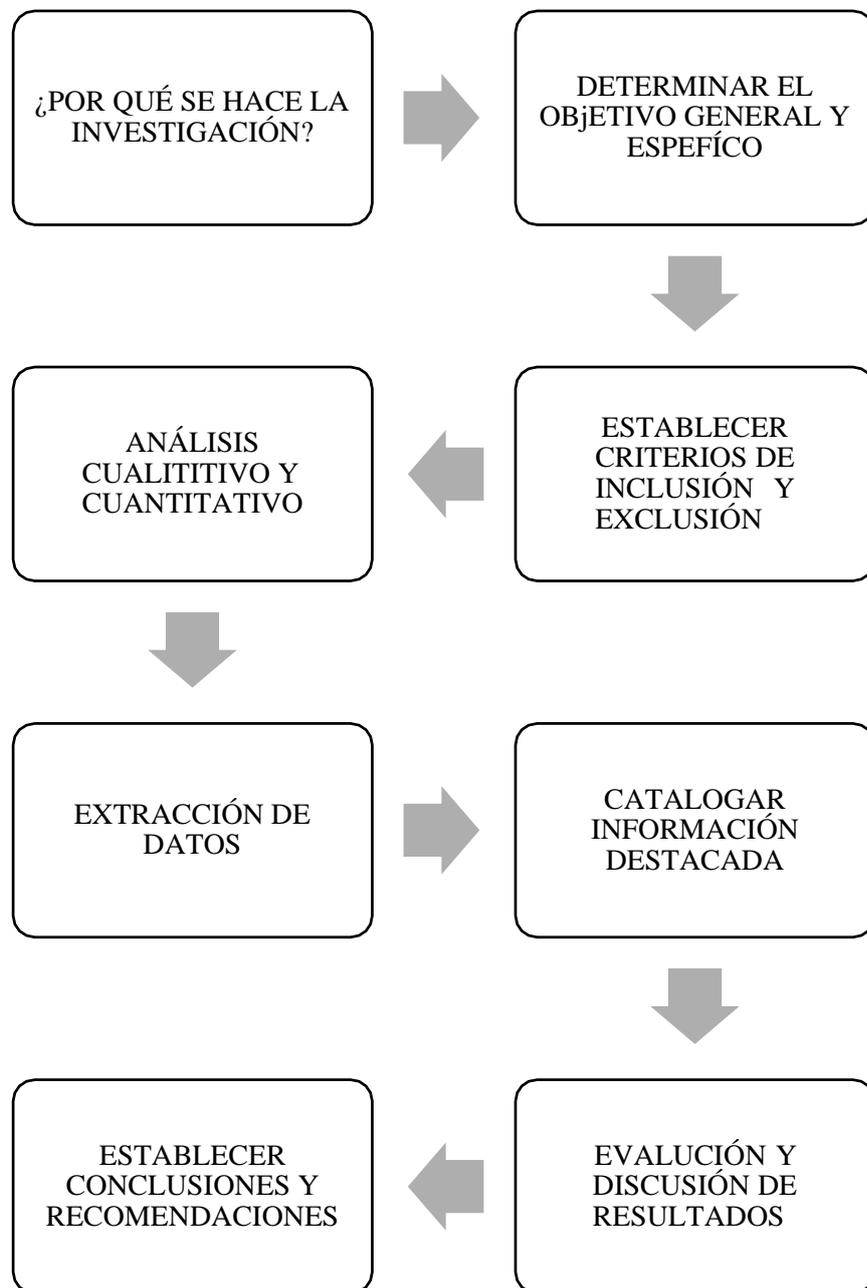
Este estudio se encuentra en la bibliografía definida por (Coelho, 2017, p. 66) como aquella que “aporta datos de fuentes de documentación y contiene información sobre el fenómeno en estudio, como libros, artículos de revistas, publicaciones y otros intereses de investigación”. De acuerdo con el objetivo de este trabajo, la revisión bibliográfica y documental se efectuó a partir del conocimiento de las definiciones y conceptos contenidos en el tema de estudio.

- **Scielo.** - En este repositorio de revistas científicas se pueden hallar artículos del tema objeto de estudio, siempre que se realice una búsqueda exhaustiva.
- **Researchgate.** - Este repositorio tiene revistas científicas de alta calidad y sobre todo se caracteriza por disponer de artículos indexados y aprobados por la FDA y otras entidades.
- **Revistas de la UAN.** - Este repositorio de la UAN está recomendado sobre todo para ámbitos de la industria alimenticia, por lo que es una excelente opción de búsqueda.
- **Repositorios ESPOCH, ESPOL, UDLA.** - Tienen trabajos de titulación en varias áreas como ingeniería ambiental, bioquímica, industria pecuaria, gastronomía.

#### 2.2 Métodos para sistematización de la información

Se estructura un método, el cual iniciará con la búsqueda de conceptos generales sobre la pitahaya, posterior se centrará en propiedades específicas el tipo de pitahaya (*Hylocereus undatus*), con la

finalidad de cumplir con los objetivos del presente trabajo. La sistematización que se llevó a cabo se describe en el gráfico 1-2:



**Gráfico 1-2** Sistematización de la información.  
Fuente: Fernando Morocho (2021)

## 2.3 Criterios de selección

### 2.3.1 Criterios de inclusión:

- Estudios generales de la pitahaya y específicos del tipo de pitahaya estudiada en el presente trabajo; en idiomas de español con un 90%, inglés 5% y de otro tipo de idiomas en 5%.
- Para responder el objetivo principal se incluirá, revisiones bibliográficas, artículos científicos y libros que detallen las características nutricionales principales de la pitahaya roja; también se incluirá estudios experimentales ya publicados acerca de la vida útil de la pitahaya roja con tratamientos post-cosecha.
- Se incorporará estudios de artículos científicos, revisiones bibliográficas y libros, que contengan información que describa las propiedades organolépticas de la pitahaya roja.
- **Pitahaya (aspectos generales, nutrientes, cultivo):** (Bauer, 2003, p.17): A synopsis of the tribe Hylocereeae; (Huachi et al., 2015, p.10): La Granja Revista Desarrollo de la Pitahaya (Cereus SP.); (Le Bellec et al., 2006, p.245): Pitahaya (pitaya) (Hylocereus spp.); (CEZA, 2011): Pitahaya; (Zee et al., 2004, p.3): Pitaya (Dragon fruit, strawberry pear); (Corzo-Ríos et al., 2016, p.61): Frutas de cactáceas: Compuestos bioactivos y sus propiedades nutraceuticas; (Chemah et al., 2010, p.17): Determinación de semillas de pitaya como antioxidante natural y fuente de ácidos grasos esenciales; (Omidizadeh et al., 2011, p.152): Cardioprotective compounds of red pitaya (Hylocereus polyrhizus) fruit.
- **Evaluación de los principales nutrientes de la pitahaya:** Mercado-Silva (2018, p.339): Pitaya-Hylocereus undatus (Haw); ICBF (2018, p.45): TCAC: Tabla de Composición de Alimentos colombianos; Morales de León et al. (2015, p.666): Tablas de composición de alimentos y productos alimenticios. México; Jiménez (1997, 65): Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan; (Mahattanatawee y Manthey, 2006, p.63): Total Antioxidant Activity and Fiber content of select Florida-Grown Tropical Fruits; Nurliyana et al. (2010, p.367): Antioxidant study of pulps and peels of dragon fruits: a comparative study; (Ochoa-Velazco, 2012, p.279): Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (Hylocereus spp).
- **Características organolépticas de la pitahaya:** Centurión Yah (et al. 1999, p.31): Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (Hylocereus undatus) durante su

desarrollo; Ortiz (1999, p.165): Pitahaya. Un Nuevo Cultivo para México; Blanco (2020, p.51): *Hylocereus undatus*: características, hábitat, propiedades

- **Tratamientos postcosecha de la pitahaya:** Lezama, Tapia, y Muñoz (2005, p.105): El cultivo de la pitahaya; (Kader y col, 1985, p.947): Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas; (Salisbury y Ross, 1994, p.65): Fisiología vegetal; (Vargas, 2007): Conservación de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) con atmósferas controladas; (Magaña-Benítez et al, 2010): Frutas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) frigoconservadas a 4°C en atmósferas controladas; (Zebadúa, Fabiola et al, 2017): Efecto del empaque en bolsas de PBD sobre la calidad y vida útil de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su refrigeración; (CASTRO, 2017): Aplicación de recubrimientos y refrigeración en la conservación post-cosecha de pitahaya (*Hylocereus undatus*).

### 2.3.2 *Criterios de exclusión:*

- Artículos, revisiones bibliográficas y libros donde abarque información incompleta, que no pertenezca al tipo de pitahaya estudiado en el presente trabajo.
- Artículos originales en proceso de revisión.

## CAPÍTULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Evaluación de los principales nutrientes beneficiosos de la pitahaya

A igual que para realizar la evaluación de las características organolépticas de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), hemos tomado como referencia el estudio e investigación de varios autores, quienes nos indican sobre los principales nutrientes beneficiosos de la pitahaya. Para una mejor comprensión acerca de esta evaluación adjuntamos la tabla 1-3, sobre la composición nutricional según la investigación realizada por: Mercado-Silva (2018, p.339), ICBF (2018, p.45), Morales de León et al. (2015, p.666) y Jiménez (1997, 65). Ver anexos A y B.

**Tabla 1-3:** Composición nutricional de 100g de pulpa de pitahaya roja.

COMPONENTES	MERCADO-SILVA (2018)	ICBF (2018)	MORALES DE LEÓN ET AL. (2015)	JIMÉNEZ (1997)	PROMEDIO
Agua (%)	89	87,3	87,3	89,4	<b>88,25</b>
Proteína (g)	0,5	0,5	1,4	0,5	<b>0,72</b>
Grasa (g)	0,1	0,1	*	0,1	<b>0,1</b>
Carbohidrato (g)	NE	11,6	13,55	9,2	<b>11,45</b>
Fibra Dietética(g)	0,3	3,3	NE	3,0	<b>2,2</b>
Vitamina C (mg)	25,0	25,0	25,8	25,0	<b>25,2</b>
Calcio (mg)	6,0	26,0	5,0	6,0	<b>10,75</b>
Hierro (mg)	0,4	0,2	0,75	0	<b>0,33</b>
Fosforo (mg)	19,0	26,0	15,0	19	<b>19,75</b>
Tiamina (mg)	0,01	0,01	*	0,01	<b>0,01</b>
Riboflavina (mg)	0,03	0,03	*	0,03	<b>0,03</b>
Niacina (mg)	0,2	0,2	0,37	0,2	<b>0,24</b>
Ceniza (g)	0,5	0,5	0,50	0,5	<b>0,5</b>

Fuente: Fernando Morocho (2021)

**a) Agua:** en la evaluación del componente de agua que tiene la pitahaya, podemos observar un promedio total de 88.25%, siendo Mercado-Silva y Jiménez con un porcentaje de 89% y 89,4% respectivamente quienes sobrepasan este promedio, a diferencia de ICBF y Morales de León que están debajo del promedio con el 87,3%.

**b) Proteína:** en referencia a este componente el resultado de la evaluación nos indica que los investigadores Mercado-Silva, ICBF y Jiménez alcanzan un valor de 0.5g que es menor al del promedio total. Siendo Morales de León quien supere el promedio con un valor de 1.4g.

- c) **Grasa:** sobre la evaluación de la grasa nos podemos dar cuenta que todos los autores coinciden con el valor promedio, siendo este de 0.1g; considerando que el valor de Morales de León no se ha encontrado.
- d) **Carbohidrato:** al evaluar este componente nos podemos dar cuenta que Mercado-Silva no evalúa este elemento, mientras que ICBF casi alcanza el promedio con un valor de 11.6g. Sin embargo, Morales de León supera el promedio con 13.55g, entretanto Jiménez con 9.2g., obtiene un valor sumamente bajo al promedio total que es de 11.45g.
- e) **Fibra Dietética:** con respecto a la evaluación de este elemento, según los datos obtenidos el valor promedio es de 2.2g; evidenciándose que ICBF y Jiménez sobre pasan el promedio con una valoración de 3.3g y 3.0g respectivamente, ocurriendo lo contrario con el valor de Mercado-Silva que es de 0.3g siendo totalmente bajo al promedio total. Morales de León no presenta ningún valor.
- f) **Vitamina C:** en este componente todos los autores coinciden prácticamente con el promedio que es de 25.2 mg, existiendo una diferencia de tan solo 0.2 décimas. Evidenciando de esta manera que el fruto de variedad roja (*Hylocereus undatus*) resalta en su composición nutricional la vitamina C desde el punto de vista funcional.
- g) **Calcio:** de acuerdo a los resultados, la evaluación de este componente nos da como promedio un valor de 10.75mg, en el cual Mercado-Silva y Jiménez coinciden en su valoración de 6.0mg; al igual que Morales de León con 5.0mg, son resultados que están mucho más bajo que el promedio. Lo que al contrario sucede con el valor obtenido por ICBF de 26.0mg, llegando hacer más del doble del promedio total.
- h) **Hierro:** la evaluación de este componente nos da como resultado según Mercado-Silva 0.4mg y Morales de León 0.75mg mayores al promedio que en este caso es de 0.33mg; en cambio el resultado de ICBF de 0.2mg es menor al promedio, mientras que Jiménez obtiene como resultado 0mg.
- i) **Fósforo:** en relación a la evaluación de este elemento podemos manifestar que son elevados de acuerdo a Mercado-Silva y Jiménez que tienen un valor de 19.0mg casi similar al promedio. En cuanto el valor de ICBF 26.0mg viene hacer superior y el de Morales de León 15.0mg inferior al promedio total.
- j) **Tiamina:** este componente en su evaluación coincide con el resultado obtenido como promedio por parte de Mercado-Silva, ICBF y Jiménez con un valor de 0.01mg, mientras que el valor de Morales de León no se ha podido encontrar.

**k) Riboflavina:** al igual que el componente anterior, en este elemento también coinciden Mercado-Silva, ICBF y Jiménez en la evaluación con 0.03mg entretanto no se ha encontrado el valor de Morales de León.

**l) Niacina:** Mercado-Silva, ICBF y Jiménez coinciden en la evaluación de este elemento con una valoración de 0.2mg siendo totalmente inferior al promedio que es de 0.19mg. En relación a Morales de León el valor obtenido de 0.37mg es superior al promedio total.

**m) Ceniza:** para la evaluación de este componente Mercado-Silva, ICBF, Morales de León y Jiménez coinciden en su valor de 0.5mg.

En definitiva, podemos afirmar que la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) posee un alto valor nutritivo. Es rica en calcio, fósforo y vitamina C, cada 100g de pulpa de pitahaya contiene: 88.25 % de agua, 11.45g de carbohidratos, 25.2mg de vitamina C, 10.75mg de calcio y 19.75mg de fósforo; no obstante, es deficiente en hierro y grasa. (tabla 1-3) (Mercado-Silva, 2018, p.139; ICBF, 2018, p.45; Morales de León, 2015, p.666 y Jiménez, 1997, p.65). El nutriente más importante que posee esta fruta es la gran cantidad de vitamina C, que viene hacer fundamental para la formación de dientes, huesos, colágenos y glóbulos rojos. Además, facilita y favorece la absorción de hierro en las células. Tiene un alto poder antioxidante que mantiene al organismo joven y genera resistencia a infecciones. (Costumer, 2007, p.115)

Los compuestos fenólicos que posee esta fruta, los anotamos a continuación en la tabla 2-3, de acuerdo al estudio de varios investigadores. Mirar anexos E y F.

**Tabla 28-3:** Compuestos Fenólicos de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*).

AUTOR	ÁCIDO GÁLICO (mg)	FENÓLICO SOLUBLE TOTALES
Mahattanatawee y Manthey (2006)	83,6	1,07
Ochoa-Velasco (2012)	24,6	-
Nurliyana et al. (2010)	39,87	-
<b>PROMEDIO</b>	<b>49,35</b>	<b>1,07</b>

Fuente: Fernando Morocho (2021)

Al evaluar estos compuestos podemos decir que esta fruta por su coloración rojo-púrpura debería de tener un alto contenido de taninos y otros compuestos fenólicos, los cuales le dan la función de antioxidante natural, lo que nos indica que tiene un alto valor de capacidad antioxidante entre frutas, (Mahattanatawee y Manthey, 2006, p.63). El contenido de compuestos fenólicos es estadísticamente mayor en la pitahaya roja 49,35 mg de ácido gálico/100 ml. de muestra promedio de los resultados realizados por Mahattanatawee y Manthey, Ochoa-Velasco y Nurliyana et al. Probablemente el mayor contenido de compuestos fenólicos en la pitahaya de pulpa roja es debido

a la presencia de pigmentos tales como las betalainas, responsable del color rojo (betaninas). (Slawomir y Mizrahi, 2002, p.50).

Nurliyana et al. (2010, p.367) informaron valores de compuestos fenólicos de 36,12 y 3,75 mg de ácido gálico/100 g de pulpa en pitahaya de la variedad *H. undatus*. Por otra parte, el contenido de compuestos fenólicos en la pitahaya de pulpa roja es superior a lo reportado para otras cactáceas de coloración roja tales como la tuna y la pitaya con valores de 42 y 39 mg de ácido gálico/100g de muestra, respectivamente. (Ochoa-Velazco, 2012, p.279)

### 3.1.1 Evaluación de la composición físico - química de la pitahaya

Se presentan a continuación en la tabla 3-3, los resultados del análisis físico-químico de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) citados por diferentes autores. Observar anexos C y D.

**Tabla 3-3:** Resultados del análisis sobre la composición físico - químico de la pitahaya.

AUTOR	PESO (g)	SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (°BRIX)	pH
Warusavitharana et al. (2017)	481,75	17	5,72
Ocho-Velasco et al. (2012)	571,09	9,3	5,1
Vaillant et al. (2005)	228	8,9	4,5
<b>PROMEDIO</b>	<b>426,94</b>	<b>11,7</b>	<b>4,9</b>

Fuente: Fernando Morocho (2021)

**a) Peso:** Es importante recalcar que el peso y tamaño de los frutos se encuentra en función de la variedad o el cultivo, utilización de buenas prácticas agrícolas, tipo de suelo y condiciones ambientales entre otros, (Cerdas et al., 2006, p.150). Diferentes autores han concluido que las características de mayor relevancia en el fruto de pitahaya son el peso total, peso de pulpa, longitud, diámetro, grosor del pericarpio, sólidos solubles totales, número, longitud y anchura de brácteas, (Castillo-Martínez et al., 2005, p.183). De acuerdo a lo anotado anteriormente, podemos señalar los valores obtenidos referente al peso de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), donde se aprecia un valor de 571.09g de acuerdo a (Ocho-Velasco et al. 2012, p.279) viniendo a ser el más alto. A continuación, tenemos (Warusavitharana et al. 2017, p.31) con un peso de 481,75g, finalmente con un valor de 228g a (Vaillant et al. 2005, p.3) siendo la de menos peso. Como promedio total de esta valoración se determina un peso de 426,94g.

La pulpa de la Pitahaya (*Hylocereus undatus*) representa entre el 60 al 80 % de su peso total, el cual varía en promedio de 200-570g, según su especie (Corzo-Ríos et al., 2016, p.35). Sin embargo, es considerado que la Pitahaya sufre cambios físicos durante su maduración según Vaillant et al. (2005, p.7).

**b) Sólidos Solubles:** El contenido de sólidos solubles es un buen estimador del contenido de azúcar en los jugos de frutas, ya que ésta representa más del 90% de la materia soluble en la mayoría de ellos. Al evaluar estos sólidos en la pulpa de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), (Warusavitharana et al. 2017, p.34) tiene el resultado más alto con 17 °Brix, le sigue con 9.3 °Brix (Ochoa-Velasco et al. 2012, p.279), Vaillant et al. (2005, p.7) tienen un resultado de 8.9 °Brix siendo el más bajo. Esto quiere decir, que, (Warusavitharana et al. 2017, p.34) contiene más sólidos solubles y por ende más contenido de azúcar.

El promedio del contenido de sólidos solubles es de 11,7 °Brix, cabe indicar que el sabor de este fruto depende de la madurez durante su cosecha, factor importante para que la concentración de azúcares sea mayor y de esta manera aumente los sólidos solubles totales (SST) expresados en grados °Brix; los SST que predominan en la Pitahaya son la glucosa y fructosa (Ochoa-Velasco et al, 2012, p.279). Por su concentración los azúcares que identifican a cada una de las variedades de Pitahaya. Para *H. undatus* se reportó SST de 12 °Brix, presentando valores de glucosa (353 - 451g/100g), fructosa (238 - 158 g/100g) y oligosacáridos (86 - 90g/100g) según (Wichienchot et al., 2010, p.34).

**c) pH:** En base al análisis de los contenidos de pH, se presentó diferencias numéricas como las siguientes, (Warusavitharana et al. 2017, p.35) con un pH de 5.72, (Ochoa-Velasco et al, 2012, p.279) con un pH de 5.1, finalmente Vaillant et al. (2005, p.7) con un pH de 4.5, siendo el más bajo lo cual implica que presenta mayor acidez. De acuerdo al promedio establecido por los autores citados el pH es de 4.9, por lo que podemos indicar que el pH de los frutos es inferior a 4.2, lo cual está relacionado con el contenido de ácidos grasos que le dan el sabor agrio al fruto. El sabor presente en la pulpa tiene relación con el valor del pH que va de 4,3 a 4,7 y con acidez titulable entre 2,4 a 3,0 en variedades agridulces y de 0,62 a 0,5 (% de ácido málico) en variedades dulces. (Mercado-Silva, 2018, p.339)

### **3.2 Evaluación de las características organolépticas de la pitahaya**

Para este tipo de evaluación se debe usar mediciones, análisis e interpretaciones que se tienen sobre las características que se pueden percibir de los alimentos, a través de la visión, el olfato, el gusto, el tacto y la audición. (Reglero, 2011, pág. 5). Para realizar la evaluación de estas características en la pitahaya, se estableció como referencia el estudio de varios autores, establecido en la tabla 4-3:

**Tabla 4-3:** Principales características organolépticas de la pitahaya (*Hylocereus undatus*)

AUTOR	COLOR (PULPA)	COLOR (CASCARA)	SABOR (PULPA)	APARIENCIA	AROMA
Centurión Yah et al. (1999)	Blanca	Roja a purpura	Dulce-acida	Brácteas triangulares	Suave
Ortiz H. Y. (1999)	Blanquecina	Roja	-	Brácteas triangulares	Suave
Blanco Lorena (2020)	Blanca	Roja a rosa	-	Brácteas carnosas	-
Corrales-García y Canche-Canche (2008)	-	Roja a rosácea	Dulce	Escamas	-
Zapata María (2007)	-	Roja	Insípido, ligeramente azucarado	Brácteas verdes	Aromática
Medina Pablo y Mendoza Freddy (2007)	Blanca	Roja	Azucarado	Brácteas	Aromático

**Fuente:** Fernando Morocho (2021)

**a) Color.** - Es el primer “filtro” para la aceptación de un alimento ya que puede revelar normalidad o anomalías en un producto. Al evaluar el color intrínseco (pulpa) de este fruto tomando en cuenta los criterios de Centurión al igual que el de Ortiz, Blanco y Medina-Mendoza; basados estos en sus investigaciones, podemos decir que la pulpa de la fruta pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) es blanca considerando que los demás autores no presentan criterios ante este aspecto. El color extrínseco (cascara) presento criterios aproximadamente semejantes; Centurión Yah (et al. 1999, p.31) dice que la cascara de esta fruta es roja a purpura, Ortiz (1999, p.165) indica que la cascara es roja, Blanco (2020, p.51) manifiesta que el color de la cascara de esta fruta es roja a rosa, en cambio Corrales-García y Canche-Canche (2008, p.108) afirman que el color de la cascara es roja a rosácea; Zapata (2007) al igual que Medina y Mendoza (2007) exponen que el color de la cascara de la pitahaya *Hylocereus undatus* es roja.

**b) Sabor.-** Es una combinación de gusto y aroma, es una valoración muy importante al momento de calificar y seleccionar un alimento, para evaluar y determinar el sabor frecuente de esta fruta se compararon los criterios de Centurión que le dio una calificación de dulce-acida a la fruta, Corrales-García y Canche-Canche, en cambio manifiestan que tiene un sabor dulce; Zapata por su parte expresa que el sabor es insípido ligeramente azucarado y por último Medina y Mendoza sostienen que el sabor de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) es azucarado. Siendo un criterio común de los autores antes mencionados se puede decir que el sabor de la pitahaya es dulce, esto puede deberse a la cantidad de carbohidratos que contiene; según Zapata María la pitahaya tiene 9gr/100gr. Otro factor importante al determinar el sabor de esta fruta es el estado de maduración al momento de cosechar. Ortiz y Blanco no emiten ninguna opinión al respecto.

c) **Apariencia.** - La apariencia de un producto es quizás la característica más importante para el consumidor a la hora de la elección de un alimento, ya que las propiedades que se captan por la vista afectan significativamente el control de la selección. Para evaluar este aspecto en la pitahaya, nos basamos en los principios de Centurión, Ortiz, Blanco, Zapata, Medina y Mendoza; en cuyas investigaciones indican que su cascara está cubierta por formaciones salientes llamadas Brácteas de forma triangular, carnosas y de color verde. En cambio, Corrales-García y Canche-Canche a estas formaciones salientes las denominan escamas.

d) **Aroma.** - El aroma es una propiedad organoléptica que viene dada por diferentes sustancias volátiles presentes en los alimentos, bien de manera natural u originada durante su procesado. Los compuestos responsables del aroma son los componentes que están en menor concentración, pero tiene un efecto fundamental en la calidad y aceptación del alimento. Al evaluar esta característica que emite la pitahaya, nos basamos en la investigación de Centurión y Ortiz quienes manifiestan que el aroma de este fruto es suave, por su parte Zapata y Medina - Mendoza sobre este aspecto afirman que aromático. Finalmente cabe indicar que el resto de autores no presentan ningún criterio sobre este aspecto.

Para una segunda discusión acerca de este punto, se tomó como referencia el estudio publicado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba (INCA) Cultivos Tropicales, 2015. En el cual se describen algunos aspectos relacionados con el cultivo de la pitahaya en México. La revisión enfatiza en la importancia de este cultivo, así como su distribución y perspectivas, debido a sus potencialidades para la comercialización y capacidad de aclimatación a ambientes adversos, sobre todo al déficit de humedad en el suelo. Los frutos de la pitahaya se comercializan a altos precios, tanto en mercados locales como internacionales; sin embargo, son escasas las investigaciones sobre su manejo agrotécnico sostenible, sobre todo las relacionadas con el momento óptimo para la cosecha, que permita obtener un producto con mejores propiedades organolépticas para su comercialización a precios ventajosos para el productor.

El color de la cáscara es variable durante el almacenamiento y entre los estados de madurez (inicial, media y completa), presentándose valores de ángulo de matiz que disminuyen gradualmente desde los colores rojo-naranja, rojo y rojo morado, (Baquero y Castro, 2005, p.49). Los frutos de pitahaya cosechados en madurez media y completa, mantienen mejores características del color de la cáscara y en el nivel de sólidos solubles totales durante 12 días de almacenamiento ( $20 \pm 2$  °C), que los frutos cosechados en madurez inicial. Sin embargo, la rápida disminución de la acidez afecta su calidad. Por otra parte, los frutos cosechados en madurez inicial conservan los mayores niveles de firmeza, acidez y vitamina C y mejor relación °Brix/acidez, hasta el día 10 de almacenamiento. (Osuna et al., 2011, p.63)

### 3.2.1 Acidez, sólidos solubles totales y vitamina C

En cuanto a la firmeza, acidez titulable (AT), sólidos solubles totales (SST) y vitamina C, se informan disminuciones durante el almacenamiento. La AT disminuyó alrededor de 80% en los frutos de los tres estados de madurez, pero fue más alta en los cosechados con madurez inicial. Los SST tuvieron un descenso significativo ( $P \leq 0,05$ ) con valores °Brix más altos en frutos con madurez media y completa que en madurez inicial (Osuna et al., 2011, p.66). Se ha encontrado una estrecha relación entre el desarrollo de color y el incremento de SST, donde frutos con 20 días de desarrollo registraron 4,6 °Brix mientras que con 31 días alcanzaron 12,6 °Brix., (Yah et al., 2008, p.4). Referente a este aspecto, me base también en el estudio realizado por el Departamento de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Autónoma Chapingo de México, en la cual se evaluaron frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en estado de madurez comercial de un cultivo del municipio de San Gabriel Chilac, Puebla. Se determinaron las cargas de compresión y deformación de los frutos hasta su límite elástico (CLE) y punto de biocedencia (CPB).

La acidez titulable disminuyó durante el periodo de evaluación (tabla 5-3), observándose que en CLE fue significativa ( $P \leq 0.05$ ) durante los días 2 y 3, lo que coincide con el incremento en la respiración para el mismo tratamiento. Este descenso se debe posiblemente a que sustancias orgánicas como los azúcares, el almidón y los ácidos orgánicos sufren una degradación oxidativa durante el proceso de respiración, transformándose a moléculas más simples, es decir, estas sustancias son consideradas sustratos del metabolismo respiratorio. Usualmente los ácidos orgánicos son utilizados por el metabolismo para incorporarse en el ciclo de Krebs (Taiz y Zeiger, 2010, p.700). Los ácidos pueden ser considerados como reserva de energía del fruto y declinan conforme avanza el tiempo (Wills et al., 1998, p.262). El valor del pH tuvo un incremento aproximado entre 5.2 hasta 5.8, sin mostrar diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; como indica la tabla 5-3. Valores similares son reportados para pitahayas amarillas (5-5.3 a 18 °C), (Rodríguez et al., 2005, p.58). Ver anexos I y J.

**Tabla 5-3:** Acidez, pH y sólidos solubles totales, para cada tratamiento durante los días de almacenamiento.

VARIABLE	DÍAS DE ALMACENAMIENTO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Acidez titulable (% ácido málico)</b>								
SC	0.146 <sup>a</sup>	0.121a	0.098 <sup>a</sup>	0.068b	0.090a	0.075 <sup>a</sup>	0.085a	0.090 <sup>a</sup>
CLE	0.132 <sup>a</sup>	0.102b	0.083b	0.085a	0.980b	0.075 <sup>a</sup>	0.080a	0.085 <sup>a</sup>
CPB	0.137 <sup>a</sup>	0.124a	0.107 <sup>a</sup>	0.081a	0.083a	0.098b	0.083a	0.086 <sup>a</sup>
<b>Ph</b>								
SC	5.35 <sup>a</sup>	5.26a	5.47 <sup>a</sup>	5.64a	5.75a	5.76 <sup>a</sup>	5.71a	5.70b
CLE	5.33 <sup>a</sup>	5.27a	5.46 <sup>a</sup>	5.65a	5.76a	5.67 <sup>a</sup>	5.62a	5.57 <sup>a</sup>
CPB	5.25 <sup>a</sup>	5.44a	5.53 <sup>a</sup>	5.79a	5.77a	5.57 <sup>a</sup>	5.50a	5.53 <sup>a</sup>
<b>SST (°Brix)</b>								
SC	10.30 <sup>a</sup>	12.50b	11.66a	11.00a	11.16a	11.33 <sup>a</sup>	10.60a	9.33 <sup>a</sup>
CLE	10.30 <sup>a</sup>	11.66a	10.66a	10.45a	10.00a	9.66b	10.66a	9.66 <sup>a</sup>
CPB	10.30 <sup>a</sup>	11.50a	10.50a	11.16a	10.83a	10.66 <sup>a</sup>	10.50a	9.00a

Sin Compresión (SC), Compresión hasta Límite Elástico (CLE), Compresión hasta Punto de Biocedencia (CPB), Sólidos Solubles Totales (SST).

**Fuente:** Departamento de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Autónoma Chapingo de México. (Prueba de Tukey). (Szczesniak, 1983; Villaseñor-Perea et al., 2006).

Al término de esta investigación se observaron que los frutos con CLE mostraron incrementos en la velocidad de respiración, producción de etileno y disminución en la acidez titulable como respuesta a la compresión; en CPB se observó metabolismo senescente. La apariencia externa de los frutos fue aceptable hasta el día 4 para CPB, día 6 para CLE y día 8 para los frutos sin compresión.

### 3.3 Evaluación de los principales tratamientos post-cosecha en la calidad final de la fruta

Existen muchos métodos de conservación, una tecnología básica es el uso de bajas temperaturas es una tecnología básica utilizada para frenar el deterioro sin conducir a alteraciones en la maduración u otros cambios perjudiciales, manteniendo los productos en condiciones aceptables durante un periodo tan largo como sea posible, (Wills et al., 1998, p.262). Aunque la reducción de la temperatura o refrigeración se considera una opción para disminuir la velocidad de los procesos metabólicos post-cosecha. (Brecha et al., 2003, p.87)

Tomando como referencia la investigación realizada acerca de la “**Conservación de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) con atmósferas controladas**”. En la cual se utilizaron frutos de pitahaya roja, cosechadas en un huerto localizado en el Estado de Yucatán, México, se cosecharon frutos con un 70% de la superficie de su piel con la coloración roja característica y que estuvieran libres de defectos o daños. Se utilizaron tres atmósferas controladas, dos relativamente bajas con el 1 y el 3% de Oxígeno con balance de Nitrógeno, en cilindros a presión (INFRA de México) y

otra con la composición normal del aire, 21%, la cual se utilizó como control o referencia. Los contenedores fueron almacenados a 12 °C durante 35 días.

Uno de los principales problemas que se puede presentar en los frutos como consecuencia de su almacenamiento en ambientes con muy bajos contenidos de Oxígeno es la producción de acetaldehído y etanol debido a que el fruto se desvía a una respiración anaerobia (Kader, 1985), lo cual puede disminuir sensiblemente su calidad. Al respecto Chang et al. (1982, p.107) señalan que los daños por anaerobiosis o enrarecimiento de la atmósfera circundante a los frutos, pueden deberse, por una parte, a la intensidad de producción y velocidad de acumulación de etanol, debido a la falta de O<sub>2</sub> y/o exceso de CO<sub>2</sub>, y por otra, al tiempo que demore el tejido en catabolizar o eliminar el etanol acumulado después de remover el producto de la atmósfera enrarecida.

Por lo tanto, se puede inferir que el olor a fermentado fue debido a la acumulación del etanol dentro de los contenedores y no en la pulpa del fruto, ya que al irse produciendo fue volatilizado a través de la epidermis de la pitahaya durante el almacenamiento, el cual se elimina una vez que el contenedor es abierto. Se pudo concluir que el almacenamiento en atmósfera controlada con ambas bajas concentraciones de oxígeno favoreció la respiración anaeróbica de la pitahaya, dando lugar a la producción y acumulación de acetaldehído y etanol, sin embargo, sin embargo, la presencia de ambos metabolitos no fue lo suficientemente alta para afectar el aroma y el de los frutos de pitahaya.

De acuerdo al artículo **“Frutas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) frigo conservadas a 4°C en atmósferas controladas” de la Revista Iberoamericana de Tecnología Post-cosecha**. La fruta de pitahaya, es una de las frutas tropicales que bajo condiciones naturales de almacenamiento se deteriora en demérito de su calidad y presentación, y por consecuencia su tiempo de vida útil comercial es corto (de 6 a 8 días en condiciones naturales de almacenamiento), (Centurión et al., 1999, p.20). El manejo post-cosecha de esta fruta exótica aún no se ha desarrollado tecnológicamente, lo que hace evidente la necesidad de realizar estudios en este sentido, que permitan encontrar condiciones de manejo y almacenamiento que permitan incrementar su vida útil, para llegar a los mercados demandantes. En general se desconocen cuáles son las mejores condiciones de almacenamiento de la fruta fresca en atmósferas controladas (mezclando diferentes niveles de concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono) en combinación con la temperatura de frigoconservación, durante diferentes tiempos de almacenamiento.

Para este estudio se obtuvieron frutas de pitahaya de un huerto comercial de Yucatán, considerando como indicador de cosecha un 60 – 80 % de coloración roja en la superficie externa, con 350 ± 50 g, posteriormente se trasladaron al laboratorio de ciencia y tecnología en alimentos

del Instituto Tecnológico de Mérida, en donde se montó el experimento en el sistema de atmósferas controladas (AC). Al final de la investigación se concluyó que los niveles de AC, en dependencia del tiempo de almacenamiento, influyen en la frigoconservación de las pitahayas cuando son transferidas a temperatura ambiente, en comparación a pitahayas con y sin temperatura. Las frutas de pitahaya tratadas con AC conservaron mejor sus atributos de calidad comparadas con aquellas que no recibieron el tratamiento con AC y que las frutas testigo.

Según el estudio realizado sobre el **“Efecto del empaque en bolsas de PBD sobre la calidad y vida útil de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su refrigeración”** por Fabiola Zebadúa, Lourdes Vargas, Sara González, Jorge Tamayo, Enrique Sauri, Alma Centurión. En la cual manifiestan que la calidad y vida útil de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) cosechada con madurez comercial, es de 6 días a temperatura ambiente ( $28 \pm 2^\circ\text{C}$ ) y de 23 días en refrigeración a  $8 \pm 1.5^\circ\text{C}$ , tiempos más prolongados de refrigeración causaron daños por frío (DF) en la piel (hendiduras), que les restó calidad.

En algunos casos los DF, se han podido reducir, sin lograr eliminarlos totalmente, utilizando atmósferas modificadas con películas plásticas semipermeables a los gases de respiración, permitiéndoles incrementar su vida útil. En este estudio, frutas de pitahaya fueron individualmente empacadas en bolsa de polietileno de baja densidad (PBD), con perforaciones y almacenadas por 30 días a  $8 \pm 1.5^\circ\text{C}$ . Después de 15 días de refrigeración, y posteriormente cada 5 días, se transfirió un lote con 25 frutas, cada vez, para su almacenamiento a  $20^\circ\text{C}$ , retirándoles previamente las bolsas, para evaluar el efecto del embolsado sobre su calidad y vida útil, en base a la apariencia, pérdida de peso, acidez titulable, sólidos solubles totales (SST), sabor y aceptación general. Para esto se tomaron 3 pitahayas a la salida de la refrigeración y cada 2 días hasta que las frutas se deterioraron.

Las principales características físicas, químicas y sensoriales que presentaron las pitahayas recién cosechadas, y después de su refrigeración y los días en que estas mantuvieron con calidad de consumo, se reportan en la tabla. Se encontró que la pérdida de peso se fue incrementando mientras mayor fue el tiempo de refrigeración y de almacenamiento a  $20^\circ\text{C}$ , (7.3%), similar a las reportadas por (1) y (7) (6.6 %) y (8 y 11%) en pitahayas refrigeradas sin empaque a  $8$  y  $6^\circ\text{C}$  después de 3 semanas y posterior almacenamiento a  $20^\circ\text{C}$ , respectivamente, a diferencia de que se mantuvieron 4 días más con calidad de consumo, esto indica que con el embolsado, se redujo la pérdida de peso. Así lo podemos observar en la tabla 6-3. Mirar anexos G y H.

**Tabla 6-3:** Variación de las principales características de calidad de la pitahaya empacada en bolsas de PBD.

ASPECTOS	PÉRDIDA DE PESO (%)	SST (°BRIX)	ACIDEZ TITULABLE (%)	VITAMINA C (MG/100G)	SABOR	ACEPTACIÓN
RC	-	12.0	0.60	12.7	5.2/7	7.1/9
15 DR	0.73	10.1	0.46	8.4	5.6/7	7.8/9
15 DR/4-20	4.91	9.6	0.24	8.8	6/7	7.0/9
20 DR	2.2	9.6	0.23	11.0	5.5/7	6.5/9
20 DR/2-20	3.0	9.2	0.27	7.8	5/7	7.3/9
25 DR	4.0	9.1	0.30	6.7	5/7	7/9
25 DR/2-20	7.3	9.7	0.22	7.8	5/7	7.5/9

Recién cosechada (RC), Días de refrigeración (DR), Días de posterior refrigeración (DPR), Sólidos Solubles Totales (SST).

Fuente: Fabiola Zebadúa et al. (2017)

Los SST disminuyeron de 12 a 9.6 °Brix y se mantuvieron prácticamente sin variación hasta que las pitahayas se encontraron aptas para su consumo. El contenido de acidez, disminuyó sensiblemente en un 36% (de 0.60 a 0.22 %). Esto indica que el empaque de las pitahayas en bolsas de PBD no inhibieron los procesos del metabolismo de las frutas y que los ácidos pudieron ser consumidos en los procesos respiratorios. El contenido de vitamina C presentó una variación con altas y bajas, (12.7 a 7.8) durante la refrigeración y posterior transferencia a temperaturas a 20 °C, comportamientos similares fueron reportados por (Centurión Yah, 2002, p.40) al refrigerar pitahayas a 8 °C sin ningún recubrimiento.

El sabor agrídulce de las pitahayas (5/7), se pudo mantener con calidad de consumo 4 días más a menos reportados por (Centurión Yah, 2002, p.45), en frutas refrigeradas sin empaque, esto indica, que el empaque aunado la refrigeración incrementaron la vida útil de las pitahayas. El equilibrio entre la acidez y el dulzor influyen en el sabor de las frutas (Kader et al., 1982, p.950), y este, a su vez, tiene una relación con la aceptación de las mismas. Las pitahayas empacadas en bolsas de PBD, y refrigeradas se mantuvieron por arriba del límite aceptable (6/9) por los consumidores. De acuerdo a los parámetros de calidad evaluados y al aspecto externo que presentaron las pitahayas empacadas en bolsas de PBD, se pudo mantener su calidad por 27 días, incrementando su vida útil 4 días más, que el reportado por (Centurión Yah, 2002, p.46), (23 días) al refrigerar pitahayas sin empaque. Durante el tiempo en que las pitahayas se mantuvieron con buena calidad de consumo, no se presentaron DF.

Según la investigación “**Aplicación de recubrimientos y refrigeración en la conservación post-cosecha de pitahaya (*Hylocereus undatus*)**” realizada por Juliana Cristina Castro en el Centro de Ciencias Agrarias de la Universidad Estadual de Maringá - Brasil. La pitahaya (*Hylocereus undatus*), es una fruta exótica con características diferenciadas, que actualmente se destaca en el mercado por su belleza y agradable sabor, además, la pitahaya también posee atributos como, sabor suave, refrescante, posee propiedades afrodisíacas, así como funcional

donde el aceite de semilla tiene un efecto laxante. Al tener una vida útil de 6 a 8 días, genera un período corto para su consumo y comercialización, que se refiere a productos que no pueden garantizar el producto por un período mayor disponible para los consumidores.

Las pérdidas post-cosecha generan grandes pérdidas y menor disponibilidad y precio para el consumidor. Así, el objetivo es evaluar las características físicas y químicas de frutos de pitahaya con aplicación de diferentes recubrimientos y sometidos a dos temperaturas de refrigeración y ambiente durante el almacenamiento del fruto. Los frutos de pitahaya se recibieron inicialmente en el Laboratorio de Bioquímica de Alimentos / UEM, se seleccionaron, lavaron, higienizaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1%, se secaron y luego se trataron con recubrimientos de almidón de yuca al 2%, solución de gelatina en 2% y solución conservadora (1% de ácido ascórbico, 0,5% de ácido cítrico, 0,7% de cloruro de sodio y 0,25% de cloruro de calcio) por inmersión durante 2 minutos, y también el grupo control, sin tratamiento.

Después de aplicar los recubrimientos y secar los frutos, se almacenaron en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 1$  y  $13^{\circ}\text{C} \pm 1$ ) ya temperatura ambiente ( $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ ) y se evaluaron durante 25 días de almacenamiento a intervalos de 5 en 5 días. Los análisis realizados durante el período de almacenamiento del fruto fueron: pH, acidez titulable, sólidos solubles, Ratio (SS / AT), color de piel (parámetros L \*, a \*, C \*, Hue°), color de la pulpa (parámetros L \* C \* y Hue°), azúcares reductores de glucosa, azúcares totales, fenoles totales, actividad antioxidante y adelgazamiento.

Luego de la evaluación, se pudo notar que los frutos tratados con recubrimientos de gelatina y solución conservadora mostraron mejor apariencia durante el almacenamiento y mayor tiempo de conservación. A temperaturas acondicionadas, la refrigeración a  $8^{\circ}\text{C}$  fue la mejor temperatura para el mantenimiento de los frutos, donde duraron hasta 25 días. Sin embargo, a otras temperaturas,  $13^{\circ}\text{C}$  y temperatura ambiente, los frutos se mantuvieron en buen estado para su consumo en 20 días y 10 días, respectivamente. El uso de recubrimientos mostró una variación en los parámetros fisicoquímicos de pH, sólidos solubles, compuestos fenólicos y pérdida de masa, pero no fue posible notar los mismos efectos para los demás. Con la aplicación de tratamientos se logró mantener la calidad de los frutos por más tiempo.

## CONCLUSIONES

- La pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) posee un alto valor nutritivo. Es rica en calcio, fósforo, y vitamina C, cada 100 g de pulpa de pitahaya contiene: 88.25 % de agua, 11.45g de carbohidratos, 25.2mg. de vitamina C, 10.75mg. de calcio, 19.75mg. de fósforo y 0.72g en proteínas; no obstante, es deficiente en hierro y grasa. Además, presenta un conteo de 426,94g de peso, 11.7 °Brix de SST y 4,9 de pH.
- Las características organolépticas de la pitahaya, presentan tener, un color de pulpa blanca y de cáscara roja, está relacionada con el contenido de ácidos grasos que le da un sabor dulce-acida al fruto; su apariencia está dada por brácteas verdes de forma triangular, siendo de aroma suave y aromático. Por lo que le hace atractiva tanto al mercado nacional como internacional.
- De acuerdo a los métodos de post-cosecha, se determina que, cuando se utiliza la conservación de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) con atmósferas controladas (AC) frente a otros estudios, es el mejor método. Por cuanto se logra incrementar la vida útil de 20 a 30 días, conservando su color rojo característico, sin presentar daños en la piel ni en la pulpa, las brácteas permanecen sanas, la pulpa mantiene buen olor; la firmeza, la vitamina C, la acidez y los °Brix mantienen valores adecuados.
- Presentan grandes beneficios para la salud, por lo que estudios experimentales han demostrado que el consumo de pitahaya ayuda en la reducción de niveles de presión arterial, y por su contenido en pectina; al alivio de problemas estomacales. Asimismo, investigaciones han comprobado el uso de la pitahaya para contrarrestar la obesidad, y enfermedades como la diabetes y cáncer al colon. También es un coadyuvante para la absorción de hierro, es decir, que viene hacer un poderoso anti anémico.

## RECOMENDACIONES

- Aplicar el método de atmósferas controladas (AC) que se refieren al almacenamiento de los alimentos en una atmósfera con una composición diferente a la composición normal del aire, en el tratamiento post-cosecha; y, porque me permite alargar la vida útil de la fruta conservando de mejor manera sus atributos de calidad.
- Profundizar estudios organolépticos ya que la bibliografía disponible es escasa, para conocer la composición y bondades de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), con el fin de conseguir el crecimiento del consumo y exportación este fruto.
- Realizar estudios utilizando la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) como base para alimentos funcionales, por los beneficios que presenta para la salud y conservación de las personas; ayudando a reforzar el sistema inmunológico, aumentando la producción de colágeno, reduciendo el riesgo de sufrir un accidente cerebro vascular y el riesgo de enfermedades cardiacas, entre otros.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO, Jorge & VIZHCO, Cristóbal.** *Caracterización poscosecha de la calidad del fruto de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*).* s.l. : [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Guayaquil; 2002. p. 80.
- ANDRADE, Ramiro; et al.** Influência da fonte de material e do tempo de cura na propagação vegetativa da Pitaya Vermelha (*Hylocereus undatus* Haw). s.l. : Revista Brasileira de Fruticultura 2007. pag.183-186.
- ANGULO, Pedro, & MENDOZA, Fabian.** La pitahaya y sus beneficios nutricionales. Facultad de Nutrición. Universidad de Guayaquil. 2011. p.65. [En línea] <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2142/1/1075.pdf>..
- ARIFFIN, Angel; et al.** Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. s.l. : Food chemistry. 2009. 114: 561-564.
- AZEVEDO, Marco.** O poder de cura de vitaminas, minerais e outros suplementos. s.l. : Reader's Digest. 1° ed., 2003. 45 p.
- BALENDRES, Marcelo; & BENGUA, Jorge.** Diseases of dragon fruit (*Hylocereus* species): Etiology and current management options. s.l. : Crop Protection. 2019. 126: 104920.
- BAQUERO, David & CASTRO, Rodrigo.** Catalasa, peroxidasa y polifenoloxidasa en pitaya (*Acanthocereus pitajaya*): maduración y senescencia''. Colombia : Acta Biológica Colombiana, vol. 10, no. 2, 2005. p. 49.
- BAUER , Richart.** A synopsis of the tribe Hylocereeae F. Buxb. s.l. : Cactaceae Systematics Initiatives. 2003. 17: 3-63.
- BERNAL, Marco.** Poscosecha influye en la mala nutrición. El Universo. Guayaquil - Ecuador. 2005. [En línea] [Citado el: 5 de Diciembre de 2020.] <http://www.eluniverso.com/2005/10/01/0001/71/20363CF99DED48B99>.
- BLANCO, Lorena.** *Hylocereus undatus*: características, hábitat, propiedades. Liferder. 2020. [En línea] <https://www.liferder.com/hylocereus-undatus/>..
- BOONYAPIPAT, Praty.** Study of three fungicides to control anthracnose (*Colletotrichum capsici*) in Chilli (*Capsicum frutescens*): case study from Songhla province, Thailand. . s.l. : Acta Hort. 2013. 973: 103-108.

**BORDOH, Kevin; et al.** Antimicrobial effect of rhizome and medicinal herb extract in controlling postharvest anthracnose of dragon fruit and their possible phytotoxicity. s.l. : Scientia Horticulturae. 2020. 265: 109249.

**BORRERO, Mario; & URREA, Ramiro.** STUDYLIB. [En línea] Módulo Poscosecha. 2018. [Citado el: 4 de Noviembre de 2020.] <https://studylib.es/doc/8500068/modulo-poscosecha>.

**BOTANICAL ON LINE.** [En línea] <https://www.botanical-online.com/>. 2014.

**BRECHA, José; et al.** Maintaining optimal atmosphere conditions for fruits and vegetables throughout the postharvest handling chain. s.l. : Postharvest Biology and Technology. 2003. 27:87-101.

**BRITO, Byron; & VÁSQUEZ, Wilson.** Manual para el control de calidad en pre y post-cosecha de las frutas. Documento Interno del Departamento de Nutrición y Calidad y el Programa. Quito-Ecuador : Nacional de Fruticultura INIAP. 2013. pág. 29-32.

**CAMARGO, Angel.** Conservação pelo frio. [En línea] [Citado el: 8 de Diciembre de 2020.] [www.cena.usp.br](http://www.cena.usp.br). 2006.

**CAMARGO, Angel; & MOYA, Omar.** Influencia del choque térmico en la inhibición de los daños por frío en la pitaya (*Acanthocereus pitajaya*). [Trabajo de pregrado]. Facultad de Ciencias,. Bogotá, Colombia: : Departamento de Farmacia, Universidad Nacional de Colombia. 1995.

**CARDOZO & BURGOS.** [En línea] [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19680/64907\\_63957.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19680/64907_63957.pdf?sequence=1&isAllowed=y). 2013. p.45.

**CASTILLO, Mario; LIVERA, Marco y MARQUEZ, Guido.** . *Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya (Hylocereus undatus)*. 2005. Agrociencia 39:183-194..

**CASTILLO, Ramiro; & LIVERA, Marco.** REDALYC. 2005. p.183. [En línea] <https://www.redalyc.org/pdf/302/30239206.pdf>..

**CASTILLO-MARTÍNEZ, Raúl et al.** *Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya (Hylocereus undatus)*. s.l. : Agrociencia. 2005. p. 39:183-194.

**CASTRO, Juliana Cristina.** *Aplicación de recubrimientos y refrigeración en la conservación post-cosecha de pitahaya (Hylocereus undatus)*. s.l. : Centro de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal de Maringa - Brasil. 2017.

**CENTURIÓN, Yah.** Fisiología de la Maduración y Conservación de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) Tesis Doctoral. [aut. libro] serva. s.l. : Instituto Tecnológico de Mérida. 2002.

**CENTURIÓN, Yah.** Guía práctica para el manejo postcosecha de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). México : Instituto Tecnológico de Mérida, 1999. 20 p., ISBN 978-970-18-6765-5.

**CENTURIÓN, Yah; et al.** Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. s.l. : Fitotecnia Mexicana. 2008. (31):1-5.

—. Variación de las principales características de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su maduración postcosecha. s.l. : Horticultura Mexicana, 1999. vol. 7, no. 3, p. 419-425.

**CERDAS, Mario; et al.** Manual de manejo pre y poscosecha de PITAHAYA. s.l. : Ministerio de Agricultura y ganadería. Centro de investigaciones agronómicas. 2006. p.150.

**CEZA.** Universidad de Chile, (ed.) Pitahaya. 2011. [En línea] <http://www.provar.uchile.cl/doc/PITAHAYA%202011.pdf>.

**CHANG, Lin; et al. .** *Ethanol, alcoholdehydrogenase and pyruvate descarboxilase in storage roots of four sweet potato cultivars durins simulated flood damage and storage. s.l. : J. Amer. Soc Hort. Sci 107. 1982.*

**CHAVEZ, Santiago & STEVENSON, Yadal.** Estudio del comportamiento de algunos parámetros, durante el curso de maduración de la pitaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw). Tesis (Magister en Ciencias Farmacología). Bogotá : Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias. 1992. 43 p.

**CHEMAH; et al.** Determinación de semillas de pitaya como antioxidante natural y fuente de ácidos grasos esenciales. s.l. : International Food Research Journal, 2010.17: 1003-1010.

**CODEX ALIMENTARIUS, s.f.** [En línea] [Citado el: 10 de Diciembre de 2020.] [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFFV/ccffv15/ff15\\_11s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFFV/ccffv15/ff15_11s.pdf).

**CORRALES, José.** *Caracterización postcosecha, aprovechamiento e industrialización de pitayas y pitahayas.* s.l. : Edición: Primera EdicionEditorial: Universidad Autonoma Chapingo, CIESTAAM Editora: 2002. Rita Schwentesi Rindermann ISBN: 968-884-890-5.

**CORZO-RÍOS, Luis et al.** *Frutas de cactáceas: Compuestos bioactivos y sus propiedades nutraceuticas. .* s.l. : En: Ramírez, M. (Ed.). Propiedades Funcionales de Hoy. OmniaScience. España. 2016. Pp 35-66.

**CORZO-RIOS, Luis; et al.** *Frutas de cactáceas: Compuestos bioactivos y sus propiedades nutraceuticas.* s.l. : En: Ramírez, M. (Ed.). Propiedades Funcionales de Hoy. OmniaScience. España. 2016.

**COUTINHO, Eduardo; & CANTILLANO, Ramiro.** Conservação pós-colheita. 2007. [En línea] [Citado el: 8 de Diciembre de 2020.] [www.sistemasdeproducao,cnptia.embrapa.br](http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br)>..

**DE LIMA, Carlos et al.** *Physico-chemical characteristics, polyphenols and yellow flavonoids in fruits of commercial and wild pitaya species from the Brazilian Savannas. Características físico-químicas, polifenó polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias . s.l. : comerciais e nativas do cerrado Rev Bras Frutic 2013;35(2):65-570.*

**ESQUIVEL & ARAYA.** Pitahaya (Hylocereus sp) fruit characteristics and in potencial use in the food industry. [En línea] Escuela de Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica 2012. <http://www.rvcta.org>. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

**ESQUIVEL, Angel.** Características del fruto de la pitahaya (Hylocereus sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. s.l. : Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2012. 3, 113-119.

**ESQUIVEL, Pablo.** *Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima.* s.l. : Agronomía Mesoamericana, vol. 15, no. 2, 2004, pp. 215–219, ISSN 1021-7444, 2215-3608.

**ESQUIVEL; & ARAYA.** Características del fruto de la pitahaya (Hylocereus spp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. Venezuela : Cienc. Tecnol. Alim. 2012. 3(1):113-129.

**EVANGELISTA, Juan.** Conservação de alimentos. s.l. : In: Tecnologia de Alimentos. 2 ed. Editora Atheneu. 2008. p. 285-287.

**FAKHOURI, Fabian; al., et. 2007.** Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. s.l. : Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2007, 2007.

**FAO.** Nutrientes en los alimentos. EC. Consultado 18 ago. 2016. Formato PDF. 2011. [En línea] <http://www.fao.org/>.

**FAO-PRODAR.** FAO 2006. [En línea] [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/PITAHAYA.H TM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/PITAHAYA.H TM).

**FIGUEROA, Richart; et al.** Actividad antioxidantede antocianinas presentes en cascara de pitahaya(hylocereus undatus). s.l. : Iberoamericano de Tecnologia. 2011. 12(1): p. 44 - 50.

**FLORES, Kevin.** Determinación no destructiva de parámetros de calidad de frutas y hortalizas mediante espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano. Obtenido de Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba. 2009. [En línea] [Citado el: 15 de Diciembre de 2021.] <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/2070/9788478019427.pdf?>.

- FONTES, Pablo; & RAMOS, Eduardo.** Conservação de alimentos: térmica e não-térmica. In: Ferramentas da ciência e tecnologia para a segurança dos alimentos. Brasil : Fortaleza: Embrapa Agroindústria tropical: Banco do Nordeste do Brasil. 2008. p.67.
- GALLO, Fernando.** Manual de fisiología, patología post-cosecha y control de la calidad de frutas y hortalizas. s.l. : (2 da. ed.). Colombia: KINESIS. 2000.
- GALLO, Fernando; et al.** In vitro propagation of *Notocactus magnificus*. s.l. : Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2000. 84:165 - 169.
- GARCÍA, Luis.** Physical, Chemical, and Antioxidant Activity Characterization of Pitaya (*Stenocereus pruinosus*). s.l. : Fruits. [versión electrónica]. Plant Foods Hum Nutr. 2013. 68. 403-410.
- GARCÍA, Luis; et al.** García-Cruz, L.; Salinas-Moreno, Y. y Valle-Guadarrama, S. ‘‘Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* H.)’’. México : Revista fitotecnia mexicana, vol. 35, 2012. SPE.5, pp.
- GARCÍA, Marco.** Pitaya: cosecha y poscosecha. Colombia : CORPOICA. 1ra edición. 2008.
- GARNICA, Germán; & QUINTERO, Eduardo.** *Estudio preliminar de la influencia de las bajas temperatura sobre algunas características de la maduración de la pitahaya amarilla (Alcanthocereus pitajaya)*. Bogotá. 2010 : Tesis de magister en Ciencias Farmacología, Facultad de Ciencias. CO. 43 p..
- GAZIS, Roberto; et al.** First Report of Cactus Virus X in *Hylocereus undatus* (Dragon Fruit) in Florida. s.l. : Plant Disease. 2018. 102(12): 424-437.
- GONZÁLEZ, Ricardo; & RICARDO, Gonzalo.** Estudio de la biología floral y agentes que polinizan el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt y Rose). s.l. : Universidad Nacional Agraria. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 2015. 65 p.
- GORDÓN, José.** *Propuesta de mejoramiento de manejo poscosecha en hortalizas producidas en un sistema campesino asociativo*. Quito : 2010.
- GUERRERO, Marco.** Estudio del manejo poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) procedente del cantón Pedro Vicente Maldonado de la provincia de Pichincha. Tesis de pregrado. s.l. : Escuela Politécnica Nacional. 2014.
- GUZMAN, Roberto.** Fertilización de la pitahaya. Trabajo pre-sentado en el primer encuentro nacional del cultivo de la pitahaya. San Marcos, : Carazo Nicaragua. 1998. p.80-82.

**HUACHI; et al.** *La Granja Revista Desarrollo de la Pitahaya (Cereus SP.) En Ecuador.* Cuenca : LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida. 2015. Vol. 22. Universidad Politécnica Salesiana.

**ICBF.** Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. TCAC: Tabla de Composición de Alimentos Colombianos. 2018. [En línea] [Citado el: 23 de Diciembre de 2020.] [https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac\\_web.pdf](https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac_web.pdf).

**INEN, s.f.** *Norma Técnica Ecuatoriana. Conservas Vegetales. Jaleas de frutas. Requisitos. Primera revisión. 2019.*

**INTA.** (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agrícola), Cultivo de la Pitahaya. Guía tecnológica 6. Ed. Managua : H Obregón O, NI, DSA-INTA. 2013. 39 p.

**JIMÉNEZ, Carlos.** *Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan.* s.l. : Revista Digital Universitaria, 1997. pp. 65.

**KADER.** Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas. California : Universidad de California. 2002. p. 55-75.

**KADER, Anser; et al. 1982.** Postharvest quality of fresh and coned clingstone peaches as influenced by genotypes and maturity at harvest. s.l. : J. Amer. Soc. Hort. 1982. Sci. 107 (6): 947-951. , 1982.

—. Postharvest technology of horticultural crops. s.l. : University of California Special Publication No. 3311. 1985.

**KIM , Jhon; et al.** First report of Cactus virus X infecting *Hylocereus undatus* in Korea. s.l. : Plant Disease. 2016. 100: 2544-2544.

**KOROTKOVA; et al.** PHYTOTAXA. [En línea] Un marco filogenético para el Hylocereeae (Cactaceae) e implicaciones para la circunscripción de los géneros. 2017. p. 115. <https://www.biotaxa.org/Phytotaxa/article/view/phytotaxa.327.1.1>.

**LA HORA.** Grandes facultades de la pitahaya. 2010. [En línea] <https://lahora.com.ec/noticia/1101491319/grandes-facultades-de-la-pitahaya>.

**LE BELLEC; & VAILLANT.** Pitahaya (pitaya) (*Hylocereus* spp.). s.l. : Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits 247-273e. 2011.

**LE BELLEC; et al.** Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Una nueva cosecha de frutas, un mercado con futuro. s.l. : Frutas 61 (4), 237-249. Doi: 10.1051 / frutos: 2006021. 2006.

**LE, Vein.** Jircas. [En línea] [Citado el: 10 de Diciembre de 2020.] <http://ss.jircas.affrc.go.jp/kanko/sympo/sympo9/>. 2002.

**LEMOS, Olmos.** Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão “Magali R”. Bahía : Dissertação de mestrado. 2006.

**LEZAMA, Andrés; et al.** El cultivo de la pitahaya. Texcoco. 2005. p. 105. [En línea] [Citado el: 27 de Noviembre de 2020.] <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/EI%20cultivo%20de%20la%20Pitaha>.

—. El cultivo de la pitahaya. [En línea] Texcoco, MX. 2005. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/EI%20cultivo%20de%20la%20Pitahaya.pdf>.

—. *El cultivo de Pitahaya*. Puebla : SAGARPA. 2004. p. 45.

**LI, Din; al., et.** Homozygote Depression in Gamete-Derived Dragon-Fruit (*Hylocereus*) Lines. s.l. : *Frontiers in Plant Science* 8: 2142. 2018.

**LOGRIECO, Adun; et al.** Alternaria toxins and plant diseases: An overview of origin, occurrence and risks. s.l. : *World Mycotoxin Journal* 2: 129-140. 2009.

**LÓPEZ, Hernán; & MIRANDA, Andrés.** Cultivo de la Pitahaya. Guía Tecnológica 6. Nicaragua : Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. INTA. 2020. 38 p.

**LUNA, Manuel; & AGUIRRE, Rodrigo.** Clasificación tradicional, aprovechamiento y distribución ecológica de pitaya mixteca en México. s.l. : *Interciencia* 26: 18–24. 2006.

**MAGAÑA-BENÍTEZ et al.** Frutas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) frigoconservadas a 4°C en atmosferas controladas. s.l. : *Revista Iberoamericana de TecnologíaPostcosecha*, 2010.

**MAHATTANATAWEE, Kevin; & MANTHEY, Jhon .** *Total Antioxidant Activity and Fiber content of select Florida-Grown Tropical Fruits*. . s.l. : *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2006. Vol 54. 7355-63 p.

**MARTÍNEZ.** *Opinión sobre la producción y comercialización de la pitahaya en Costa Rica*. s.l. : Entrevista. 2008.

**MARTÍNEZ, Carlos.** *Relaciones entre genotipo, productividad y calidad de fruto en pitahaya (*Hylocereus spp.*)*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. s.l. : Montecillo, Texcoco, México. 2011. 66p.

- MASANTO; et al.** *First report of necrotic spot disease caused by Cactus virus X on dragon fruit (Hylocereus spp.) in Peninsular Malaysia.* s.l. : Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia 22: 1-12. 2018.
- MEDINA, Jorge; et al.** Generalidades del cultivo. Tecnología para el manejo de pitaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel). Moran en Colombia. Palmira, Valle del Cauca. : CO. CORPOICA. 2013. p. 8-1.
- MEDINA, Pablo; & MENDOZA, Freddy.** ELABORACION DE MERMELADA Y NECTAR A PARTIR DE LA PULPA DE PITAHAYA Y DETERMINACION DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR EL METODO DPPH (1,1 DIFENIL-2- PICRIL HIDRAZILA). 2007. [En línea] <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2142/1/1075.pdf> .
- MERCADO-SILVA, Ermel.** Pitaya-*Hylocereus undatus* (Haw). s.l. : Exotic Fruits. 2018. 339-349.
- MERTEN, Sebas.** A Review of *Hylocereus* Production in the United States. s.l. : J. Prof. Assoc. Cactus Develop. 2003. 1: 98-105.
- MIZRAHI, Yordi. 1999.** Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. In: J. Janick (ed.). Alexandria, Virginia, USA. : Perspectives on New Crops and New Uses. American Society of Horticultural Science, 1999. p. 358-366., 1999.
- MIZRAHI, Yordi; et al.** Cactus como cultivos. Reseña de horticultura. 2010. 18: 291-320.
- MOLINA; et al.** Producción y exportación de la fruta pitahaya hacia el mercado Europeo. Guayaquil EC. pp. 1-8. : Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Economía y Negocios. 2009.
- MONTESINOS, Jorge; & RODRIGUEZ, Luis.** SCIELO. 2015. p. 67-76. [En línea] <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36s1/ctr07s115.pdf>..
- MORA, Diego.** Manejo fitosanitario del cultivo de pitahaya. (1ra. ed.). Bogotá, Colombia : ICA. 2012.
- MORALES DE LEÓN, Jorge; et al.** Tablas de composición de alimentos y productos alimenticios. México : CIA. Periodística Esto S.A DE C.V. 2015. 666 pp.
- MORALES, José; et al.** Consecuencias de la domesticación de *Stenocereus stellatus* en el tamaño de las semillas y en la germinación en un gradiente de estrés hídrico. s.l. : Botanical Sciences. 2013. 91(4): 485-492.

- NERD, A y GUTMAN, F. y MIZRAHI, Y et al. 1999.** ‘‘Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae)’’. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 17, no. 1. s.l. : pp. 39-45, ISSN 0925-5214, DOI 10.1016/S0925-5214(99)00035-6., 1999.
- NERD, A y MIZRAHI, Y. 1997.** Reproductive biology of cactus fruit crops. s.l. : *Horticultural Reviews* 18: 321-346, 1997.
- NERD, A.F. y MIZRAHI, G. 1999.** Ripening and postharvest behavior of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). s.l. : *Postharvest Biology Technology* 17:39–45., 1999.
- NERD, Artur.** Reproductive biology of cactus fruit crops. s.l. : *Hort. Rev.* 1997. 18:321-346.
- NJOMBOLWANA, Niuton; et al.** Evaluation of curative and protective control of *Penicillium digitatum* following Imazalil application and wax coating. s.l. : *Postharvest Biology and Technology*. 2013. 77: 102-110.
- NURLIYANA, Raúl et al.** *Antioxidant study of pulps and peels of dragon fruits: a comparative study.* . s.l. : *International Food Research Journal*. 2010. 17:367-375.
- OBENLAND, Dany; et al.** *Impact of storage conditions and variety on quality attributes and aroma volatiles of pitahaya (*Hylocereus* spp.).* s.l. : *Scientia Horticulturae*. 2016. 199: 15-22.
- OCHOAO-VELASCO, César; et al.** Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp). s.l. : *Scientia Agropecuaria*. 2012. 3: 279-289.
- OCHOA-VELASCO, Carlos.** *Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp).* s.l. : *Scientia Agropecuaria*. 2012. 3: 279-289.
- OIRSA.** Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Nicaragua. Manual Técnico buenas prácticas de cultivo en pitahaya. 2007. [En línea] <http://www.oirsa.org>.
- OLIVEIRA, Viena.** Cultivo in vitro de gerbera (*Gerberajamesonii* H. Bolus) y su aclimatación en invernadero. s.l. : *Bioagro*. vol. 12, no. 3, 2000, p. 75-80.
- OMIDIZADEH; et al.** Cardioprotective compounds of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit. s.l. : *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2001, 9(3-4), 152-156.
- ONOFRE, Noe; & ESPERANZA, Víctor.** ‘‘Proyecto de prefactibilidad de exportación de pitahaya fresca al mercado inglés’’. s.l. : Tesis de grado de la Universidad Tecnológica Equinoccial. 2004. EC.26 p.

- ORTEGA, Yordi; & PÉREZ, Mario.** Estudio de mercado de la pitahaya hacia Holanda (tesis de pregrado). Guayaquil, Ecuador. : Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 2010.
- ORTIZ, Hernán.** Pitahaya. Un Nuevo Cultivo para México. s.l. : Series Biotecnológicas. Ed. 1999.
- OSUNA Edgar; et al.** Calidad poscosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. México : Rev. Fitotec. 2011. 34: 63-72.
- OSUNA, Edgar; al., et.** “Calidad poscosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez”. México : Revista Fitotecnia. 2011, vol. 34, no. 1, pp. 63-72, ISSN 0187-7380.
- PENG, Cian; et al.** *Molecular identification of Cactus virus X infecting Hylocereus polyrhizus (Cactaceae) in Hainan island, China.* s.l. : Plant Disease, 2016, 100: 1956.
- PINTO, Mario, & MOZO, Aníbal.** *Módulo: Manejo de Cosecha y Postcosecha de los frutos.* s.l. : CORPOICA. 2012. p. 78.
- QUIROZ-GONZÁLEZ, Byron; et al.** *Identificación de variables correlacionadas con el daño por frío en Pitahaya (Hylocereus undatus Haworth).* s.l. : Agrociencia, 2017, 51: 153-172.
- RAMASWAMY, Hertz.** *Post-harvest Technologies of Fruits & Vegetables.* Pensilvania, USA : DEStech Publications, 2015, Inc. 364 pp.
- REGLERO.** Conceptos Básicos. Importancia del (AS) en la Industria Alimentaria. Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Madrid (UAM):. 2011. [En línea] [Citado el: 20 de Diciembre de 2020.] <https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chromeinstant&>
- RIOS, Mario; & BORGTOFT, Hansel.** Uso y manejo de recursos vegetales: Memorias del Segundo Simposio Ecuatoriano de Etnobotánica y Botánica Económica. Quito : ABYA-YALA. 1997. p.78.
- RODRÍGUEZ, Carlos.** “*Producción y comercialización de pitahayas en México*”. México : Claridades Agropecuarias. 2000. No. 82, pp. 3-22, ISSN 0188-9974.
- RODRÍGUEZ, Carlos; et al.** Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). Medellín : Revista de la Facultad Nacional de Agronomía. 2005. 58(02): 2827-2857.
- RUDAS, Omar.** Contribución al estudio de las condiciones de almacenamiento en frío de la pitahaya (*Acanthocereus pitahaya*). Tesis (Magister en Ciencias Farmacología). Colombia : Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. 1995. 57p.

- SALISBURY; & Ross,** . *Fisiología vegetal. Gpo.* . s.l. : Editorial Ibero México, DF. 1994. p. 65.
- SÁNCHEZ.** Pitahaya 1984. p. 8. [En línea] [Citado el: 20 de Noviembre de 2020.]  
cdigital.dgd.uanl.mx/te/1080124410. Pdf..
- SANTOS, Angel; et al.** Influência de Biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas “Tommy Atkins”. Recife : Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 2011, v.6, n.3, p.508-513.
- SÉNIOR, Angel.** Colombia brilla con pitahaya amarilla. *Sembramos 13, 2010. p. 14.*
- SHEWFELT, Ruswel, & PRUSSIA, Sait.** Postharvest handling. A systems approach. s.l. : Academic Press, 1993. Inc. 356 pp.
- SIDDIQUI, Yan; & ALI, Amir.** Colletotrichum gloeosporioides (Anthracnose). Postharvest Decay. s.l. : Control Strategies. 2014, Pp. 337-371.
- SILVA, Junior.** Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos. São Paulo. : Livraria Varela 5.ed. 2002. p.479.
- SLAWOMIR, Wilson; & MIZRAHI, Yen.** *Fruit flesh betacyanin pigments in Hylocereus Cacti.* s.l. : Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2002. p.50: 6086-6089.
- STINTZING, Cris et al.** *Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices.* . s.l. : European Food Research and Technology. 2003. p. 216:303-311.
- TAIZ, Le; & ZEIGER, Erse.** Plant physiology. s.l. : Sinauer Associates, 2010. Inc. 700 p.
- VAILLANT, Fredy et al.** *Colorant and antioxidant properties of red pitahaya (Hylocereus sp.),* . s.l. : Fruits 60 (2005) p. 1–7.
- VALENCIA-BOTÍN; et al.** A brief overview on pitahaya (Hylocereus spp.) diseases. s.l. : Australasian Plant Pathology. 2013. 42: 437-440.
- VARGAS, Lourdes et al.** Conservación de frutos de pitahaya (Hylocereus undatus) con atmósferas controladas. Yucatan, México : V CONGRESO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGÍA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES, 2007.
- VASCONCELOS, Matius; & MELO FILHO, Abath.** Conservação de alimentos. Recife: EDUFRPE. 2010.
- VÁZQUEZ, Hernán.** Técnicas alternativas para el control de enfermedades fungosas en frutos de Pitahaya (Hylocereus undatus). Montecillo, Texcoco, Edo. De México : Tesis Colegio de Posgraduados. 2006. 114 pp.

- VILA, Matius; al., et.** Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. s.l. : Ciência e Agrotecnologia, 2007. v.31, n.5,p. 1435 – 144.
- VILAPLANA; et al.** Control of black rot caused by *Alternaria alternata* in yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) through hot water dips. s.l. : LWT- Food Science and Technology. 2017. 82: 162-169.
- WAGNER, Miky; & MOBERG, Louis.** Present and future use of traditional antimicrobials. s.l. : Food Technology. 1989. 43(1), 143–147, 155.
- WARUSAVITHARANA, Angus et al.** *Performance of dragon fruit (Hylocerus undatus) in the low country wet zone (LCWZ) of Sri Lanka.* s.l. : Acta Horticulturae. 2017. 1178: p. 31-34.
- WILLS, Richart; et al.** Post-harvest, An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. Sidney, Australia. : Press-CAB International. 1998. 262 p.
- WOJCIECHOWSKA, Edwar; et al.** Chlorogenic acid, a metabolite identified by untargeted metabolome analysis in resistant tomatoes, inhibits the colonization by *Alternaria alternata* by inhibiting alternariol biosynthesis. s.l. : European Journal of Plant Pathology. 2014. 139: 735-747.
- WU, Le; et al.** First report of a stem and fruit spot of pitaya caused by *Aureobasidium pullulans* in China. s.l. : Plant Disease, 2017. 101: 249-250.
- YAH, Ali; et al.** “Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo”. México : Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 31, no. 1, 2008. pp. 1–5, ISSN 0187-7380.
- YANG; & CHINAN.** *Modeling the effect of O2 and CO2 on respiration and quality of stored tomatoes.* 1988. s.l. : Transactions of ASAE 31 (3).
- ZEBADÚA, Fabiola et al.** Efecto del empaque en bolsas de PBD sobre la calidad y vida útil de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su refrigeración. México : Revista. Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Vol. 4 (1). 2017.
- ZACCARI, Freu; et al.** *Color y contenido de  $\beta$ -carotenos en boniatos, crudos y cocidos, durante su almacenamiento.* s.l. : Agrociencia (URU) 2013.16:24-32.
- ZAPATA, María.** Desarrollo y evaluación física y química de un refresco a base de Pitahaya (*Hylocereus undatus*). [En línea] <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/664/1/AGI-2007-T047.pdf>.

**ZEE, Fray; al et.** Pitaya (Dragon fruit, strawberry pear). s.l. : Cooperative Extension Service, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manôa. 2004. Pp 3.

**ZOCHE, Louis.** Avaliação da eficiência, aceitação visual e sensorial de acerolas tratadas com biofilmes comestíveis. s.l. : Relatório final de atividades. Medianeira. 2010.

## ANEXOS

### ANEXO A: Grosor de la cáscara de pitahaya roja.

CUADRO 4. Características de cáscara, de pulpa y de frutos de <i>Stenocereus</i> spp en poblaciones naturales en Monte Escobedo, Zacatecas, México.			
TABLE 4. Characteristics of peel, pulp and fruits of <i>Stenocereus</i> spp in natural populations in Monte Escobedo, Zacatecas, Mexico.			
Pitaya	Peso de cáscara (g)	Peso de pulpa (g)	Peso de fruto (g)
Amarilla	35.50 b <sup>2</sup>	97.25 b	132.75 b
Blanca	18.75 c	73.25 c	92.00 c
Morada	23.00 c	80.25 c	103.50 c
Roja	40.25 a	131.00 a	171.25 a
DMS	4.47	4.47	15.36
CV (%)	7.25	5.82	5.89

<sup>1</sup>Valores con las mismas letras dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

DMS: diferencia mínima significativa.

CV: coeficiente de variación.

<sup>2</sup>Values with the same letter within columns are equal according to the Tukey test at  $P \leq 0.05$ .

MSD: Minimum significant difference.

CV: Coefficient of variation.

Fuente: Luna y Aguirre (2009)

### ANEXO B: Composición nutricional de dos especies de pitahaya, variedad roja (*Hylocereus undatus*) y variedad amarilla (*Hylocereus megalanthus*)

Componente	<i>Hylocereus undatus</i> (pulpa blanca y piel rosa)			<i>Hylocereus megalanthus</i> (pulpa blanca y piel amarilla)		
	Mercado-Silva (2018)	ICBF (2018)	Morales de León <i>et al.</i> (2015)	Mercado-Silva (2018)	ICBF (2018)	Morales de León <i>et al.</i> (2015)
Agua (%)	89	87,3	82,3	85	85,5	85,9
Proteína (g)	0,5	0,5	1,4	0,4	0,4	1,1
Grasa (g)	0,1	0,1	*	0,1	0,1	*
Carbohidrato (g)	NE	11,6	13,55	NE	13,6	9,8
Fibra Dietética(g)	0,3	3,3	NE	0,5	3,3	NE
Vitamina C (mg)	25,0	25,0	25,8	4	20,0	7,34
Calcio (mg)	6,0	26,0	5,0	10,0	26,0	8,26
Hierro (mg)	0,4	0,2	0,75	0,3	0,3	*
Fosforo (mg)	19,0	26,0	15,0	16,0	26,0	*
Tiamina (mg)	0,01	0,01	*	0	0,03	*
Riboflavina (mg)	0,03	0,03	*	0	0,04	*
Niacina (mg)	0,2	0,2	0,37	0,2	0,2	*
Ceniza (g)	0,5	0,5	0,50	0,4	0,4	0,60

Fuente: Ochoa-Velasco et al. \* Valor no encontrado; N: Valor no evaluado. (2010)

**ANEXO C:** Características físicas y químicas de frutos de pitahaya durante su maduración.

Variables	Días después de floración				
	20	25	27	29	31
Firmeza (N)	13.4 <sub>a</sub>	9.9 <sub>b</sub>	7.4 <sub>c</sub>	7.2 <sub>c</sub>	6.3 <sub>c</sub>
Sólidos solubles totales (°brix)	4.6 <sub>d</sub>	9.5 <sub>c</sub>	12.8 <sub>a</sub>	11.8 <sub>b</sub>	12.6 <sub>a</sub>
Acidez (% de ácido málico)	1.4 <sub>a</sub>	1.2 <sub>b</sub>	1.1 <sub>c</sub>	0.6 <sub>d</sub>	0.4 <sub>e</sub>
Vitamina C (mg/100g pulpa)	14.7 <sub>a</sub>	12.2 <sub>b</sub>	12.1 <sub>b</sub>	10.9 <sub>c</sub>	9.6 <sub>c</sub>
Relación °Brix/acidez	3.4 <sub>e</sub>	7.6 <sub>d</sub>	11.7 <sub>c</sub>	20.6 <sub>b</sub>	33.5 <sub>a</sub>
Azúcares reductores (%)	2.4 <sub>d</sub>	4.5 <sub>c</sub>	5.9 <sub>b</sub>	5.8 <sub>b</sub>	6.6 <sub>a</sub>

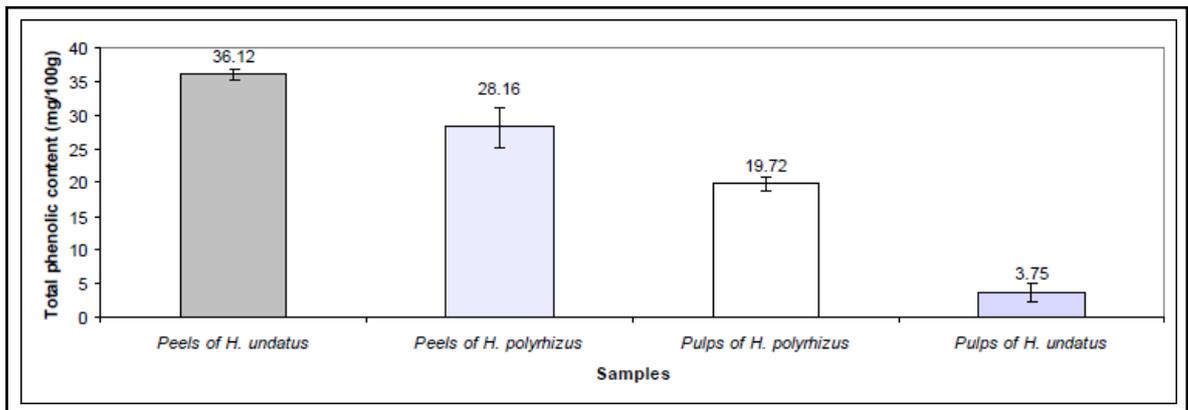
Fuente: Centurión et al. (2008)

**ANEXO D:** Contenido de sólidos solubles totales del jugo de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*): efecto de temperatura, días de frigoconservación y exposición al ambiente natural.

Factor de estudio	Sólidos solubles totales (°Brix)
<b>Temperatura (°C)</b>	
4	10.20
8	10.31
Ex = 0.147	ns
<b>Frigoconservación</b>	
5 días	10.45
10 días	10.49
16 días	10.01
21 días	10.06
Ex = 0.209	ns
<b>Exposición al ambiente natural</b>	
0 días	9.94 b
3 días	10.26 ab
6 días	10.57 a
Ex = 0.181	
Medias seguidas de las mismas letras son estadísticamente iguales, según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) ns = no significativo CV = 8.65	

Fuente: Cultivos Tropicales (2012)

**ANEXO E:** Nivel de contenido fenólico total en cada muestra.



Fuente: Nurliyana, R., Syed Zahir, I., Mustapha Suleiman, K., Aisyah, M.R. and Kamarul Rahim, K. (2010).

**ANEXO F:** Porcentaje de humedad y fenólicos solubles totales.

Fruta %	Humedad (mgGA*/g puré)	FST**
Guayaba roja	85.3	2.32±0.17
Carambola	91.4	2.22±0.15
Guayaba blanca	87.1	1.58±0.07
Pitahaya roja	83.6	1.07±0.07
Lychee	85.1	0.77±0.03
Pitahaya blanca	84.7	0.52±0.03

\*mg GA: miligramos de ácido gálico.  
\*\*FST: Fenólicos solubles totales.

Fuente: Mahattanatawee y Manthey (2006).

**ANEXO G:** Comparación química de la Pitahaya.

Elemento	Pulpa de pitahaya ( <i>H. undatus</i> )
Calorías	36
Agua	89.4
Proteínas	0.5
Grasa	0.1
Carbohidratos	9.2
Fibra	3.0
Cenizas	0.5
Calcio	6.00
Fósforo	19.0
Tiamina	0.01
Riboflavina	0.03
Niacina	0.02
Acido ascórbico	25.0

Fuente: Argüello y Jiménez (1997).

**ANEXO H:** Principales características físico-químicas de *Hylocereus* spp..

**Table I.**  
Main physico-chemical characteristics of *Hylocereus* sp. according to the literature ([28]: Vaillant *et al.*, 2005; [39]: Le Bellec, 2003; [51]: Stintzing *et al.*, 2003).

Publication	pH-value	Dry matter (%)	Total titratable acids (g·L <sup>-1</sup> )	Total soluble solids (°Brix)	Protein content	Lipid	Glucose (g·L <sup>-1</sup> )	Fructose	Potassium
[28]**	4.3–4.7	12 ± 1	2.4–2.5	7.1–10.7	–	–	30–54	4–7	–
[39]	–	–	–	3.05** / 5.7*	1.2* / 1.25**	1.17* / 1.43**	–	–	–
[51]	4.4–4.6	–	3.3–3.4	–	0.3–0.4	–	46* / 55**	18* / 19**	3.2** / 4*

Publication	Sodium	Magnesium	Calcium	L-ascorbic acid	Energy (kcal·100 g <sup>-1</sup> )
	(mg·L <sup>-1</sup> )				
[28]**	–	–	–	11 ± 0.5	Not determined
[39]	–	–	–	–	37.9* / 41.7**
[51]	33* / 733**	265* / 312**	23** / 30*	Not determined	–

\* *H. undatus* and \*\* *H. costaricensis*.

Fuente: Vaillant *et al.*, (2005); Le Bellec, (2003); Stintzing *et al.*, (2003).

**ANEXO I:** Caracterización fisicoquímica de tres variedades de pitahaya.

Variedad	pH	SST (%)	AT <sup>b</sup>	L	a	b
Pitahaya roja	5,51±0,4 <sup>a</sup>	9,03±1,8 <sup>b</sup>	0,3±0,01 <sup>b</sup>	51,35±0,7 <sup>b</sup>	74,57±0,4 <sup>a</sup>	-1,34±0,5 <sup>c</sup>
Pitahaya rosa	5,72±0,6 <sup>a</sup>	13,90±1,4 <sup>a</sup>	0,7±0,01 <sup>a</sup>	89,20±0,1 <sup>a</sup>	3,45±0,2 <sup>b</sup>	7,55±0,1 <sup>a</sup>
Pitahaya blanca	6,00±0,7 <sup>a</sup>	10,43±0,3 <sup>b</sup>	0,6±0,02 <sup>a</sup>	88,94±0,5 <sup>a</sup>	3,84±0,5 <sup>b</sup>	5,65±0,2 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>Valores en columnas con letras diferentes para las mismas características son estadísticamente diferentes (p < 0,05). <sup>b</sup>Porcentaje de Acidez Titulable como ácido málico (AA).  
(Media ± desviación estándar).

**Fuente:** Ochoa-Velasco y Guerrero-Beltrán, (2012); Ochoa y Guerrero, (2012).

**ANEXO J:** Características fisicoquímicas de tres especies de *Hylocereus* spp.

	<i>Hylocereus undatus</i> (piel rosa y pulpa blanca)	<i>Hylocereus megalanthus</i> (piel amarilla y pulpa blanca)	<i>Hylocereus monacanthus</i> (piel y pulpa rosa)
Referencia	Warusavitharana <i>et al.</i> (2017), Ocho-Velasco <i>et al.</i> (2012)	Sotomayor <i>et al.</i> (2019)	Magalhães <i>et al.</i> (2019)
Peso (g)	406,7 – 556,8	260 – 395	277,17 – 335,17
Solidos solubles totales (°Brix)	16 – 18	20,74	15,3 – 17,88
pH	5,72 ± 0,6	4,86	3,63 - 4,48

**Fuente:** Sotomayor *et al.*, (2019); Mercado-Silva, (2018); Esquivel *et al.*, (2007).