**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**
**CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR POR EL GRADO DE QUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS**

**TEMA:**

# ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) FRENTE A COLORANTES SINTÉTICOS

**AUTORAS:**

ANGELINE BEATRIZ ARIAS RODRIGUÉZ.

ANGGIE SARAI AUZ GALÁN

**TUTORA:**

DRA. PILAR SOLEDISPA CAÑARTE, MSc.

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2021– 2022**

| REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA | | | |
|---|---|---|---|
| **ANEXO X.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR** | | | |
| **TÍTULO Y SUBTÍTULO:** | "ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (Hylocereus undatus) FRENTE A COLORANTES SINTÉTICOS" | | |
| | | | |
| **AUTORES:** | ANGELINE BEATRIZ ARIAS RODRIGUÉZ.<br>ANGGIE SARAI AUZ GALÁN | | |
| **DOCENTE TUTOR Y DOCENTE REVISOR:** | Q.F. SOLEDISPA CAÑARTE PILAR ASUNCIÓN MSC.<br>Q.F. ERAZO LÓPEZ DOLORES BEATRIZ | | |
| **INSTITUCIÓN:** | UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL | | |
| **UNIDAD/FACULTAD:** | FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS | | |
| **MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:** | N/A | | |
| **GRADO OBTENIDO:** | TERCER NIVEL - QUÍMICO FARMACÉUTICO | | |
| **FECHA DE PUBLICACIÓN:** | 2021 | **No. DE PÁGINAS:** | 79 |
| **ÁREAS TEMÁTICAS:** | ANÁLISIS INSTRUMENTAL | | |
| **PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:** | Palabras Claves: Métodos de extracción, estabilidad, betalaínas, betacianinas, Pigmento natural.<br>**Keywords:** Extraction methods, stability, betalains, betacyanins, Natural pigment. | | |


**RESUMEN**

El presente trabajo, se basa en la problemática de analizar la incidencia del uso de colorantes naturales obtenidos de la cascara de la pitahaya roja (Hylocereus Undatus), frente al usos desmedidos de colorantes sintéticos. Para el desarrollo de esta investigación se evaluaron 5 métodos de extracción reflejando los siguientes porcentajes de rendimiento: Maceración con etanol 25°C, pH 4,8 (40.36%); Maceración acuosa 25°C, pH 5,0 (22.58%); Maceración con metanol 25°C, pH 5,0 (10.14%); Deshidratado o secado 25°C, pH 4,5 - 5,5 (6%) de pigmento en polvo; Extracción por ultrasonido 100°C, pH 3,0 - 7,0 (10 min) (0,0613g). Los valores obtenidos indican que la estabilidad en medio alcohólicos y acuoso se incrementa al aumentar los valores de pH y un comportamiento inverso en medio acuoso, indicando que la mayor degradación del pigmento ocurre a la temperatura de 60 °C a pH 8, la mayor estabilidad se alcanza a la temperatura de 4°C a pH 3 ó 5. siendo este un proceso eficaz y prometedor para la obtención de un buen colorante natural.


| | | |
|---|---|---|
| **ADJUNTO PDF:** | **SI X** | **NO** |
| **CONTACTO CON AUTOR/ES:** | **Teléfono:**<br>Arias: 0951358266<br>Auz: 0979556349 | **E-mail:**<br>angeline.ariasr@ug.edu.ec<br>anggie.auzg@ug.edu.ec |
| **CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:** | **Nombre:** Facultad de Ciencias Químicas | |
| | **Teléfono:** (04) 2293680 | |
| | **E-mail:** www.fcq.ug.edu.ec | |

ANEXO V. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Guayaquil, 21 de septiembre del 2021

Sra. Q.F. Maria Auxiliadora Alarcón Perasso Ms.
DIRECTOR (A) DE LA CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. - Guayaquil

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) FRENTE A COLORANTES SINTÉTICOS de las estudiantes, ANGELINE BEATRIZ ARIAS RODRIGUÉZ. Y ANGGIE SARAI AUZ GALÁN indicando que han cumplido con todos los parámetrosestablecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo detitulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, CERTIFICO, para los fines pertinentes, quelas estudiantes ANGELINE BEATRIZ ARIAS RODRIGUÉZ. Y ANGGIE SARAI AUZ GALÁN están aptas paracontinuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
PILAR ASUNCION SOLEDISPA CANARTE

**Q.F. PILAR ASUNCIÓN SOLEDISPA CAÑARTE**
**TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**
**C.I.:** 0909244352
**FECHA:** 13 de septiembre del 2021

ANEXO VII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR

Guayaquil, 21 de septiembre del 2021

Sra. Q.F. Maria Auxiliadora Alarcón Perasso Ms.
DIRECTOR (A) DE LA CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. - Guayaquil

De mis consideraciones:
Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Integración curricular: **"ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (Hylocereus undatus) FRENTE A COLORANTES SINTÉTICOS"** de los estudiantes **ARIAS RODRIGUÉZ ANGELINE BEATRIZ** con C.I. **0951358266**, **AUZ GALÁN ANGGIE SARAI** Con CI. **0931864052**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimento de los siguientes aspectos:
Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 20 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 5 años.
- La propuesta presentada es pertinente.
- Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:
- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.
Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de integración curricular.
Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

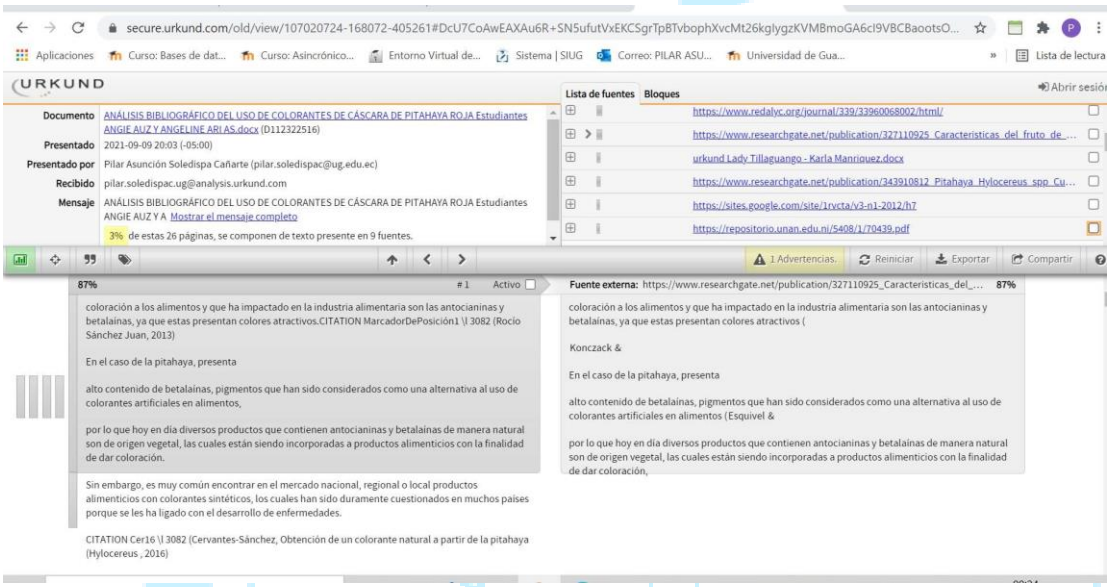
Firmado electrónicamente por:
DOLORES BEATRIZ ERAZO LOPEZ

**Q.F. DOLORES BEATRIZ ERAZO LOPEZ**
**DOCENTE TUTOR REVISOR**
**C.I.** 0907564892
**FECHA:** 21 de septiembre de 2021

## ANEXO VI. - CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **PILAR ASUNCIÓN SOLEDISPA CAÑARTE**, tutora del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **ANGELINE BEATRIZ ARIAS RODRIGUÉZ.** y **ANGGIE SARAI AUZ GALÁN** con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de QUÍMICA Y FARMACIA.

Se informa que el trabajo de titulación: **ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) FRENTE A COLORANTES SINTÉTICOS** ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el 3% de coincidencia.




https://secure.urkund.com/old/view/107020724-168072-405261#DcU7CoAwEAXAu6R+SN5ufutVxEKCSgrTpBTvbophXvcMt26kgIygzKVMBmoGA6cI9VBCBaoot sONdvd2tXr0errVL16MJmql+MCUsuXvBw==

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
PILAR ASUNCION SOLEDISPA CANARTE

**Q.F. PILAR ASUNCIÓN SOLEDISPA CAÑARTE**
**TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**
**C.I.:** 0909244352
**FECHA:** 13 de septiembre del 2021

URKUND

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA Estudiantes ANGIE AUZ Y ANGELINE ARI AS.docx (D112322516)
**Submitted:** 9/10/2021 3:03:00 AM
**Submitted By:** pilar.soledispac@ug.edu.ec
**Significance:** 3 %

Sources included in the report:

Extracción de pigmentos de ayrampo - Alejandra Apaza Yucra.docx (D30830053)
FERNANDO.MOROCHO.docx (D110785055)
cd794e1a-5c7b-445f-b608-845ac1b26f7d
ff37c21a-fae7-488c-ba19-5a317d9b183c
http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105878/TESIS%20Desarrollo%20de%20una%20golosina%20funcionnal%20adicionada%20con%20extracto%20de%20betalainas%20de%20pitaya%2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
https://docplayer.es/72857387-Caracteristicas-del-fruto-de-la-pitahaya-hylocereus-sp-y-su-potencial-de-uso-en-la-industria-alimentaria.html
http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/924/TITULO%20-%20Mollinedo%20Moncada%2C%20Ofelia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11716/Ha%C3%B1ari_Zapana_Adelayda_Beatriz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8305/1/6161726-2021-1-IQ.pdf

Instances where selected sources appear:

13

Firmado electrónicamente por:
PILAR ASUNCION SOLEDISPA CANARTE

**Q.F. PILAR ASUNCIÓN SOLEDISPA CAÑARTE**
**TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**
**C.I.:** 0909244352
**FECHA:** 13 de septiembre del 2021

Guayaquil, 14 de septiembre 2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de Integración curricular, Certifico: Que ha asesorado, guiado y revisado el trabajo de titulación en la modalidad de investigación, cuyo título es: **"ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (Hylocereus undatus) FRENTE A COLORANTES SINTÉTICOS"**, presentado por **ANGELINE BEATRIZ ARIAS RODRIGUÉZ** y **ANGGIE SARAI AUZ GALÁN**, previo a la obtención del título de Químicos y Farmacéuticos.

Este trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta el informe de Antiplagio del programa URKUND, quedando el 3% de coincidencia.

LO CERTIFICO:

Firmado electrónicamente por:
PILAR ASUNCION SOLEDISPA CANARTE

**Q.F. PILAR ASUNCIÓN SOLEDISPA CAÑARTE**
**TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**
**C.I.:** 0909244352
**FECHA:** 13 de septiembre del 2021

Guayaquil, 03 de octubre 2021

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrada Q.F. ERAZO LÓPEZ DOLORES BEATRIZ, tutora revisora del trabajo cuyo título es **"ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (Hylocereus undatus) FRENTE A COLORANTES SINTÉTICOS"**, certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por los estudiantes **ANGELINE BEATRIZ ARIAS RODRIGUÉZ** con C.I. No. 0951358266 y **ANGGIE SARAI AUZ GALÁN** con C.I. No. 0931864052; con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Químicos y Farmacéuticos, en la Facultad de Ciencias Químicas, ha sido **REVISADO** y **APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
DOLORES BEATRIZ ERAZO LOPEZ

Q.F. DOLORES BEATRIZ ERAZO LOPEZ
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I. 0907564892
FECHA: 21 de septiembre de 2021

Guayaquil, 22 de septiembre del 2021

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL
ACTA DE REGISTRO DE LA SUSTENTACIÓN FINAL

El tribunal de sustentación del trabajo de integración curricular de la Srta. ANGELINE BEATRIZ ARIAS RODRIGUÉZ con C.I. No. 0951358266 y Srta. ANGGIE SARAI AUZ GALÁN con C.I. No. 0931864052, después de ser examinados en su presentación, memoria científica y defensa oral da por aprobado el trabajo de titulación.

Firmado electrónicamente por:
DOLORES BEATRIZ ERAZO LOPEZ

Q.F. ERAZO LOPEZ DOLORES BEATRIZ

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Firmado electrónicamente por:
MARIA ELENA JIMENEZ HEINERT

Q. FJIMENEZ HEINERT MARIA ELENA

**DOCENTE MIEMBRO 1 DEL TRIBUNAL GENERAL**

FRANCISCA PATRICIA JIMENEZ GRANIZO

Firmado digitalmente por FRANCISCA PATRICIA JIMENEZ GRANIZO
Fecha: 2021.11.04 22:59:12 -05'00'

Q.F. JIMENEZ GRANIZO FRANCISCA PATRICIA

**DOCENTE MIEMBRO 2 DEL TRIBUNAL**

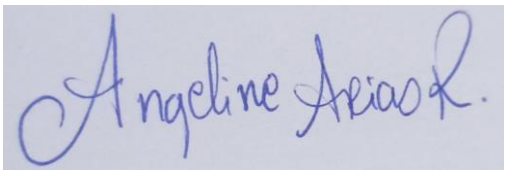
Firmado electrónicamente por:
FRANCISCO XAVIER PALOMEQUE ROMERO

AB. FRANCISCO PALOMEQUE ROMERO MGS.

**GENERAL SECRETARIO GENERAL**

ANEXO XI.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Nosotras, ANGELINE BEATRIZ ARIAS RODRIGUÉZ con C.I. No. 0951358266 y Srta. ANGGIE SARAI AUZ GALÁN con C.I. No. 0931864052, certificamos que los contenidos desarrollados en este trabajo de integración curricular, cuyo título es "ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (Hylocereus undatus) FRENTE A COLORANTES SINTÉTICOS", son de mi/nuestra absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizamos la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.



ANGELINE BEATRIZ ARIAS RODRIGUEZ

C.I. No. 0951358266

ANGGIE SARAI AUZ GALÁN

C.I. No. 0931864052

*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n 899-Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

## DEDICATORIA

Este logro se lo dedico con mucho amor:

A mis Ángeles del cielo mis Abuelos Andoquio Rodríguez Sandoya y Angela Palma Moreno por que fueron ese apoyo incondicional para con mi familia, porque me enseñaron el sentido de la palabra perseverancia, de la voluntad, de la fuerza de carácter y enseñarme que nunca debo decir no puedo.

A mis padres Cecilia del Roció Rodríguez Palma y Kleber Nicolas Arias Carranza por siempre motivarme a ser mejor cada día, por enseñarme que las mejores enseñanzas se las obtiene de las derrotas y que solo depende de uno mismo aprender de ellos o ahogarte en la desdicha, por ser inspiración, motivación, mi ejemplo y mi orgullo.

A mis hermanos y novio Diego Arias, Wellithong Arias, Lisbeth Arias y Hernán Miranda que han estado conmigo apoyándome incondicionalmente en todo momento y a mi familia en general.

Cada uno de ellos me enseñaron que, con esfuerzo, perseverancia todas las metas y sueños que nos propongamos las podemos llegar a cumplir.

*Angeline Arias Rodríguez*

## DEDICATORIA

Dedico con mucho amor trabajo a Dios por haberme ayudado en cada etapa de mi vida dándome la sabiduría y entendimiento para poder discernir cada obstáculo

A mi mamá Loida Raquel Galán Morales que me formó con gran esfuerzo y amor convirtiéndose en mi ejemplo a seguir, mi aspiración, mi orgullo. Gracias por ser mi pilar fundamental en la vida.

A mi mejor amiga Elena Freire por ser mi gran apoyo, por siempre estar predispuesta a aconsejarme, a no dejarme caer y mucho menos desistir de mis sueños y metas.

A mis familiares que siempre han estado presentes y a mi iglesia por siempre velar por mí, a mis docentes y una especial dedicación a mi tutora tesis por guiarnos a finalizar la carrera.

*Anggie Auz Galán*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y por sostenerme en el transcurso de mi vida brindándome paciencia, sabiduría y salud para poder culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco infinitamente a mis padres y abuelos por su apoyo incondicional, su esfuerzo diario y por cada palabra de aliento que me brindaban con el fin de alcanzar cada una de mis metas propuestas.

Agradezco a todos nuestros docentes de la facultad de Ciencias Químicas, y con aprecio especial a toda mi familiares y amigos que siempre aportaron con sus conocimientos u consejos para mi formación profesional.

Mi inmensa gratitud a mi tutora de tesis Q.F. Pilar Soledispa Cañarte MSc, por sus sugerencias, supervisión y orientación para la culminación de este estudio.

A la Universidad de Guayaquil - Facultad de Ciencias Químicas por brindarme los conocimientos necesarios para mi formación académica.

*Angeline Arias Rodríguez*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por su gracia y misericordia, a la universidad de Guayaquil por darme la oportunidad de aprender y formarme como una profesional.

Agradezco a los docentes que invirtieron su tiempo y dedicación a su arduo trabajo de enseñanza.

Agradezco a mi mamá y hermano que son un ejemplo a seguir y me han ayudado económicamente para que yo logre a culminar mi carrera.

Agradezco a mi compañera de tesis por ser paciente y ayudarme a realizar esta tesis y agradezco a mi tutora Q.F. Pilar Soledispa Cañarte, MSc. que durante el proceso de titulación nos acompañó y motivó a que éste trabajo sea posible. Gracias

*Anggie Auz Galán*

# INDICE

**RESUMEN ..... XIX**
**ABSTRACT ..... XX**
**INTRODUCCIÓN ..... 1**
**CAPÍTULO 1. PROBLEMA. ..... 3**
I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 3
I.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ..... 4
I.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA ..... 4
I.4 HIPOTESIS ..... 5
**I.5 Objetivos ..... 5**
I.5.1 Objetivo General ..... 5
I.5.2 Objetivos Específicos ..... 6
**I.6 Operación de variables ..... 6**
**CAPITULO II. MARCO TEÓRICO ..... 7**
II.1 Antecedentes ..... 7
II.1.1 Color ..... 7
II.1.2 Aditivos Alimentarios ..... 7
II.1.3 Inocuidad de los Aditivos Alimentarios ..... 8
II.1.4 Justificación del Uso de Aditivos ..... 8
**II.1.5 Colorantes ..... 9**
II.1.5.1 Clasificación de los Colorantes ..... 9
**II.1.5.2 Tipos de Colorantes ..... 10**
II.1.5.3 Colorantes Sintéticos ..... 10
II.1.5.4 Clasificación de los colorantes Sintéticos ..... 11
II.1.5.6 Aspecto toxicológico de los colorantes ..... 13
II.1.5.7 Colorantes Naturales ..... 13
II.1.5.8 Clasificación de los colorantes naturales ..... 14
Según su origen ..... 14
Según su afinidad por la fibra ..... 15
Según su estructura química ..... 15
II.1.5.9 Ventajas y desventajas de los colorantes naturales ..... 17
**II.1.6 Aplicaciones ..... 18**
II.1.7 Uso de colorantes naturales en la Industria ..... 18
**II.2 Marco Legal ..... 19**
**II.3 Descripción botánica de la planta ..... 21**
II.3.1 Pitahaya roja (Hylocereus *undatus)* ..... 21
II.3.2 Raíz ..... 22
II.3.3 Tallo ..... 22
II.3.4 Flor ..... 23

II.4 Hábitat ..... 24
II.5 Distribución ..... 24
II.6 Sinónimos de la Hylocereus undatus (Pitahaya roja con pulpa blanca) ..... 24
II.7 Tipos de Pitahaya ..... 25
II.8 Propiedades ..... 26
II.9 Composición Química ..... 27
II.10 Propiedades de la Cáscara de Pitahaya ..... 28
II.11 Antocianinas ..... 28
II.12 Betalaínas ..... 29
II.13 Betacianinas ..... 30
II.14 Betaxantina ..... 30
II.15 Betanina ..... 31
II.16 Parámetros medibles de Estabilidad ..... 31
II.16.1Estabilidad ..... 31
II.16.2 Temperatura ..... 31
II.16.3 pH ..... 32
II.16.4 Luz ..... 32
II.16.5 Oxigeno ..... 32
II.16.6Actividad de Agua ..... 32
II.17 Uso de la cascara de Pitahaya Roja (*Hylocereus undatus)* ..... 33
**II.18 Obtención de colorante natural de la cascara de pitahaya ..... 34**
II.19.1 Metodología ..... 35
II.19.1 Metodología Experimental 1 ..... 35
II.19.2 Metodología experimental 2 ..... 36
II.19.3 Metodología experimental 3 ..... 37
II.19.4 Metodología experimental 4 ..... 38
II.19.5 Metodología experimental 5 ..... 39
**CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ..... 41**
III.1 Modalidad de la Investigación ..... 41
**CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES ..... 42**
IV.1 Composición química de la Cáscara de la Pitahaya Roja (Hylocereus undatus) ..... 42
IV.2 Uso del colorante de la Pitahaya Roja frente a colorantes sintéticos ..... 44
IV. 3 Métodos de Extracción ..... 45
Maceración con etanol - metodología 1 ..... 45
Metodología 2 – maceración acuosa y metanolica ..... 47
Metodología 3 – maceración acuosa y etanolica ..... 49
Metodología 4 - Extracción por Deshidratado o desecado ..... 50
Metodología 5 - Extracción asistida por ultrasonido ..... 51
**Conclusiones ..... 53**
**Recomendaciones ..... 54**
**Referencias Bibliográficas ..... 55**

# INDICE DE TABLAS

**Tabla 1** Descripción de ventajas y desventajas del uso de colorantes sintéticos ..... 12

**Tabla 2** Cuadro Clasificación taxonómica de la pitahaya amarilla. (Selenicereus megalanthus) y pitahaya roja (Hylocereus undatus) ..... 26

**Tabla 3** Composición química de la Pitahaya Roja (Hylocereus undatus) ..... 42

**Tabla 4** Colorantes de la Pitahaya frente a ejemplos de colorantes sintéticos .. 44

**Tabla 5** Rendimiento de extracto de colorante en distintas condiciones correspondientes a la metodología 1..... 46

***Tabla 6*** *Representación de rendimiento de método de maceración acuosa y metanolica* ..... 47

**Tabla 7** Método de extracción por maceración acuosa y etanólica porcentaje de rendimiento interpretado por energía de activación ..... 49

**Tabla 8** Porcentaje de rendimiento del método de deshidratación o secado ..... 50

**Tabla 9** Porcentaje de rendimiento del método de extracción asistida por ultrasonido..... 51

# INDICE DE FIGURAS

**Figura 1** Clasificación de los colorantes (Torrez, 2014)..... 9

**Figura 2** Representación de planta (Hylocereus undatus)..... 22

**Figura 3** Raíces de planta (Hylocereus undatus)..... 22

**Figura 4** Tallo de planta especie Trigonuus de la (Hylocereus undatus) ..... 23

**Figura 5** Floración de (Hylocereus undatus)..... 24

**Figura 6** Clasificación de pitahayas según su forma ..... 25

**Figura 7** Composición de Pitahaya (Hylocereus undatus)..... 28

**Figura 8** Estructuras de los tipos de Betalaínas ..... 30

## LISTA DE ABREVIATURAS

**JECFA:** (Join Expert Comittee on Food Additives) - Comité Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios

**FAO** : Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

**OMS**: Organización Mundial de la Salud

**AW:** Actividad de agua

**Ln:** Logaritmo neperiano/natural.

**T°:** Temperatura.

**T:** Tiempo.

**Abs**: Absorbancia.

**nm:** Nanómetros.

# ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) FRENTE A COLORANTES SINTÉTICOS

**Autoras:** Arias Rodriguez Angeline
Auz Galán Anggie.

**Tutora:** Q.F. Pilar Soledispa Cañarte Msc.

## RESUMEN

El presente trabajo, se basa en la problemática de analizar la incidencia del uso de colorantes naturales obtenidos de la cascara de la pitahaya roja (Hylocereus Undatus), frente al usos desmedidos de colorantes sintéticos. Para el desarrollo de esta investigación se evaluaron 5 métodos de extracción reflejando los siguientes porcentajes de rendimiento: Maceración con etanol 25°C, pH 4,8 (40.36%); Maceración acuosa 25°C, pH 5,0 (22.58%); Maceración con metanol 25°C, pH 5,0 (10.14%); Deshidratado o secado 25°C, pH 4,5 - 5,5 (6%) de pigmento en polvo; Extracción por ultrasonido 100°C, pH 3,0 - 7,0 (10 min)( 0,0613g). Los valores obtenidos indican que la estabilidad en medio alcohólicos y acuoso se incrementa al aumentar los valores de pH y un comportamiento inverso en medio acuoso, indicando que la mayor degradación del pigmento ocurre a la temperatura de 60 °C a pH 8, la mayor estabilidad se alcanza a la temperatura de 4°C a pH 3 ó 5. siendo este un proceso eficaz y prometedor para la obtención de un buen colorante natural.

**Palabras Claves:** Métodos de extracción, estabilidad, betalaínas, betacianinas, Pigmento natural.

# ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) FRENTE A COLORANTES SINTÉTICOS

**Autoras:** Arias Rodríguez Angeline

Auz Galán Anggie.

**Tutora:** Q.F. Pilar Soledispa Cañarte MSc.

## ABSTRACT

The present work is based on the problem of analyzing the incidence of the use of natural colorants obtained from the skin of the red dragon fruit (Hylocereus Undatus), compared to the excessive use of synthetic colorants. For the development of this research, 5 extraction methods were evaluated reflecting the following yield percentages: Maceration with ethanol 25 ° C, pH 4.8 (40.36%); Aqueous maceration 25 ° C, pH 5.0 (22.58%); Maceration with methanol 25 ° C, pH 5.0 (10.14%); Dehydrated or dried 25 ° C, pH 4.5 - 5.5 (6%) of powdered pigment; Ultrasonic extraction 100 ° C, pH 3.0 - 7.0 (10 min) (0.0613g). The values obtained indicate that the stability in alcoholic and aqueous media increases with increasing pH values and an inverse behavior in aqueous media, indicating that the greatest degradation of the pigment occurs at a temperature of 60 ° C at pH 8, the greatest stability it is reached at a temperature of 4 ° C at pH 3 or 5. this being an efficient and promising process for obtaining a good natural colorant.

**Keywords**: Extraction methods, stability, betalains, betacyanins, Natural pigment

**ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL USO DE COLORANTES DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) FRENTE A COLORANTES SINTÉTICOS. Estudiantes**

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad darle un valor agregado a la fruta llamada pitahaya roja, cuya especie corresponde a *(Hylocereus undatus)* respectivamente. De manera general, el fruto de esta especie se consume solamente la pulpa, sin tomar en cuenta la cáscara la cual puede ser una fuente potencial para extraer betalaínas. De manera que la pitahaya es una fruta que contiene propiedades provechosas para el ser humano de las cuales destacan los pigmentos que son utilizados para la coloración en la industria de alimentos y cosmética tales como las antocianinas y betalaínas. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es analizar los distintos tipos de uso de un colorante natural a partir de la cáscara de pitahaya con uso potencial frente a un colorante sintético.

Según señala (Juan, 2016) "Los colorantes en los alimentos de origen vegetal y animal son determinantes para su comercialización y consumo, ya que el color indica la calidad del alimento"

Esta coloración en los alimentos es producida de manera natural por distintas sustancias químicas. De manera que se define que un colorante natural aquel que se sintetiza y se acumula en las células de plantas y animales.

Estas sustancias químicas que le otorga la coloración a los alimentos y que ha impactado en la industria alimentaria son las antocianinas y betalaínas, ya que estas presentan colores atractivos. (Rocío Sánchez Juan, 2013)

En el caso de la pitahaya, presenta alto contenido de betalaínas, pigmentos que han sido considerados como una alternativa al uso de colorantes artificiales en alimentos, por lo que hoy en día diversos productos que contienen antocianinas

y betalaínas de manera natural son de origen vegetal, las cuales están siendo incorporadas a productos alimenticios con la finalidad de dar coloración.

Sin embargo, es muy común encontrar en el mercado nacional, regional o local productos alimenticios con colorantes sintéticos, los cuales han sido duramente cuestionados en muchos países porque se les ha ligado con el desarrollo de enfermedades. (Cervantes-Sánchez, Obtención de un colorante natural a partir de la pitahaya (Hylocereus , 2016)

# CAPÍTULO 1. PROBLEMA.

## I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los colorantes sintéticos fueron desarrollados a finales del siglo XIX, reemplazando en su mayor parte a los naturales. Se emplean comúnmente para dar color a los textiles, los alimentos, los insumos para el cabello y muchos artículos de uso cotidiano de esta manera prolongar su calidad de vida, resaltar su color original, de manera que los vuelve atractivos al ojo humano ayudando así a la toma de decisión final de consumo.

Se ha reportado que el uso de tintes para cabello y textiles, al igual que el consumo de alimentos elaborados con colorantes sintéticos repercute negativamente en la salud del consumidor, provocando desde una simple reacción alérgica hasta enfermedades crónicas como el cáncer. Pese al conocimiento de dichos efectos, las instituciones reguladoras del uso de dichos colorantes sintéticos, siguen permitiendo algunos, aunque estableciendo dosis máximas. (Pastaz & Pineda, 2018)

Muchos de los efectos se presentan con el tiempo y no inmediatamente, por lo que los colorantes sintéticos podrían ser causantes del auge de enfermedades crónicas que azotan a la población y pasan inadvertidos. La mejor alternativa para afrontar esta crisis, que asesina lentamente a la humanidad, es girar el rumbo de la industria, de lo sintéticos a lo natural de esta manera las diferentes industrias entre ellas la alimentaria que se ha dado el trabajo de encontrar pigmentos de origen natural que cumplan con las especificaciones y así dar respuesta al gusto de los consumidores de productos más naturales que a su vez ayudan a evitar la mala absorción de los alimentos. (Ortega V. P., 2004)

Bajo este contexto, el objetivo de este trabajo es analizar los distintos tipos de uso de un colorante natural a partir de la cáscara de pitahaya con uso potencial frente a un colorante sintético.

## I.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles serán los usos de los colorantes qué se encuentran en la cáscara de la Pitahaya roja frente a los colorantes sintéticos?

## I.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El exceso de adición de colorantes sintéticos en la industria textil y alimentaria se ha convertido en una problemática, para los consumidores si algo no tiene buen aspecto a su perspectiva no lo compran, lo que generaría pérdidas económicas a las industrias, ciertamente modifican la calidad del producto haciéndolo más atractivo y restableciendo el color original.

En la actualidad estos colorantes se absorben muy poco en el intestino y son destruidos por la flora bacteriana intestinal, pero los que si son asimilados se excretan por la vía urinaria o biliar. Esto con lleva una variedad de problemas toxicológicos que influyen en el consumidor de estos colorantes, se han hecho investigaciones donde suelen producir reacciones sensibles a personas alérgicas a la aspirina, provocar efectos cancerígenos, hiperactividad y desequilibrio de atención en niños e incluso provocar enfermedades a un feto en plena gestación debido a que estos poseen tóxicos que pueden atravesar la placenta.

De manera que la implementación de colorantes naturales en los alimentos juega un papel importante ya que estos se los considera inocuos, su absorción es muy baja y no modifica el color de la orina al ser eliminados y las limitaciones que presentan son menores en relación con los colorantes sintéticos. (Serrano & Pihuave, 2018)

Estudio realizado en la Universidad de Costa Rica muestran que los colorantes naturales de la pitahaya pueden aplicarse en forma de pulpa, jugo, concentrado o polvo para productos lácteos, repostería, helados y otros.

El uso que se ha detectado para esta fruta en la región es únicamente como bebida fresca, lo que significa que solo se aprovecha la parte comestible del fruto, que solo representa aproximadamente el 55% del peso total del fruto,

siendo el otro 45% del peso, mientras que la parte restante es cáscara, que se desecha o se utiliza como forraje, por lo que las características biológicas de la fruta representan a esta especie una importante fuente para la extracción de colorantes naturales.

El colorante de la pitahaya (betalaínas) es estable frente a condiciones de acidez, ya que otros pigmentos pueden cambiar de color debido a la acidez del alimento, esta cualidad se los denomina pigmentos estables. A estos pigmentos se les atribuyen efectos positivos para la salud debido a sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Una de las motivaciones para realizar la investigación es que cada vez más se observa que los consumidores rechazan el uso de colorantes artificiales en alimentos. La literatura científica los relaciona con alergias y déficit atencional en niños. (Rodríguez, 2015).

El aprovechamiento de la pitahaya a nivel industrial tiene un gran potencial por los aspectos beneficiosos para la salud que se le atribuyen al fruto y porque hay muchas zonas de clima seco que se podrían aprovechar para su cultivo", manifestó la Dra. Esquivel. (Universidad de Costa Rica , 2015)

### I.4 HIPOTESIS

Los colorantes de pitahaya roja ejercen un mejor beneficioso por la cantidad de betalaínas y alto poder antioxidante frente a los colorantes sintéticos habituales.

## I.5 Objetivos

### I.5.1 Objetivo General

- Analizar el uso de los colorantes naturales de la pitahaya roja (Hylocereus *undatus*) frente a los colorantes sintéticos.

### I.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar la composición química de la cáscara de la pitahaya roja.
- Establecer la importancia del uso de la pitahaya como colorantes frente a los sintéticos.
- Evaluar cuál de los métodos de extracción tiene mayor porcentaje de rendimiento en la cáscara de la pitahaya roja como colorantes.

### I.6 Operación de variables

| VARIABLE | CONCEPTUALIZACION | INDICADOR | INDICE |
|---|---|---|---|
| **INDEPENDIENTE** | Extractos por varios ensayos | Extracción y cuantificación a partir de la lectura de absorbancia de Betalaínas | % mg/g |
| **DEPENDIENTE** | Colorante orgánico natural para la industria alimenticia | Presencia de Antocianinas, Betacianinas y betaxantinas | C.c betalaínas 347.30 a ± 20.98 (mg/kg). |

# CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

## II.1 Antecedentes

### II.1.1 Color

El color es la primera impresión que el ojo humano capta cuando percibe sensaciones visuales al llegar a la retina. (Escobar Rojas, 2016)

Los colores se clasifican en cromáticos, conocidos como los colores del arco iris, violeta, amarillo, azul, verde, rojo, añil y anaranjado; y en no cromáticos que son negro, blanco y gris. (Ortega V. P., 2004)

Desde épocas ancestrales el color ha sido el atributo que las personas optan para adquirir un alimento, ya que dependiendo de su color, textura y apariencia será consumido; de esta manera en la industria se ha introducido con mayor auge el uso de aditivos alimentarios y así resaltar su color y textura, haciéndolo atractivo al ojo humano. (Dr. Ricardo Correa, 2012)

### II.1.2 Aditivos Alimentarios

Se denominan aditivos alimentarios a toda sustancia que se agrega a los alimentos para conservar o mejorar su inocuidad, su frescura, su sabor, textura o su aspecto. Muchos de ellos se utilizan desde hace siglos para conservar alimentos, como ocurre con la sal (en carnes como el tocino y los pescados secos), el azúcar (en las mermeladas) y el dióxido de azufre (en el vino). (Organización mundial de la salud, 2018)

Estos aditivos alimentarios son sustancias que intervienen en un alimento y pueden causar efectos organolépticos característicos, pero no se los considera ingredientes ni alimentos, tengan o no valor nutritivo, según el artículo 130 del Reglamento Sanitario de los Alimentos. (SALUD., 2002)

Las especificaciones de los aditivos alimentarios son realizadas mediante evaluaciones de toxicología, estudios bioquímicos y metabólicos donde se consideran efectos mutagénicos, teratogénicos y carcinogénicos. (SALUD., 2002)

### II.1.3 Inocuidad de los Aditivos Alimentarios

La inocuidad es la característica intrínseca de un alimento de no causar daño al ser ingerido como está indicado.

Los aditivos alimentarios para que sean aprobados por El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) no deben producir riesgos en la salud de los consumidores. Se debe tomar en cuenta toda evaluación equivalente de la inocuidad requerida para el JECFA y su consumo diario probable en personas con dietas alimenticias especiales, diabetes o enfermas que requieran de prevención para ingerir responsablemente los aditivos alimentarios. (INEN, 2013)

La cantidad de aditivo suministrada al alimento depende de los procedimientos establecidos en la evaluación de ingesta realizada por el Codex alimentario y JECFA. (INEN, 2013).

### II.1.4 Justificación del Uso de Aditivos

Para que el uso de un aditivo sea justificado debe proveer beneficios para los alimentos, cumplir con una o más funciones tecnológicas implantadas por el Codex y ejecutar los siguientes requisitos:

- Debe preservar la calidad nutricional del alimento.
- Debe aportar ingredientes esenciales para alimentos fabricados específicamente por consumidores con régimen de dieta especial.
- Debe incrementar la conservación o la estabilidad del alimento, optimizar las propiedades organolépticas de manera de que no engañe al consumidor sin alterar su naturaleza.
- Debe proporcionar ayuda en la elaboración sin tener que encubrir defectos de materia prima deficiente. (INEN, 2013)

### II.1.5 Colorantes

Se los define como pigmentos, tintes, reactivos o sustancias utilizadas para otorgar color generalmente y en su mayoría a los alimentos. También son empleados en la coloración de fibras textiles, tintes, tejidos de microorganismos y otros productos que requieran de color. Estos son obtenidos química y biológicamente según su clasificación. (Ortega V. P., 2004)

Un color intenso representa una mayor concentración de la sustancia presente, lo que da una perspectiva alta de calidad, haciéndolo responsable de la aceptación o rechazo del producto. De la misma manera los consumidores suponen que mientras menos intenso sea el color, el producto refleja un mal procesamiento o una baja concentración del mismo. Esto es aplicado a la industria alimenticia que mientras más color tenga el alimento, indica una variedad de sabores implicando que sea mucho más atractivo el alimento. (Savador, 2010)

#### II.1.5.1 Clasificación de los Colorantes

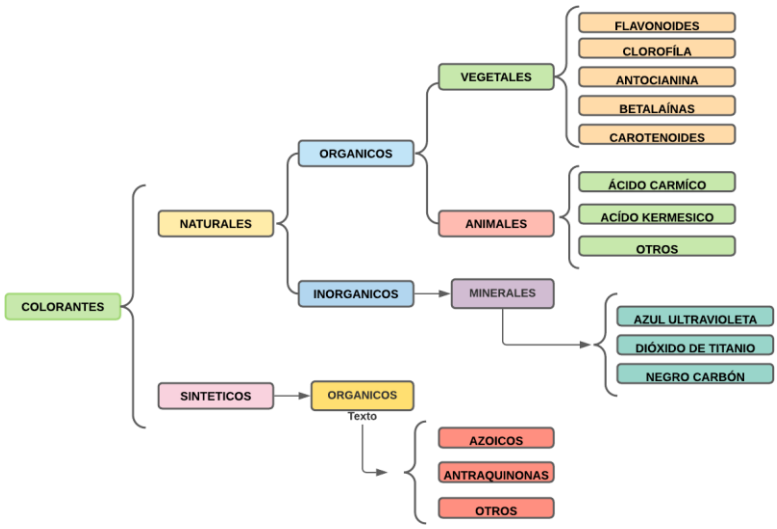



***Figura 1*** Clasificación de los colorantes

**Fuente,**(Torrez, 2014)

### II.1.5.2 Tipos de Colorantes

Los colorantes se clasifican según:

- **Según su Origen**

- **Naturales:** Su origen proviene de plantas y animales como las betalaínas, clorofila, carotenos, antocianinas, flavonoides, etc.
- **Minerales:** Estos no son involucrados en los alimentos por los iones metálicos que contienen, pueden ser cromato de potasio, lacas y sulfato de cobre, etc.
- **Sintéticos:** Su origen es proveniente de síntesis química. (Ruiz, 2012)

- **Según la Solubilidad**

- Hidrosolubles
- Liposolubles (Ruiz, 2012)

- **Según la FDA**

- **Colorantes DF&C:** colorante sintético, de color amarillo brillante, soluble en agua. Con buena estabilidad ante el calor y la luz. Uso certificado en alimentos, drogas y cosméticos.
- **Colorantes D&C:** Son denominados colorantes seguros en drogas y cosméticos que tienen contacto directo con membranas mucosas**.**
- **Colorantes Ext. D&C:** Implicados solo en uso externo, debido a su toxicidad oral. (Ruiz, 2012)

- **Según como Aditivo**

- **Colorantes certificados:** Sintéticos.
- **Colorantes no certificados:** Naturales. (Ruiz, 2012)

### II.1.5.3 Colorantes Sintéticos

Los colorantes sintéticos son aquellos colorantes obtenidos por medio del hombre, es decir, no provienen de la naturaleza por sí mismos, a los cuales se los obtiene mediante procesos de síntesis química industrial, a pesar de ello, no todos los colorantes sintéticos son aprobados para su uso debido a su nivel de toxicidad. (SECCO, 2010)

El uso de los colorantes sintéticos es más frecuente que el de los colorantes naturales porque aportan tonalidades más intensas, por lo que requieren de

menor cantidad para llegar a alcanzar el mismo efecto de color. Adicionalmente estos son mucho más estables, brindan mejor uniformidad de color, tienen mayor solubilidad y se mezclan fácilmente dando como ventaja tonalidades mayores y variables. (FDA., 2010)

(Manuel, 2010) Indica que la ventaja de este tipo de colorante es que son solubles en agua por la presencia de grupos de ácidos sulfónicos, la estabilidad del color es amplia en relación con los pigmentos naturales y casi no se degradan con la luz, son más resistentes a los tratamientos térmicos.

### II.1.5.4 Clasificación de los colorantes Sintéticos

Los colorantes sintéticos se clasifican en

- Colorantes Antraquinonas
- Colorantes Azoicos y otros.

Las colorantes antraquinonas son aquellos que poseen en su estructura uno o más grupos carboxilos en un sistema de anillos conjugados, tienen al menos tres anillos condensados. (Torrez, 2014)

Los colorantes azoicos son sustancias orgánicas procesadas por síntesis química, cuentan con la presencia de un grupo en particular que contiene nitrógeno unido a un anillo aromático (–N=N–) estos son.

- **Tartrazina:** Es uno de los más usados en alimentos, proporciona un color amarillo casi anaranjado, también se lo utiliza en la combinación con el azul para obtener el color verde. Se lo utiliza en productos de repostería, derivados cárnicos, sopas preparadas, conservas vegetales, salsas, helados, postres, caramelos y otras golosinas. La ingestión diaria aceptable está determinada en 7,5 mg/kg de peso.
- **Amarillo ocaso:** También llamado Amarillo Anaranjado S, su uso radica en dar tonalidad a refrescos de naranja, helados, caramelos, productos para aperitivo, postres, etc. La ingestión diaria aceptable es de 2,5 mg/kg de peso.
- **Rojo Allura AC:** Fue utilizado para sustituir al Amaranto debido a problemas comerciales. La ingestión diaria aceptable de este colorante es de 7 mg/kg de peso.

- **Carmoisina:** También llamada Azorrubina se la emplea para conseguir el color de frambuesa en helados, caramelos, postres, etc. Este colorante tiene como ventaja la resistencia a tratamientos térmicos, aunque su uso no esté autorizado en algunos países.
- **Ponceau 4R:** Conocido también por el nombre “rojo cochinilla” proporciona el color de "fresa" a los caramelos, derivados cárnicos, productos de pastelería y helados, etc.
- **Café HT:** Su tonalidad es de un marrón a rojo oscuro, se lo emplea en productos de chocolate, como bebidas, galletas, helados y pastelería. También se lo utiliza en derivados cárnicos para dar tonalidad tostada.
- **Negro Brillante:** Brinda un color de azul a negro oscuro, se los aplica en caramelos, salsas, sopas de sobre, dulces y caviar.
- **Amaranto:** De color rojo a tonalidades moradas o purpuras, se los utiliza en frutas confitadas, glaseados, pasteles, chicles, caramelos y en algunos medicamentos.
- **Rojo 2G:** Su tonalidad va de rojo a rojo oscuro, se los emplea en refrescos, bebidas isotónicas, salchichas frescas, carne de hamburguesas y decoración de pasteles (SALUD, Reglamento Sanitario de los Alimentos. D. S., 2002).

Existe gran cantidad de diversos colorantes que son obtenidos por síntesis química, muchos de los cuales no tienen autorización, pero sin embargo los aplican ilegalmente.

**Tabla 1** Descripción de ventajas y desventajas del uso de colorantes sintéticos

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|---|
| Solubles en agua | Dañar el organismo a largo, mediano o corto plazo |
| Resistentes a tratamientos térmicos | Riesgo en el medio ambiente |
| Estables | Provoca Alergias |
| No se degradan con la luz | Carecen de nutrimientos |

| | |
|---|---|
| Mayor intensidad de color | Menos degradables que los naturales |
| estables en amplios intervalos de pH | son citotóxicos |

### II.1.5.6 Aspecto toxicológico de los colorantes

Para el uso de los aditivos alimentarios incluyendo a los colorantes deben pasar por criterios específicos donde mencionan que solo pueden ser autorizados si tan solo no fuera un peligro para el ambiente y la salud humana.

Internacionalmente esta implementado el JECFA (Join Expert Comittee on Food Additives), la cual cumple su función trabajando bajo la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y la OMS (Organización Mundial de la Salud). (EUFIC, 2004)

Las especificaciones se basan en la revisión de toda la información toxicológica que se halle en los colorantes, incluyendo las pruebas que se realizan en animales y humanos. Para aquello se debe analizar en un tiempo razonable y estable para observaciones a lo largo del consumo de los colorantes durante todo el ciclo de vida. Al analizar estos datos obtenemos, se determina el nivel dietético máximo del aditivo, que no presente efectos tóxicos expresados en mg. (EUFIC, 2004)

### II.1.5.7 Colorantes Naturales

El término colorante natural implica a aquellos colorantes derivados de recursos naturales, como plantas y animales que ofrecen distintas tonalidades a un alimento. (Torrez, 2014)

Estos colorantes naturales son considerados inocuos debido a que no están limitados como los colorantes sintéticos. Con respecto a sus beneficios estos colorantes presentan alta afinidad con los sistemas vitales a diferencia de muchos colorantes artificiales que alteran el metabolismo y se bioacumulan en el organismo. No influyen en la salud de los consumidores ya que son biodegradables. (Torrez, 2014)

En la actualidad se han ido desarrollando investigaciones para encontrar nuevas fuentes de colorantes naturales procedentes de frutas, hortalizas, plantas comestibles y organismos marinos, como, por ejemplo, los extractos de pitahaya son fuentes ricas en betalaínas. (Torrez, 2014)

Entre los pigmentos naturales más distribuidos en los alimentos están los que se agrupan en las siguientes categorías: (Moldovan, 2016)

- Carotenoides
- Clorofilas
- Pigmentos fenólicos: flavonoides, antocianinas y taninos
- Betalaínas
- Hemopigmentos
- Otros pigmentos naturales

### II.1.5.8 Clasificación de los colorantes naturales

**Según su origen**

Esta es la división más común de los colorantes naturales y se dividen según la procedencia del colorante.

- **Origen vegetal**

Estos colorantes son producidos directamente por la actividad fisiológica de las plantas o son producto de transformaciones artificiales de sustancias de procedencia vegetal. Se hallan en mayor concentración en las vacuolas de las células vegetales, donde se asocian con otros elementos como aceites, resinas, etc. Estos van a ser extraídos de los frutos, raíces, corteza, hojas y flores. (Shri.P.D.Patil, 2012)

- **Origen animal**

Son aquellas sustancias químicas presentes en el organismo de animales e insectos, el uso de estos colorantes de origen animal en la actualidad es mínimo, por contra los ya empleados han tenido gran repercusión, entre ellos tenemos

el rojo grana (ácido carmínico) que proviene de la Cochinilla (Dactylapius Coccus Costa) y Púrpura (dibromoíndigo) obtenido del molusco Caracol Púrpura (Patula panza). (Moldovan, 2016)

- **Origen mineral**

Entre los colorantes de origen mineral tenemos los siguientes:

- Dióxido de titanio- es un polvo denso blanco, insaboro e inodoro, es el colorante mineral más empleado.
- Azul ultramarino- producido por la pulverización del mineral lapislázuli; Ocre de cinabrio mineral de color rojo. (Moldovan, 2016)

**Según su afinidad por la fibra**

Necesitan de productos auxiliares para conseguir fijación en fibra.

**Según su estructura química**

Están los polienos, tetrapirroles, quinonas, alkaloides, flavonoides y pirimidinas.

**Polineos:** compuestos orgánicos con más de dos enlaces. Se dividen en dos grupos

- **Carotenos:** Son insolubles en agua y se extraen con solventes como el cloroformo, son los responsables de la gran mayoría de los colores amarillos, anaranjados o rojos presentes en los vegetales y animales. No son solubles en agua.
- **Xantofilas:** Se encuentran en vegetales y animales, son carotenoides con 40 átomos de oxígeno en su cadena principal.

**Tetrapirroles**: constan de cuatro anillos de pirrol y se subdividen según se encuentren dispuestos de forma lineal o de forma cíclica en:

- **Ficobilinas:** químicamente son una cadena abierta de cuatro anillos de pirrol. Transfieren la energía absorbida por ellas a la clorofila. Básicamente se consideran dos tipos de Ficobilinas: Las ficoeritrinas (rojas) y las ficocianinas (azules).
- **Porfirinas:** Son cuatro anillos de pirrol unidos por medios de puente de metilo

que constituyen un anillo mayor en el que se incluye un átomo metálico en el centro. El más conocido dentro de este grupo es la clorofila. (Moldovan, 2016)

**Quinonas:** Se encuentran abundantemente en los vegetales, pero también en animales como insectos (cochinilla), moluscos (calamar) o invertebrados echinodermis (estrellas de mar o erizos.), su coloración puede ser desde el amarillo pálido hasta casi negro, aunque el color verde y el azul son muy raros. Su resistencia a la luz suele ser buena entre ellas están las siguientes:

- **Antraquinonas**: Son el grupo más amplio de las quinonas, estas son quinonas tricíclicas, pertenecen a este grupo los colorantes animales.
- **Naftaquinonas:** En mayor proporción se encuentra en las plantas, Su color cambia desde el amarillo al rojo intenso. (Moldovan, 2016)

**Indigoides y derivados**: Tienen la capacidad de fijarse en varios tipos de fibra, son resistentes a la luz entre los colorantes naturales.

- **Índigo**: Pasta colorante de color azul oscuro y violeta que se extrae de los tallos y hojas de este arbusto, se encuentra presente en numerosas especies vegetales, las que se presente en mayor rendimiento en el género Indigofera.

**Betalaínas:** Se subdividen en Betacianinas que dan un color (rojo-violeta) y las betaxantinas que son de color (amarillo). Una característica importante es que las betalaínas no coexisten en la misma planta con las antocianinas, mientras que sí lo hacen con otros flavonoides. (Rivas Serrano Yaritza, 2018)

**Flavonoides**

Son sustancias responsables de los colores rojos, azulados o violetas de la mayoría de las frutas y flores, aunque tienen resistencia a la luz moderada.

- **Xantonas:** Principalmente proporcionan colorantes amarillos que se encuentran en la familia de las Bonnetiaceae, de las Clusiaceae y en algunas especies de la familia de las Podostemaceate, que incluyen hongos, líquenes y plantas superiores.
- **Antocianinas:** Se encuentran en cualquier parte de las plantas, son solubles en agua y proporcionan colores purpura, rosa, rojo, azul.

- **Taninos condensados:** El colorante es firme y sirve para teñir algodón, se obtienen de las hojas, corteza y frutos, los taninos son de carácter ácido. (Rivas Serrano Yaritza, 2018)

**Pirimidinas**

Es un componente importante de productos naturales tales como la vitamina B1, las purinas y los productos de degradación de los ácidos nucleicos, En su estructura contiene anillos aromáticos con dos nitrógenos en un anillo de seis miembros. De estas se conocen dos categorías: las Fenazinas dan colores amarillo púrpura y las Pterinas blanco- amarillo. (Rivas Serrano Yaritza, 2018)

### II.1.5.9 Ventajas y desventajas de los colorantes naturales

**Ventajas**

- Se minimiza el uso de recursos no renovables: se reduce el daño ecológico en toda la cadena de producción
- Presentan alta compatibilidad con los sistemas vitales a diferencia de muchos colorantes sintéticos que se bioacumulan y alteran el metabolismo.
- Se obtienen a partir de recursos renovables y la materia prima para la producción de tintes vegetales es abundante disponible.
- Prácticamente no se involucran reacciones químicas o reacciones químicas leves en su preparación.
- Los tintes naturales pueden dar colores sutiles y suaves hasta el color más brillante de los hilos y tejidos. (Shri.P.D.Patil, 2012)

**Desventajas**

- Son más caros, generalmente de 20 a 50 veces mayor el costo, en una base similar al consumo.
- Menos estables a la luz y el calor.

- En ocasiones otorgan al producto sabores y/o aromas extraños, lo cual no es deseable.
- Preparados con menos niveles de pureza, necesitando mayor cantidad para lograr la tonalidad deseable.
- Son de uso específico. (Ortega V. P., 2004)

### II.1.6 Aplicaciones

La pitahaya tiene muchas aplicaciones de acorde a su país de origen, se la manifiesta de forma ornamental, ancestral, comercial e industrial. En otros países este fruto era de gran relevancia específicamente en zonas semi áridas tropicales u subtropicales; teniendo como uso ancestral para comunidades como regalo, ofrendas y jugos para pueblos vecinos. (Laura Huachi, 2015)

En la actualidad la importancia de este fruto impulsa a países como Ecuador a crear proyectos de diversidad disposición ya que gracias a su composición nutricional se encuentra a la pitahaya de la siguiente forma: de manera fresca en trozos o junto a otras frutas; también usan la pulpa de la pitahaya 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 bajo un proceso llamado IQF (Individual QuicK Freezing) convirtiéndola así en materia prima indispensable para este tipo de productos. (FAO-PRODAR, 2006).

### II.1.7 Uso de colorantes naturales en la Industria

Las tendencias hacia los productos naturales en la actualidad son mucho más concurridas ya que garantizan la seguridad del consumidor. Recientemente, la industria alimentaria ha incrementado el interés de sustituir el uso de colorantes sintéticos por pigmentos naturales como las betalaínas, las cuales se utilizan principalmente por el color rojo que imparten. Además, las betalaínas son sustancias que poseen actividad antioxidante y anti degenerativa frente a diversas enfermedades. Son pigmentos nitrogenados solubles en agua, derivados del ácido betalámico: Betacianinas (rojo-violeta) y betaxantinas (amarillo-naranja).

## II.2 Marco Legal

La Pitahaya roja *(Hylocereus undatus*) es la especie más cultivada de esta fruta. Al igual que la *Selenecereus megalanthus*, la especie *H. undatus* es un cactus trepador que requiere de un soporte o tutor para su sustento, sus raíces corren paralelas al suelo y desarrolla raíces de sostén a las vainas que se adhieren al soporte para maximizar la absorción del agua del medio. (Argüelles R. F., Producción de pitahaya en el Ecuador, taxonomía y resultados, 2019)

El estudio realizado por (Priatniak & Praditab, 2015) sobre estabilidad del extracto de Betacianinas de la fruta del dragón rojo.

Determinaron la estabilidad de la Betacianinas extraídas de la cascara de la pitahaya roja en disolventes como el metanol y agua destilada. De manera que, se analizó qué tipo de extracción podría exhibir la mayor cantidad de pigmentos de Betacianinas.

Se evaluó la estabilidad del pigmento por efectos de almacenamiento y el pH mediante el método de espectrofotometría a una longitud de onda de 538nm y el tiempo de almacenamiento.

Luego de ser investigaba a lo largo de los años se a encontrado una rica fuente de nutrientes y minerales como vitamina B1, proteína, grasa, carbohidrato, fibra cruda, flavonoide, niacina, piridoxina, glucosa, fenólico, Betacianinas, polifenol, caroteno, fósforo y hierro. En la cascara de la pitahaya roja, así como también la pulpa de la fruta del dragón roja la cuales se las considera altamente beneficiosas. (ruiz, cerna, & menacho, 2020)

(I Susanti, 2020), Por medio del estudio que tuvo objetivo el secado de betacianina extraída de la fruta del dragón rojo (Hylocereus Costaricensis) como colorante natural con ayuda de un secador en diversas condiciones de funcionamiento, Identificó al menos siete betacianinas, a saber: betanina, isobetanina, lhyllocactin, isofyllocactin, betanidina, isobetanidina y buganvilina-RI donde todos tienen espectros de absorción idénticos que contribuyen a la pulpa el color púrpura intenso. Potencializando a la fruta como fuente rica de

colorantes naturales.

Otro estudio realizado por la (Universidad de Costa Rica , 2015) por la Dra. Patricia Esquivel Rodríguez. Indicó que la ventaja de las betalaínas es su estabilidad de color en distintas condiciones de acidez a diferencia de otros pigmentos que cambian su tonalidad según la acidez del alimento y su poder de tinción el cual con frecuencia es un limitante para otros colorantes naturales.

(Cervantes-Sánchez, Huicab-Martínez, García-Vela, & Vanoye-Eligio, 2017) En su estudio el cual tuvo como objetivo la extracción del colorante a través de diferentes técnicas, tales como la deshidratación, secado, trituración de la cáscara, tamizado y el uso de una centrífuga. Los resultados indicaron que el colorante obtenido a por medio de la deshidratación formaba parte del grupo de antocianos y que a una relación de 1/10 era suficiente para dar color a bebidas fermentadas también fue probado de manera exploratoria en el área de repostería en la elaboración de merengue por su gran estabilidad a los cambios de pH y temperatura.

(Rivas & Pihuave, 2018) Realizaron un estudio sobre la “Estabilidad de betanina en extracto acuoso y etanòlico en cáscaras de pitahaya roja (Hylocereus undatus)” donde su objetivo fue analizar la estabilidad del pigmento obtenido en extractos acuoso y etanoico en distintas condiciones de temperatura (4°C, 25°C, 60°C), pH (3, 5, 8) y tiempo de almacenamiento. El periodo de análisis de los extractos etanòlico y acuoso fueron de 15 días empleando un espectrofotómetro UV/VIS, dentro de un rango visible de 200 y 600 nm, donde se obtuvo la presencia de Betanina entre longitudes de ondas de 537 y 540 nm por técnica de HPLC. Aplicando el modelo cinético para el proceso de degradación, se calculó la constante de velocidad (k); y se obtuvo la energía de activación (Ea) para ambos extractos, según la ecuación de Arrhenius. Los valores obtenidos indican que la estabilidad en medio etanòlico se incrementa al aumentar los valores de pH y un comportamiento inverso en medio acuoso. Los resultados indican que la mayor degradación del pigmento Betanina ocurre a la temperatura de 60 °C a pH 8, tanto en medio acuoso como etanólico y que la mayor estabilidad se alcanza a la temperatura de 4°C a pH 3 ó 5.

Por otra parte (YANA, 2017) en su estudio que tuvo como principal objetivo de obtener un colorante natural (betalaínas) por el método de extracción sólido-líquido a partir de la cáscara de tuna para su aplicación en la industria de alimentos, en la evaluación fisicoquímica se trabajó con una representación promedio de las muestras donde se observó que la cáscara de tuna representa un 46,82% del peso del fruto entero, con un pH igual a 5,39, solidos solubles 5,02 ° brix y humedad de 85,17%. Por otra parte, también se determinó los parámetros de concentración del solvente realizando varias muestras a diferentes concentraciones de etanol en un rango de 30 - 90%, en un tiempo de 30-120 min y una cantidad de materia prima de 5-15 gr. Se cuantifico la concentración de betalaínas por el método de espectrofotómetro UV/VIS con un valor de 0,173 mg de betalaínas.

## II.3 Descripción botánica de la planta

### II.3.1 Pitahaya roja (Hylocereus *undatus)*

El género Hylocereus es originario de América tropical, principalmente de América central y el caribe, Comúnmente conocida como “Fruta del Dragón” una fruta exótica, cuya reputación se está extendiendo en todo el mundo y de las cuales existen diversas variedades de pitahaya las más Hylocereus *megalanthus, Hylocereus undatus, Hylocereus costaricensis, Hylocereus polyrhizus, Hylocereus monacanthus, Hylocereus triangularis*, etc.

Su fruto caracteriza por ser de un llamativo color rosado o amarillo, con la pulpa blanca, amarilla o rosa. Es una planta perenne de carácter epifítico o terrestre, de porte rastrero y abundante ramificación la cual pueden llegar a alcanzar de 0,5 a 2m de largo.

La gran popularidad de esta planta se debe a sus características fisicoquímicas, nutricionales y sus compuestos bioactivos considerándosele como un alimento funcional, siendo ampliamente utilizado por sus excelentes características organolépticas y por su valor comercial agregado. (Argüelles R. F., 2019)

***Figura 2*** Representación de planta (Hylocereus undatus)

**Fuente,** *(ACOSTA, 2021)*

### II.3.2 Raíz

(Argüelles, y otros, 2019) Indica que la pitahaya tiene dos tipos distintintivos de raíces. Las raíces primarias que penetran el suelo a una profundidad que varía entre 5 y 10 centímetros y las raíces denominadas adventicias o aéreas que se desarrollan alrededor de los tallos y se sujetan al soporte, y que tienen como función objetiva la de sostener la planta. La pitahaya en si es una planta trepadora epífita, que quiere decir que crece sobre otras plantas y requiere un soporte en donde sostenerse.

**Figura 3** Raíces de planta (Hylocereus undatus)

**Fuente** (Guzmán, Rivas, Valenzuela, & Guzmán)

### II.3.3 Tallo

Los tallos, son denominados suculentos, los cuales le da la capacidad de adaptaciones a la planta en zonas de pocas precipitaciones, donde las hojas son

sustituidas y se les da un engrosamiento el cual le permite acumular el agua que a su vez mantiene humedad con mayor eficacia. Los bordes de las vainas presentan areolas, en las cuales se encuentran grupos de espinas de 2 a 4mm, consideradas hojas modificadas.

El tallo varía dependiendo de las diferentes especies de pitahaya. Podemos conseguir los siguientes tipos de tallos o aristas:

1. Trigonus con tallos de tres aristas.

2. Tetragonus con tallos de cuatro aristas.

3. Pentagonus con tallos de cinco aristas.

El tipo más conocido y más cultivado comercialmente es el de tres aristas o Trigonuus. (Argüelles R. F., 2019).

**Figura 4** Tallo de planta especie Trigonuus de la (Hylocereus undatus)

**Fuente***:* (Guzmán, Rivas, Valenzuela, & Guzmán)

### II.3.4 Flor

La flor de la pitahaya es tubular, dándole una apariencia de trompeta; mide entre 30 y 40 centímetros de largo y abren de noche, atrayendo numerosos insectos por su aroma. Se abre una sola vez por la noche y aún puede observarse abierta a primeras horas de la mañana. El ciclo de muerte y nacimiento de la flor está fuertemente relacionado con la temperatura y humedad relativa. (Tomás Osuna-Enciso, 2016)

***Figura 5*** Floración de (Hylocereus undatus)

**Fuente**, *(Osuna-Enciso)*

### II.4 Hábitat

Pitahaya (Hylocereus undatus) es una planta que requiere de poca cantidad de agua para su supervivencia y, por lo tanto, se considera como resistente a la sequía. Esta planta puede crecer desde el nivel del mar hasta los 1850 m. s. n. m. Las condiciones climáticas favorables para su desarrollo son entre 18 y 26 °C, y con precipitaciones entre 650 y 1500 m. s. n. m. por año. Este cactus se desarrolla mejor en climas cálidos subhúmedos. (Tomás Osuna-Enciso, 2016)

### II.5 Distribución

La distribución de la pitahaya (Hylocereus undatus) como cultivo intensivo partió desde Nicaragua, y de allí, debido a su adaptabilidad, se ha extendido a 8 Centroamérica; y a países de América latina posee gran variedad los países como, México, Guatemala, Costa Rica, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela; Asia en países como Vietnam, Malaysia, Tailandia y Taiwan; Medio Oriente, Oceanía, y países tropicales y subtropicales en todo el mundo. (Argüelles R. F., 2019).

### II.6 Sinónimos de la Hylocereus undatus (Pitahaya roja con pulpa blanca)

- Cereus guatemalensis
- Cereus tricostatus
- Cereus trigonus var. guatemalensis
- Cereus undatus
- Cereus undulatus
- Hylocereus guatemalensis
- Hylocereus tricostatus

## II.7 Tipos de Pitahaya

Su clasificación va a depender del país de origen, generalmente es medido de acuerdo a su variabilidad genética. Se han encontrado entre 1500-1800 especies en América, la mayor cosecha es de la especie Opuntia ficus-indica, conocida como la “TUNA”. A nivel mundial los más conocidos son los géneros Hylocereus y Selenicereus y cactáceas columnares de los géneros Cereus y Stenocereus. (Nerd & Tel-Zur, 2002)

Un estudio declaró que a nivel internacional especies del género Hylocereus como H. undatus (con cáscara roja y pulpa blanca) es una de la más cultivadas, en cambio la H. polyrhizus (Weber) Britton & Rose (con cáscara roja y pulpa de color rojovioleta) e H. costaricensis (Weber) Britton & Rose (con cáscara roja y pulpa de color rojo) se cultivan por debajo de lo estimado. (Mizrahi, 1999)

Otras investigaciones realizadas en Nicaragua clasifican a la Pitahaya por su forma característica, (color de tallos o vainas, color del fruto, tamaño y disposición de las brácteas del fruto). A continuación, su clasificación: (OIRSA, 2000)

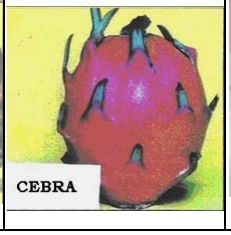
| Rosa | Amarilla | Orejona | Cebra | Lisa |
|---|---|---|---|---|
| | | |  | |

**Figura 6** Clasificación de pitahayas según su forma

**Fuente** (OIRSA, 2000)

En estudios realizados en Ecuador se encuentran dos tipos de pitahaya, la pitahaya roja *(Hylocereus undatus)* y la pitahaya amarilla *(Selenicereus megalanthus).* (Esquivel & Araya, 2012)

| Pitahaya Amarilla | Pitahaya Roja |
|---|---|
| **Reino:** Plantae | **Reino:** Plantae |
| **División:** Magnoliophita | **División:** Magnoliophita |
| **Clase:** Mognoliopsida | **Clase:** Mognoliopsida |
| **Orden:** Caryophillale | **Orden:** Caryophillale |
| **Familia:** Cactaceae-cactácea | **Familia:** Cactaceae-cactácea |
| **Género:** Selenicereus | **Género:** Hylocreeae |
| **Especie:** Megalanthus | **Especie:** Undatus |
| **Tribu:** Hylocereeae | **Tribu:** Hylocereeae |
| **Categoría:** fruta | **Categoría:** fruta |
| **Nombre científico:** Selenicereus megalanthus | **Nombre científico:** Hylocereus undatus |

**Tabla 2** Cuadro Clasificación taxonómica de la pitahaya amarilla. (Selenicereus megalanthus) y pitahaya roja (Hylocereus undatus)

**Fuente** (Esquivel & Araya, 2012)

### II.8 Propiedades

La pitahaya es una planta que pertenece a la familia de las Cactaceae, que se pueden consumir como fruta fresca o procesada como pulpa; sin embargo, resulta importante retomar el estudio de los componentes del mercado, en donde se destaca no sólo por ser una fruta con componentes nutricionales que aportan beneficios a la salud humana, sino también porque suple una demanda latente y su cultivo puede ser una actividad alternativa para productores de zonas con condiciones agroecológicas adversas.

Posee propiedades analgésicas, alivia dolores de cabeza y encías. Una de sus cualidades más importantes es que regula la digestión, es buena opción para afecciones digestivas o estreñimientos. Una dieta rica en pitahaya puede contrarrestar la retención de líquidos, estimula las funciones digestivas y previene cálculos renales. Cabe recalcar que para que el efecto laxante de la pitahaya se habilite, se debe consumir las semillas de la fruta como tal. La pitahaya también es un buen implemento para la obesidad como tratamiento dietético y para el colon irritable o inflamado se aconseja tomarlo en forma de jugo. Por su alto nivel en vitamina C, se la denomina a la pitahaya como indispensable para la buena formación de huesos, endurecimiento de los dientes y ayuda a fortalecer el sistema inmunológico, aunque también la recomiendan para problemas de anemia. (Mantilla, 2013)

### II.9 Composición Química

La composición química de (Hylocereus undatus) es muy amplia y varía significativamente, no solo por su variabilidad genética individual. La característica más notable de los frutos de pitahaya es la presencia de pigmentos betalaínicos y esta se divide en betacianinas y betaxantinas.

La fruta del dragón contiene 25.0 mg de vitamina C por 100 g de fruta cruda, oxalatos de calcio, agua 89 g, proteína 1.1 g, carbohidratos 13.2 g, fibra 0.5 g vitamina B1 (tiamina) 0.04 mg, vitamina B2 (riboflavina) 0.05 mg, vitamina B3 (niacina) 0.16 mg, calcio (Ca) 6.0 mg, hierro (Fe) 1.9 mg, fósforo (P) 22.5 mg (Anggie, Juan, & María, 2020)

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

***Figura 7*** Composición de Pitahaya (Hylocereus undatus)

**Fuente** (Cañamero Villanueva & Arevalo Bazalar, 2018)

### II.10 Propiedades de la Cáscara de Pitahaya

En la cáscara de pitahaya se ha descubierto propiedades nutraceúticas importantes, para aquello se han realizado investigaciones y estudios del polvo de esta cáscara. En una investigación se analizó que el polvo de cáscara de la fruta de Pitahaya roja tiene la capacidad de reducir el colesterol total, triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad en la sangre y aumenta los niveles de lipoproteínas de alta densidad. Los polvos de cascara de Pitahaya roja se los puede emplear como un suplemento en los alimentos para mantener un cuerpo sano y prevenido de la hiperlipidemia. Este estudio fue hecho mediante experimentos en ratones donde se les administro alto contenido de grasa durante 20 días hasta que presentaran hiperlipidemia. (Hernawati, N, & R, 2018 )

### II.11 Antocianinas

Son pigmentos pertenecientes a la familia de los flavonoides, que muestran una paleta amplia de colores, desde el anaranjado hasta el azul, presentándose en la mayoría de las frutas y vegetales. Son los colorantes responsables en plantas de colores: naranja brillante, rosa, rojo, violeta y el azul de los pétalos de las flores y de frutas. (Reyes, 2018)

Su estructura básica se compone de un anillo benzopirano unido a un segundo anillo aromático llamado B (C6-C3-C6), cuyo conjunto constituye la antocianidina o aglicona (cromóforo). (Reyes, 2018)

Este color característico de las antocianinas depende de varios factores intrínsecos, como son los sustituyentes químicos que contenga y la posición de

los mismos en el grupo flavilio; debido a que si se aumentan los grupos hidroxilos del anillo fenólico se intensifica el color azul, mientras que la introducción de metoxilos provoca la formación del color rojo.

Para la industria de colorantes alimenticios es de gran interés particular debido a su capacidad para impartir colores atractivos mejorando la apariencia total del alimento.

En actualidad el crecimiento de interés por las antocianinas es por dos razones. La primera por su impacto sobre las características sensoriales de los alimentos, las cuales pueden influenciar su comportamiento tecnológico durante el procesamiento de alimentos, y la segunda, por su implicación en la salud humana a través de diferentes vías. Diversos estudios presentan evidencia científica que los extractos ricos en antocianinas pueden mejorar la agudeza visual, mostrar actividad antioxidante, atrapar radicales y actuar como agentes quimio protectores.

### II.12 Betalaínas

Se describían como “antocianos nitrogenados”, pigmentos cuyos colores varían del rojo al amarillo. Se dividen en betacianinas, que ofrecen color rojo púrpura y las betaxantinas, de color amarillo. Se refiere a un grupo de aproximadamente 70 pigmentos hidrosolubles, con estructuras de glucósidos, derivados de la 1,7-diazoheptametina. (Bonfigli, 2014). Se pueden usar a las betalaínas como aditivos alimentarios para enriquecerlos o evitar su decoloración. El uso de betalaínas como colorante está aprobado por la Unión Europea etiquetadas como E-162 (aditivo alimentario). (Anggie, Juan, & María, 2020)

Este compuesto bioactivo posee un efecto positivo contra los problemas relacionados con el estrés en los seres humanos, debido a su potencial para inhibir la oxidación y la peroxidación lipídica. (Kanner, Harel, & Granit, 2001.)

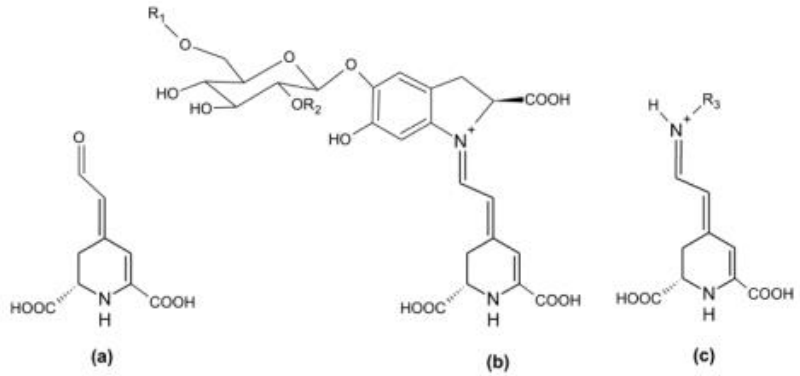



***Figura 8*** Estructuras de los tipos de Betalaínas

**Nota:** Las Betacianinas que son de color rojo-violáceo (b) y las betaxantinas (c) anaranjadas amarillentas, ambas con el núcleo fundamental del ácido betalámico (a) *(wong, 2018)*

## II.13 Betacianinas

Son pigmentos de color purpura, se consideran glucósidos, su principal componente es la betanina (hasta un 95% del total de las betacianinas del betabel). Absorben a una longitud de onda máxima de entre los 534 y 555 nm. Son más estables que las betaxantinas. Generalmente representan del 75 al 95% de las betalaínas. (Song, Chu, & Xu, 2015)

En la industria alimentaria, las betacianinas de pitahaya roja pueden utilizarse como colorante natural ya que presentan una estabilidad térmica similar o mejor en comparación con el rojo de remolacha, dependiendo del tratamiento de temperatura. (Gengatharan, Dykes, & Choo, 2015)

## II.14 Betaxantina

Son pigmentos betalaìnicos, se caracterizan por la conjugación del ácido betalàmico con aminoácidos o aminas, brinda un color amarillo- anaranjado se encuentra en mayor proporción en la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), estructuralmente se asemeja mucho a las betacianinas (pitahayas rojas) solo se diferencian por el grupo amino o por un aminoácido. Las betaxantinas son muy delicadas en comparación con las betacianinas. Sus pigmentos son de color amarillo y absorben a una longitud de onda que va de 460-480 nm. (Rojas, 2016)

## II.15 Betanina

Es de color rojo-purpura, contribuye un 75-95% para se constituye por poseer una aglucona betanidina a la que se une una molécula de beta-Dglucosa en el grupo hidroxilo. Este colorante natural generalmente se debe añadir en dosis que no excedan las 150 ppm (Rojas, 2016); aunque otros autores manifiestan que es altamente potente brindando el color deseado y no debe exceder los 50 mg/kg, este colorante sirve para dar color a productos de pastelería, chicles, yogurt, salsas, postres como gelatinas.

## II.16 Parámetros medibles de Estabilidad

### II.16.1Estabilidad

La estabilidad es un causante principal a considerar para el uso de pigmentos tipo betalaínas ya que esta se ve influenciada por temperatura, pH, presencia de oxígeno, luz, actividad del agua; el más predominante es la temperatura, por este efecto y más se sugiere que la aplicación de este pigmento debe ser en productos de corta vida con niveles bajos de luz, oxígeno, humedad para prevenir la degradación. (Hinostroza, 2013)

### II.16.2 Temperatura

Es uno de los factores más influyente ya que la degradación de las betalaínas depende de la temperatura. (Azeredo, 2009)

Mediante el procesamiento térmico de las betalaínas ocurre la degradación por isomerización, des glicosilación, hidrolisis, deshidrogenación y descarboxilación. (Gutiérrez, y otros, 2014).

El pardeamiento es el cambio de color a una tonalidad más oscura, se debe a la reducción del color gradual, donde pasa del color rojo característico de las betalaínas a un color marrón claro, esto se debe a que las betalaínas poseen mayor estabilidad a temperaturas bajas, demostrando que a la temperatura de 4°C se dice que permite mantener una buena estabilidad de los compuestos betalámicos a comparación con temperaturas altas. (Herbach, Stintzing, & Carle, induced degradation products from purified betanin, 2005)

### II.16.3 pH

Se ha demostrado que las betalainas son estables a un rango de pH de 3,0 a 6,0. Pasado de este rango comienzan a degradarse obteniendo una pérdida de color. (Gandía-Herrero F, 2013)

### II.16.4 Luz

La degradación de las betalaínas también puede darse por la exposición a la luz solar, la pérdida del color es ocasionada por la absorción de ondas UV. (Janiszewska, 2014). Sin embargo, en otros estudios indican que la degradación de los pigmentos de las betalaínas por la luz se debe a la presencia de oxígeno, debido a que no se da en condiciones anaerobias. Esto puede ser evitado con la ayuda del ácido ascórbico. (Herbach,et al.., 2005). La presencia de luz y de oxígeno tienen un efecto sinérgico. La luz causa una degradación de color del 15,6% y el oxígeno 14,6%, mientras que la combinación de ambos causa una degradación del 28,6%. No todas las fuentes de luz proporcionan degradación, sino que la luz de variables longitudes de onda podrían producir un efecto aditivo de color en las betalaínas. (Manchali, Chidambara, Nagaraju, & Neelwarne, 2013)

### II.16.5 Oxigeno

Es el causante del oscurecimiento del pigmento, en donde las betalainas reaccionan con el oxígeno y cuando estas son almacenadas a exposición de oxígeno sufren la degradación del color. (Herbach, Rohe, Stintzing, & R, 2006)

Pese a que, se ha demostrado que niveles bajos de oxígeno benefician la restitución del pigmento después de experimentar dicha degradación. También se ha demostrado que la eliminación del oxígeno disuelto aumenta la estabilidad de los compuestos betalámicos y que el oxígeno juega un papel crucial en la degradación de las betalaínas, y más aún si dichos compuestos se encuentran almacenados por encima de los 4ºC y en presencia de luz. (Manchali et al., 2013)

### II.16.6Actividad de Agua

En investigación de varios autores se ha observado y llegado a la conclusión se obtiene una mayor estabilidad de las betalaínas cuando la actividad de agua (aw)

es <0,63. La aw afecta la estabilidad de los compuestos betalámicos puesto que el agua favorece la ruptura del enlace aldimina del compuesto. (Herbach et al., 2006). También reportan que la estabilidad de estos compuestos, no solo de las betalaínas sino de otros colorantes naturales incrementa cuando se aplican métodos para disminuir el contenido de agua, tales como liofilización y secado por atomización, entre otros métodos más. (Gutiérrez, y otros, 2014)

### II.17 Uso de la cascara de Pitahaya Roja (*Hylocereus undatus)*

La cáscara de pitahaya constituye del 20.4% al 32.5% del fruto parte muy poco aprovechada siendo una fuente importante de colorantes naturales ya que las restricciones en el uso de colorantes sintéticos son más severas en alimentos, lo cual ha conducido al interés en el uso de antocianinas, betalaínas y flavonoides como colorantes alimenticios, así como en productos farmacéuticos, cosméticos y similares. (Argüelles R. F., 2019)

Por otra parte, existe evidencia que indica que algunos colorantes naturales extraídos de la cascara de pitahaya roja, pueden ser nutricionalmente, importantes antioxidantes, por tanto, la ingestión de estos especialmente los flavonoides y antocianinas muestran una gran capacidad para captar radicales libres causantes del estrés oxidativo, atribuyéndoseles también un efecto beneficioso en la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer y otros desordenes asociados con la edad.

(Figueroa, Tamayo, González, Moreno, & Vargas, 2011) realizaron una investigación donde la extracción de la antocianina de la cascara de la pitahaya se realizó utilizando metanol acidificado al 0.01%, homogenizando por 10 min para luego refrigerar durante 24 horas. Transcurrido este tiempo se homogeniza de nuevo y se filtra a vacío, el sobrenadante se concentra en un rotavapor a 40ºC durante 8 min. Los resultados indican que el contenido de antocianinas en la cáscara de pitahaya presentó un valor medio de 323,9087 mg cianidina y 36 glucósido/100 g de peso fresco de muestra.

De acuerdo a (Vargas, Cortez, Duch, & Lizama, 2013) el rendimiento medio, de colorante obtenido de la piel de la pitahaya fue de 319.72 g por kilogramo de

fruta; el contendió de antocianinas fue de 45.69 mg/100g de piel seca de esta manera se obtiene un total de 0.1460g de antocianinas por kilogramo de piel.

La pitahaya siendo una fruta exótica, silvestre de un color llamativo es utilizada para la preparación de diversos productos alimenticios, como lo son las gelatinas, mermeladas, jugos, jarabes, yogurt así como también se la puede degustar sola gracias a su rico sabor y agradable aromas, sin embargo esta parte comestible solo representa el 55% del peso del fruto dejando el otro 45% correspondiente a la cascara con un valor poco aprovechado que en el mejor de los casos debido a la falta de conocimientos de los beneficios de la misma, es utilizada como forraje para el ganado o desechada. (Figueroa, 2011)

La cascara de la (*Hylocereus undatus*) dentro de su composición cuenta con fenoles, flavonoides y antocianos atribuyéndoles una gran capacidad de captar radicales libres, causantes de estrés oxidativo teniendo como beneficios la prevención a enfermedades cardio vasculares, circulatorias, cancerígenas, y neurológicas. También se le atribuye la actividad antinflamatoria, anti alergénicas, antitrombótica y antineoplásica. Figueroa et al. (2011)

## II.18 Obtención de colorante natural de la cascara de pitahaya

Existen numerosos métodos de extracción de Betacianinas a partir de la cáscara de la pitahaya, sin embargo, entre los más recomendables está el proceso de maceración y destilado en caliente. El proceso comprende la maceración de la cascara, en solución de etanol y ácido clorhídrico como regulador de pH en agua a concentraciones no mayores de ácido de 0.1 mol/litro y de alcohol comprendida entre el 35- 45%. (YANETH, 2020)

### II.19.1 Metodología

### II.19.1 Metodología Experimental 1

En la presente invención dada por la (china Patente nº 106634031, 2017) revela un método de extracción de un pigmento natural de cáscaras de pitaya. El método se caracteriza por tener la siguiente secuencia:

- Pretratamiento de la materia prima: Se lavo la superficie de la cascara con agua limpia para evitar polvos o impurezas. Posteriormente se sometió la cáscara de pitahaya a un secado de bomba, deshumidificante caliente de bucle cerrado o secado de la bomba de calor, para secar la cáscara de dragón en bloques con un contenido de agua de 6% a 8%.
- Pasos de trituración: la cáscara de dragón en bloque seca se trituro y se pasó a través de un tamiz de 20 ojos, para obtener el polvo de cáscara de la fruta de dragón.
- Pasos de inmersión: Al polvo de cáscara de pitahaya se le añadido de 5 a 10 veces la masa de 35% a 45% solución de etanol, para mantener la temperatura de 25 a 35 °C, se adiciono 15% de HCl a un pH de 4.5 a 6.5, tiempo de inmersión continua 120 a 240min.
- Paso centrífugo de la separación: se recogiendo el lixiviado y se centrifugo por 10min a 4000r/min, el líquido superior recogido fue el extracto del pigmento de la cáscara de la fruta de dragón.
- Paso de separación de cromatográfica: Aquí se extrajo pigmentos de las cáscaras de pitahaya a través de la resina D101 O D3201 las cuales son adecuadas para extraer materia orgánica.
- Luego para obtener el líquido de separación se usó la concentración de etanol de 40% a 50% como solución de adsorción y posteriormente se utilizó un rotavapor para eliminar el etanol, y una temperatura de secado de ambiente de 60 °C, el polvo obtenido rosado es el pigmento de cáscara de dragón.
- El pigmento de cáscara de pitahaya resultante se midió primero por coeficiente de extinción molar, y luego por espectrofotómetro para medir la absorción máxima de la longitud de onda de absorción del pigmento de cáscara de dragón (A-538rim), y luego se midió el contenido de betanina o pigmento rojo en el extracto el cual fue de 31.6%

El método es simple y es adecuado para la producción industrial, el costo es bajo, el rendimiento es alto, la operatividad es fuerte, la calidad del producto es buena y la tasa de recuperación es alta. Los residuos se convierten en recursos valiosos. Se reduce la contaminación ambiental.

El pigmento natural obtenido es natural, nutricional y multifuncional y se puede utilizar como aditivo aplicado a industrias como el procesamiento de alimentos, la producción de cosméticos y similares.

### II.19.2 Metodología experimental 2

Según (Priatniak & Praditab, 2015) en su metodología de extracción de Betacianinas de la cascara de pitahaya para evaluar la estabilidad bajo los parámetros de temperatura y pH de Betacianinas , la cascara fue troceada con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable; luego se realizó la extracción con agua destilada por una parte y por el otro con metanol de esta manera se investigó que tipo de extracción exhibe la mayor cantidad de pigmento.

Se pesaron 100gr de cascara y 400ml de cada solvente (agua, metanol y agua ácida o metanol) en un vaso de agua. La extracción fue realizada por proceso de maceración durante 24 horas en nevera. A continuación, el extracto se filtró utilizando un papel de filtro nº41. Una vez filtrado se almacenó en un frigorífico para su posterior análisis.

La estabilidad de este pigmento se evaluó controlando los efectos de tiempo de almacenamiento y pH por espectrofotómetro a una longitud de onda de 538nm.

Para el efecto estabilidad del tiempo de almacenamiento: se colocaron 5 ml de extracto en cada uno de los tubos de reacción a temperatura ambiente. La absorbancia de extracto se controló cada hora durante 5 horas.

Para el pH: Se estudió el efecto del pH sobre el rendimiento de Betacianinas total a valores de pH; 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 y 5.0. El pH de las muestras se ajustó añadiendo ácido ascórbico hasta alcanzar el pH deseado.

La tasa de degradación del extracto se analizó, tomando 5 ml de extracto de Betacianinas en agua destilada se colocaron en 3 tubos de reacción. Estos tubos se colocaron en un baño de agua a 50, 60 y 70 °C y se observó la absorbancia

cada 30 minutos hasta 120 minutos. La absorbancia se determinó a 538nm.

El contenido total de betacianina extraído con metanol pH 1, 2, 3, 4 y 5 fue 188,54,

222.73, 279.94, 379.46 y 515.20 µg / 100 g de piel. Mientras tanto, el contenido total de betacianina extraído por agua destilada pH 1, 2, 3, 4 y 5 fueron 216,40, 265,38, 313,80, 378,10 y 491,16 µg / 100 g de piel.

El análisis de datos mostró que la solubilidad de la betacianina en metanol fue mayor que en agua. El contenido betacianina inicial en metanol era 531,45 g / 100 g y el inicial contenido Betacianinas en agua fue de 394,35 g / 100 g de cáscaras de la fruta de dragón rojo. Basado en monitoreo durante cinco horas en la habitación temperatura ya descrita, el contenido de Betacianinas en el metanol se redujo aproximadamente en un 10,44%, mientras que el contenido de Betacianinas en el agua se redujo en un 22,58%

**II.19.3 Metodología experimental 3**

Por medio del trabajo experimental realizado por (Rivas & Pihuave, 2018) que tuvo como objetivo la extracción de pigmentos de la cascara de pitahaya roja por los métodos de extracción acuosa y etanolicá para de esta forma establecer la estabilidad y rendimiento de betaninas, teniendo la siguiente secuencia.

La fruta se lavó y se cortaron con cuchillos de acero inoxidable las cáscaras de pitahaya roja (Hylocereus undathus Haw) en cuadrados de 1cm2 aproximadamente, 200g de cáscaras se colocó en 800ml de etanol acidificado y en 800 ml de agua acidificada (ácido acético 1% V/V) se dejó macerar por 24 horas en un cuarto oscuro, una vez macerado se filtró con papel número 40, se guardó en condiciones de temperaturas propuestas para el análisis.

Para medir la estabilidad del pigmento se realizaron 2 grupos conformado por los extractos acuosos y etanólicos los cuales fueron sometidos a 2 tratamientos: el térmico y de pH con sus respectivas replicas y almacenadas por 15 días. El cambio de color de las muestras tratadas fue monitoreado durante todo el periodo con el espectrofotómetro UV-VIS (Perkin Elmer).

Para el tratamiento de pH a las muestras obtenidas se les añadió ácido acético

al 1% y fueron sometidas a pH ajustado usando H2SO4 1% O NaOH 1%. Ambos extractos se los llevó a un de pH 3.0, pH 5.0 (pH original de la Pitahaya roja) y pH 8 respectivamente. Las muestras resultantes fueron tratadas adicionalmente a 3 diferentes temperaturas respectivamente siendo estas de 4, 25 y 60 °C.

Para el análisis espectrofotométrico utilizaron el espectrofotómetro UV-VIS marca Perkin Elmer con una longitud de onda propuesta por Priatni et al., (2015) que fue de 538-540 nm.

Para la purificación de los extractos obtenidos de la maceración en medio etanólicos acidificado que estuvieron almacenadas a temperaturas de 4° C. fueron centrifugadas a 13.500 rpm por 5 minutos, 1 ml del extracto etanólicos en 3 diferentes pH, fueron concentrados a 35 °C usando un evaporador marca Biotage, el etanol fue completamente removido y las muestras se reconstituyeron con 1 ml de agua tipo 1, y luego se procedió a guardar las muestras a 4°C. Los extractos que se obtuvieron en medio acuoso a diferentes pH fueron filtrados y luego se mantuvieron a 4°C.

### II.19.4 Metodología experimental 4

Para la extracción de pigmento dada por Cervantes et al., (2017) una vez obtenida la materia primase le realiza un pretratamiento que consistió en lavarla de manera tradicional para limpiarla de impurezas. Posteriormente se realizó el proceso de extracción del colorante.

Donde se empieza con el pelado, extrayendo todas las partes puntiagudas gruesas de la fruta dejando solo la cascara de la fruta, posteriormente se rebano en pedazos finos para de esta forma se facilite el secado, el cual se va dar por deshidratación por un tiempo de 1:30min para eliminar la humedad de la cáscara.

Una vez deshidratada la cascara se procede a realizar la primero horneada por un tiempo de 30min a una temperatura de 40°C donde cada 10 min se cambia de posición la cascara para evitar que se pegue a la charola, pasado el tiempo establecido se procedió a la segunda horneada aumentando su tiempo a 2 horas y la temperatura a 105°C con la finalidad de eliminar en su totalidad la humedad que se pudiese encontrar en la cascara, de la misma forma cada 10 min se cambia de posición la cascara para evitar que se pegue a al recipiente.

Triturado: una vez estando la cáscara seca en su totalidad, se trituró con una licuadora industrial. Este paso consistió básicamente en observar cada tres minutos el triturado buscando que no queden residuos.

Tamizado: se tamizó lo obtenido del triturado y los grumos obtenidos son triturados nuevamente con la finalidad de aprovechar en su totalidad toda la cáscara.

Mezclado: se realizó con agua purificada en una porción de 500ml de agua y 15 gramos del polvo obtenido en el tamiz y se homogenizó hasta quedar disuelto por completo el polvo.

Centrifugado: de la mezcla se extrajeron 7ml con una pipeta y se depositan en los tubos de ensayo, los tubos con 7ml de la mezcla se centrifugaron por un tiempo de 20 minutos a 2000 rpm, después de este tiempo se extrae el sobrenadante de los tubos.

Obtención del colorante: el sobrenadante de los tubos se extrajo con una pipeta y se depositó en frascos para su conservación.

el colorante extraído forma parte del grupo de antocianos. Los resultados no fueron diferentes en el porcentaje de extracción del colorante. De manera general, por cada 100 gramos de cáscara se logró extraer el 6% de colorante en forma de polvo, lo que representa en rendimiento neto del colorante 30.8 g del pigmento en polvo.

### II.19.5 Metodología experimental 5

(Mello, y otros, 2015) Indico en un estudio que la cascara de pitahaya (Hylocereus undatus) a más de ser una fuente rica en betalaínas con una gama de colores útiles para la industria alimenticia, farmacéutica y textil. También contiene compuestos fenólicos y actividad antioxidante.

Para la extracción de este pigmento realizo la siguiente secuencia:

Preparación de las muestras: los frutos fueron se lavó y la piel de pitaya se separó manualmente.

Posteriormente se tritura la muestra (5 g) se tomó para la extracción a

temperatura ambiente, utilizando 200 ml de acetona (80%) en un equipo de extracción asistida por ultrasonido (Unique, USC- 1400) durante 15 min.

Después de pasado el tiempo, se filtró a través Papel de filtro Whatman n°1.

El filtrado se evaporado en un rotavapor para eliminar todo residuo de solvente (acetona) luego se congelo a -18 °C

Para la cuantificación de betalaínas: se diluyo 1g de muestra de cascara seca una muestra con agua destilada y se trasfirió a un, matraz donde el volumen se completó a 100ml, una vez hecho esto se filtró con una bomba de vacío de filtro Whatmann °1. E l filtrado se utilizó para el análisis espectrofotómetro (Hitachi u-1800) donde las lecturas se hicieron a 536nm por triplicado

Se calculó la cuantificación de betalaínas según la Ley Beer-Lambert-Bougue, modificada por TANG & NORZIAH (2007).

Para la estabilidad de las betalaínas: Se evaluaron las betalaínas presentes en la piel de pitahaya. exponiendo los extractos de betalaínas a varios pH condiciones (2.4, 3.2, 3.7, 4.2, 4.5; 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8) y tiempos de exposición (0, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 a 90min) a una temperatura de 100 °C. Los extractos se prepararon a partir de muestras deshidratadas (1 g), diluidas en solución tampón de Na 2 HPO 4 (0,2 M) y ácido cítrico (0,1 M). El extracto se expuso a una temperatura de 100 ° C, y se tomaron tres muestras a intervalos de tiempo para el análisis en el espectrofotómetro (Hitachi, U-1800) escaneando la absorbancia a 280-780nm a velocidad de 400nm.min -1, y colorímetro (Minolta CR- 400 Chroma) con iluminante D65

# CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

## III.1 Modalidad de la Investigación

El presente estudio está enmarcado en la investigación bibliográfica empleando los métodos descriptivo, comparativo y explicativo. Se realizó una búsqueda de artículos que citaban las palabras clave de esta revisión: “colorantes naturales“ ‘betalaínas’, ‘pigmentos’, ‘estabilidad’ y ‘extracción’ en las bases de como libros, artículos científicos, tesis doctorales, entre otras fuentes secundarias, con temas referentes a la problemática en cuestión, donde se pueda obtener información que contribuya el desarrollo y el análisis del tema con la finalidad de dar respuesta a la implementación de los colorantes naturales específicamente los extraídos de la casara de pitahaya roja (*Hylocereus undatus)* y el uso de los mismo en la actualidad en confrontación al desmedido uso de los colorantes sintéticos determinando cual es el rendimiento y aporte de cada uno.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se emplea los diferentes tipos de investigación adecuados para el tema, entre ellos explicativo, descriptivo y cualitativo. Adicional se aplican diseños experimentales como transeccional descriptivo y el correlacional-causa.

La información se realizó mediante la búsqueda de artículos científicos que se encuentran en las bases bibliográficas de Dialnet, Scopus, Science Direct, Scielo, Redalyc, entre otras. La recopilación de datos se encuentra en un intervalo que va desde el año 2010 hasta el 2021.

Las palabras claves para la ecuación de búsqueda fueron las siguientes: Extracción de colorante, cascara de pitahaya roja, betalaínas, Betacianinas,

Métodos de extracción, Hylocereus undatus (origen, descripción botánica, división taxonómica, composición química), colorantes sintéticos.

# CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

## IV.1 Composición química de la Cáscara de la Pitahaya Roja (Hylocereus undatus)

De acuerdo al objetivo específico 1 se fundamenta mediante artículos citados la composición química de la Cáscara de Pitahaya Roja, considerando su gran potencial de propiedades.

**Tabla 3** Composición química de la Pitahaya Roja (Hylocereus undatus)

| Parte del Fruto | Composición Química | Referencia |
|---|---|---|
| **Pulpa** | Vitamina C<br>Agua<br>Proteína<br>Carbohidratos<br>Fibra<br>Vitamina B1 (tiamina)<br>Vitamina B2 (riboflavina)<br>Vitamina B3 (niacina)<br>Calcio<br>Hierro<br>Fósforo<br>Ácido Ascórbico<br>Fenoles | (YANETH, 2020)<br><br>(S.Wichienchota, M.Jatupornpipa, & R.A.Rastall, 2010) |
| **Cáscara** | Pectina<br>Captina<br>Flavonoides (Antocianinas)<br>Betalaínas<br>Betacianinas<br>Betaninas | (Haro, 2020)<br>(Serrano & Pihuave, 2018) |
| **Tallo** | Alcaloides<br>Cumarinas<br>Compuestos grasos<br>Catequinas<br>Azúcares reductores<br>Mucílagos<br>Potasio<br>Cobre<br>Magnesio<br>Hierro<br>Zinc | (Juárez-Cruz, y otros, 2012)<br><br>(YAMBAY, 2010) |
| **Semillas** | Alcaloides<br>Cumarinas<br>Compuestos grasos | (YAMBAY, 2010) |

| | | |
|---|---|---|
| | Catequinas<br>Saponinas<br>Aminoácidos libres o aminas<br>Azúcares reductores<br>Mucílagos | |

**Fuente, (Autoras)**

**Análisis**

En los estudios realizados por (S.Wichienchota, M.Jatupornpipa, & R.A.Rastall, 2010) la mayor porción de la pitahaya se debió al agua, ya que constituye un 85% de la fruta del dragón, su gran contenido en agua nos ayuda a hidratarnos y a combatir la retención de líquidos, su nivel calórico se lo considera bajo con un 45% de calorías por cada 100 gramos. Concretamos que la pitahaya es una fruta que la puedes consumir en cualquier etapa de la vida, ya que sus propiedades son diversas y no afectan a la salud en caso de administrarla frecuentemente.

Una de las grandes propiedades que tiene la pitahaya es que es antioxidante, esto se debe a sus antocianinas, que son compuestos que contrarrestan el envejecimiento de las células, las protegen de los radicales libres y nos ayudan a tener mayor resistencia ante las infecciones. También nos aportan las vitaminas tanto A, B, y C que son micronutrientes que nos provee en nuestro organismo beneficiosamente, dando energía y regulando nuestro sistema. La vitamina C es una gran fuente de antioxidantes que ayudan a reducir el riesgo de sufrir enfermedades degenerativas, cardiovasculares o incluso el cáncer, también cuida de nuestra vista y previene la aparición de cataratas o glaucoma.

Asimismo, pudimos apreciar que nos brinda otros micronutrientes como los minerales investigados por (Juárez-Cruz, y otros, 2012), que favorecen a los huesos y al buen desarrollo del cerebro, el magnesio un micronutriente muy importante que toma del buen funcionamiento de los músculos y los nervios, es importante para una buena salud ósea y para el sistema inmunitario. De los macronutrientes la pitahaya contiene pequeñas cantidades de carbohidratos, proteína vegetal y grasas, pero en poca proporción.

Además, es perfecta para personas que padecen sobrepeso u obesidad, se la puede incluir en una dieta exclusiva para adelgazar y perder peso dado el bajo

perfil calórico que contiene, posee fibra prebiótica que impulsa las bacterias beneficiosas del intestino, debido a este crecimiento, se ha podido encontrar que es de gran ayuda en la pérdida de peso, porque reduce la inflamación y refuerza la resistencia a la insulina, esto hace posible una mejor salud al consumidor.

Se encontró que en las semillas también contienen propiedades como la de mejorar el tránsito intestinal contribuyendo a que vayamos regularmente al baño y evitemos el estreñimiento. La captina es un componente de las semillas de la pitahaya tiene propiedad tonificante cardiaco que induce el correcto funcionamiento del corazón y combate las arritmias.

Se apreció que la pitahaya posee propiedades antihistamínicas, contrarresta el asma, sinusitis o rinitis y previene enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer, esto se debe a los fenoles presentes en la pitahaya.

### IV.2 Uso del colorante de la Pitahaya Roja frente a colorantes sintéticos

De acuerdo al objetivo 2 se establece la importancia del uso de colorantes de la pitahaya frente a los sintéticos.

**Tabla 4** Colorantes de la Pitahaya frente a ejemplos de colorantes sintéticos

| Colorantes de la Pitahaya | Colorantes Sintéticos |
|---|---|
| Betalainas (betacianinas, betaninas) y Antocianinas. | Azoicos, Antraquinonas, entre otros. |

**Fuente** (Figueroa, et al., 2011)

### Discusión

Uno de los motivos por la cual se hizo esta investigación fue el rechazo de los colorantes sintéticos de parte de los consumidores de productos alimenticios debido a la relación que tienen con alergias y déficit de atención en niños, (Esquivel & Araya, 2012) promueve a los grandes beneficios que la pitahaya puede otorgar a la industria alimenticia y cosmética.

Se analizó que la pitahaya posee pigmentos llamados betalaínas que van desde un amarillo a un rojo púrpura, las betalaínas tienen muchos efectos

beneficiosos para la salud, de las cuales más resaltan sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Una de las causas por las que las industrias prefieren los colorantes sintéticos es debido a que su estabilidad es mejor que la de los colorantes naturales, las betalaínas que posee la pitahaya tienen la ventaja de ser estables en cualquier condición de acidez, a diferencia de otros pigmentos naturales que cambian su coloración al primer contacto de acidez.

Se observó que esta ventaja se la considera muy importante por el poder de tinción que poseen los pigmentos de la pitahaya, es decir las betalaínas.

“Es importante incentivar el cultivo para que pueda ser una alternativa para la industria alimentaria. El aprovechamiento de la pitahaya a nivel industrial tiene un gran potencial por los aspectos beneficiosos para la salud que se le atribuyen al fruto y porque hay muchas zonas de clima seco que se podrían aprovechar para su cultivo”, manifestó la Dra. Esquivel.

### IV. 3 Métodos de Extracción

Con respecto al objetivo 3, es necesario evaluar cuál de los métodos de extracción tiene mayor porcentaje de rendimiento en la cáscara de la pitahaya roja como colorantes, tomando en cuenta el porcentaje de rendimiento y los factores que intervienen en cada proceso.

Dentro de los métodos empleados están los siguientes:

- ✓ **Maceración con etanol**
- ✓ **Maceración acuosa**
- ✓ **Maceración con metanol**
- ✓ **Extracción asistida por ultrasonido**
- ✓ **Extracción por Deshidratado o desecado**

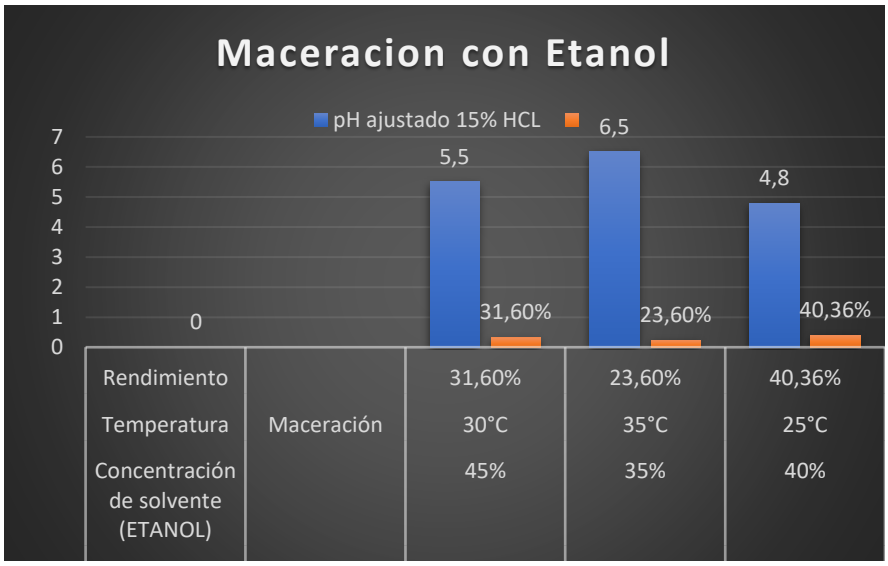
A continuación, se detallan los gráficos estadísticos del porcentaje de rendimiento de cada uno de los métodos de extracción que son empleados para la obtención del colorante natural.

**Maceración con etanol – metodología 1**

**Tabla 5** Rendimiento de extracto de colorante en distintas condiciones correspondientes a la metodología 1

| Método | Contenido de agua | Concentración de solvente (ETANOL) | Tiempo inmersión | Temperatura Maceración | pH ajustado 15% HCL | % Rendimiento |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RANGOS** | 6% a 8% | 40% A 50% | 120 a 240 min | 25°C – 35°C | 4,5 – 6,5 | - |
| **MACERACION CON ETANOL** | 6% | 45% | 240 min | 30°C | 5,5 | 31.6% |
| | 8% | 35% | 200min | 35°C | 6.5 | 23.6% |
| | 7% | 40% | 180min | 25°C | 4.8 | 40.36% |

**Fuente, (Autoras)**




## Análisis 1

En la **tabla IV** se muestra que el 40.36% de rendimiento del pigmento frente a 3 tipos distintos de tratamientos, a distintas condiciones de extracción fue a una temperatura de 25°C, aun pH ajustado de 4.8 y con un tiempo de inmersión de 180min donde le solvente utilizado fue el etanol a una concentración de 40% concordando con las condiciones de extracción de (Rivas & Pihuave, 2018)

donde indican que las condiciones que permiten la mayor estabilidad del pigmento Betanina, son a un pH 5 a 6 y un rango de temperatura de maceración de 25°C Y una temperatura de almacenamiento de 4,5 a 5,5°C donde han demostrado que las betalaínas tienen mayor estabilidad y permite mantener la estabilidad de los compuestos betalámico.

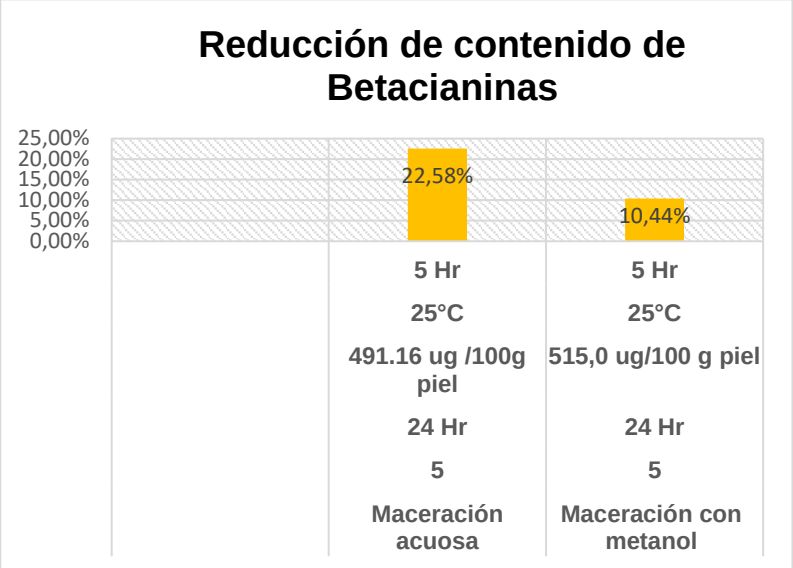
Logrado un pigmento simple, de bajo costo, de alto rendimiento, adecuado para la producción industrial de un método para extraer el pigmento de la cáscara de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*). Tiene las características de proceso simple, fuerte operatividad, adecuado para la producción industrial y alta calidad del producto y alta tasa de recuperación. (china Patente nº 106634031, 2017)

### Metodología 2 – maceración acuosa y metanolica

***Tabla 6*** *Representación de rendimiento de método de maceración acuosa y metanolica*

| Método | pH | T° maceración | % Rendimiento | T° | Tiempo de inmersión | Reducción de contenido de Betacianinas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Maceración acuosa** | 1,0 | 24 Hr | 216.40 ug/100g piel | 25°C | 5 Hr | 22,58% |
| | 2,0 | 24 Hr | 265.36 ug/100g piel | | | |
| | 3,0 | 24 Hr | 313.80 ug /100g piel | 25°C | | |
| | 4,0 | 24 Hr | 378.10 ug /100g piel | | | |
| | 5,0 | 24 Hr | 491.16 ug /100g piel | 25°C | | |
| **Método** | **pH** | **T° maceración** | **% Rendimiento** | | | |
| **Maceración con metanol** | 1,0 | 24 Hr | 188.54 ug /100g piel | 25°C | 5 Hr | 10,44% |
| | 2,0 | 24 Hr | 222,73 ug /100 g piel | | | |
| | 3,0 | 24 Hr | 279,94 ug /100 g piel | 25°C | | |
| | 4,0 | 24 Hr | 379,46 ug /100 g piel | | | |
| | 5,0 | 24 Hr | 515,0 ug/100 g piel | 25°C | | |

**Fuente**, (Autoras)




**Análisis 2**

En la **tabla VI** se mostró el rendimiento de colorante de la cascara de pitahaya roja obtenido según la metodología de (Priatniak & Praditab, 2015) en el cual se obtuvo por extracción acuosa y con metanol tomando en cuenta los parámetros de estabilidad óptimos con respecto a temperatura y pH del colorante y que tipo de extracción exhibe la mayor cantidad de pigmento. Dando como resultado que el extracto con mayor contenido de betacianina se obtuvo de las cáscaras extraídas con metanol ph 5 (515,20 µg / 100 g) superior a Contenido de betacianina en agua pH 5 (491,16 µg / 100 g).

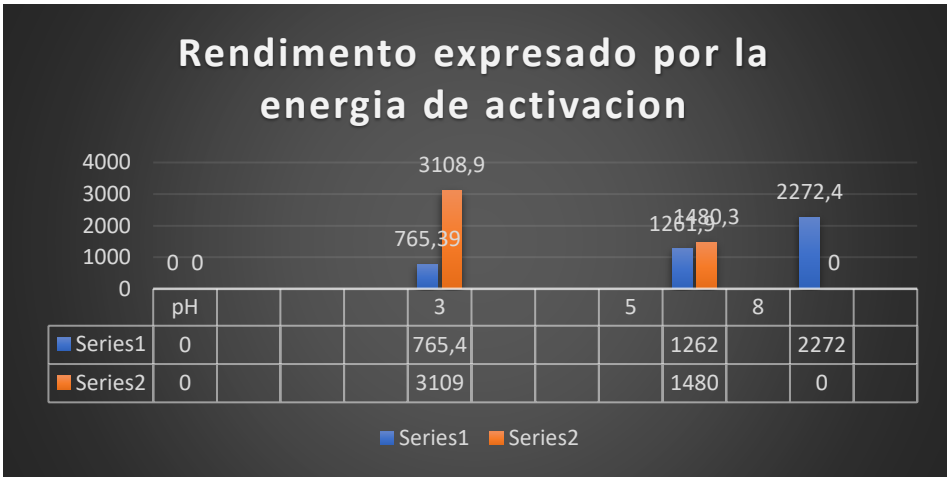
Para efecto de estabilidad el análisis de resultados mostró que, durante cinco horas a temperatura ambiente, el contenido de betacianina en metanol el extracto se redujo aproximadamente en un 10,44%, mientras que el contenido de betacianina en el extracto de agua se redujo en aproximadamente un 22,58%. 48tanólico mostró que el extracto de betacianina en agua sigue el modelo de primer orden cinético con su tiempo de vida media (t O) a 25 °C fue de 23 horas y el 90% de vida útil de Y fue de 76 horas.

## Metodología 3 – maceración acuosa y 49tanólico

**Tabla 7** Método de extracción por maceración acuosa y etanólica porcentaje de rendimiento interpretado por energía de activación

| Método | pH | Maceración con etanol | Maceración acuosa |
|---|---|---|---|
| Energía de Activación (kcal/mol) | 3,0 | 765,39 | 3108,9 |
| | 5,0 | 1261,9 | 1480,3 |
| | 8,0 | 2272,4 | -------- |

**Fuente, (Autoras)**




**Fuente, (Autoras**

### Análisis 3

En la **tabla 3** se aprecia la energía de activación de los extractos de la pitahaya roja en maceración acuosa y etanólica. Los valores obtenidos indican que, para ambos extractos, la Energía de activación se incrementa a medida que aumenta el pH. Esto indica que los pigmentos (betalaìnicos) son más estables en medio

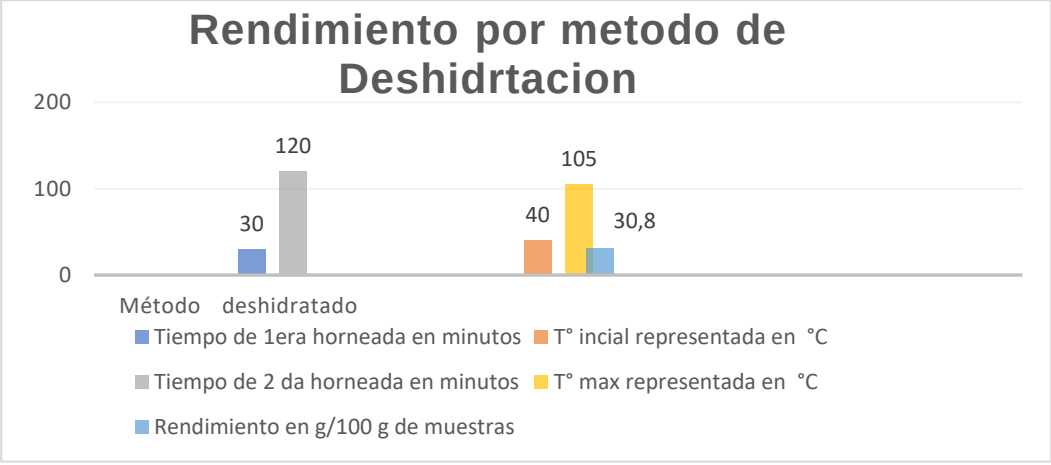
ácido, independientemente del tipo de extracto. Al mismo tiempo, como los valores para el extracto 50tanólico son menores que para el extracto acuosos, los pigmentos se degradan más fácilmente en medio 50tanólico. Los valores de la Energía de activación para pH 8 en medio acuosos no pudieron ser calculados por degradación del pigmento.

### Metodología 4 – Extracción por Deshidratado o desecado

**Tabla 8** Porcentaje de rendimiento del método de deshidratación o secado

| Método | Condición de la cascara | T° 1era horneadas | T° 2 da horneadas | Tiempo | Rendimiento |
|---|---|---|---|---|---|
| **Deshidratación o secado** | Triturado – troceada | 40°C | | 30min | 30,8 / 100g de cascara<br>Equivalente al 6 % de rendimiento |
| | | | 105°C | 2 horas | |

**Fuente, (Autoras)**




**Fuente, (Autoras)**

### Análisis 4

En la tabla VI la extracción por deshidratación o desecado a temperaturas graduales de 40°C y 105°C tuvo un % de rendimiento de 6% por cada 100g de piel de la fruta lo que equivale a 30.8g obtenidos del pigmento en polvo este colorante extraído forma parte del grupo de antocianos, la tonalidad del colorante

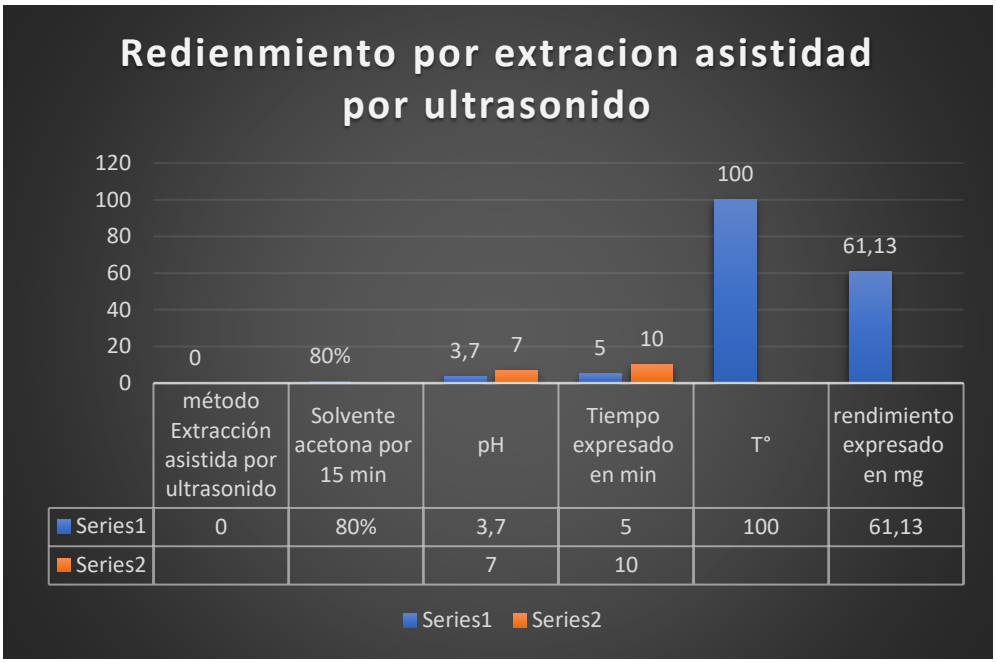
fue un rosa moderado este color se obtuvo cuando la fruta se encontraba en un estado fisiológico total de madurez, ya que en estudios anteriores se ha demostrado que cuando los frutos presentan bastante madurez el colorante obtenido es mayor y vistoso.

**Metodología 5 – Extracción asistida por ultrasonido**

**Tabla 9** Porcentaje de rendimiento del método de extracción asistida por ultrasonido

| método | Solvente | pH | Tiempo | T° | Rendimiento |
|---|---|---|---|---|---|
| Extracción asistida por ultrasonido | Acetona 80%. 15min | 2.4 | 0 | 100°C | 61.13 mg equivalente a 100 g de muestra seca |
| | | 3,2 | 5 min | | |
| | | 3,7 | 10 min | | |
| | | 4,2 | 20 min | | |
| | | 4,5 | 30 min | | |
| | | 5,0 | 40 min | | |
| | | 5,5 | 50 min | | |
| | | 6,0 | 60 min | | |
| | | 6,5 | 70 min | | |
| | | 7,0 | 80 min | | |
| | | 7,5 | 90 min | | |
| | | 8,0 | 100min | | |

**Fuente, (Autoras)**




**Fuente, (Autoras)**

**Análisis 5**

En la **tabla V** siguiendo con la metodología de (Mello, y otros, 2015) , se muestran resultados del porcentaje de rendimiento utilizando el método de extracción por ultrasonido, la cual es una técnica de separación con la finalidad de aislar y concentrar componentes por medio del uso de un disolvente orgánico. La piel de pitahaya presentó 61.13 mg de betanina equivalente 0.0613g de cada 100g -1 de muestra seca A pH 5.0, se observó mayor estabilidad. A los 10 minutos de calentar el color de las betalaínas se mantuvieron estables en el rango de pH de 3,7 a 5,5. Después de este período de tiempo, el color de las betalaínas fue degradado a naranja y amarillo. Por lo tanto, las betalaínas de pitahaya mostraron buena estabilidad en un amplio rango de pH (3.0-7.0) y resistencia al calentamiento durante 10 minutos a 100°C.

Esta característica permite la aplicación de colorante de pitahaya en alimentos de baja acidez con tratamiento térmico moderado, o más para agregar a los alimentos después de calentarlos.

La producción de colorante natural. De cáscara de pitahaya puede ser una gran alternativa para la industria alimentaria, así como reducir el medio ambiente Impacto causado por el descarte actual de la cáscara. Además, la cáscara de pitaya puede ser un sustituto saludable. Para colorante sintético.

## Conclusiones

Una vez concluido el presente trabajo investigativo podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. Se fundamentó la composición química de la pitahaya roja (Hylocereus undatus), determinando que compuestos contiene en cada parte del fruto (tallo, pulpa, semilla), mediante los estudios realizados anteriormente, considerando también las propiedades que presentan como ser una fruta antioxidante, dietética, antihistamínica, laxante, vitamínica, macro y micronutriente.
2. Se estableció la importancia del uso de los colorantes que presenta la pitahaya roja (Hylocereus undatus), (Betalainas, betacianinas, betaninas, antocianinas) frente a colorantes sintéticos, comparando la eficacia y el daño que causan en la salud de los consumidores a largo plazo.
3. Por medio del análisis bibliográfico de las investigaciones y sus respectivas metodologías de extracción de colorante realizadas, se concluye que el mejor método para la obtención del colorante de la pitahaya roja (Hylocereus undatus) fue la extracción por ,maceración acuosa debido a que según las pruebas de estabilidad realizadas fue en esta donde se mantuvo más estabilidad en la degradación de la pigmentación y a temperaturas graduales de 25 a 35 °C él tuvo un rendimiento de 22.58% obtenidos del pigmento, considerándose como una opción que permite extraer mayor cantidad de colorante, por lo que confirma lo reportado en las investigaciones.

## Recomendaciones

Se recomienda fomentar el uso de productos de origen vegetal los cuales proporcionan mejores resultados, son amigables con el medio ambiente y no tóxicos para la salud humana.

Como alternativa de remplazo a los colorantes artificiales, se recomienda utilizar el pigmento rojo natural en productos de pH entre 3 y 5 y que su procesamiento y almacenamiento sean a temperaturas de 4°C, pudiendo ser usados en: bebidas, gelatinas, helados, entre otros.

Es idóneo realizar estudios completos empleando el pigmento Betanina directamente como materia prima y así poder impulsar su extracción a gran escala, de manera que se promovería el desarrollo económico en la región aprovechando un material de desecho como la cáscara de pitahaya roja

Es indispensable continuar con las investigaciones hacia nuevas fuentes de aditivos naturales sean estas frutas, hortalizas, plantas; evitando así problemas de salud a futuro en los consumidores por la ingesta de colorantes sintético

## Referencias Bibliográficas


ACOSTA, M. B. (9 de JULIO de 2021). *ECOLOGIA VERDE* . Obtenido de https://www.ecologiaverde.com/pitaya-cultivo-2211.html

Anggie, V.-R., Juan, U. C., & María, P. M. (2020). Pitahaya (Hylocereusspp.) Culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia Agropecuaria*, 444-446.

Argüelles, R. F. (2019). *Producción de pitahaya en el Ecuador, taxonomía y resultados.* guayaquil ecuador : Grupo Compás.

Azeredo, H. (2009). Betalains: Properties, sources, applications, and stability.

Badui, D. (1993). Química de los Alimentos. *3ra Edición*. México: Pearson Educación.

Bonfigli, M. (2014). Optimizacion conjunta de factores determinantes de la calidad de extractos de remolacha.

Cañamero Villanueva, C., & Arevalo Bazalar, M. (Julio de 2018). *Pitahaya (Hylocereus undatus), deshidratada por ósmosis en algarrobina*. Obtenido de Pitaya: propiedades, beneficios y valor nutricional: http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/35/TFBN_251.pdf?sequen

Cervantes-Sánchez, M. E. (29 de noviembre de 2016). Obtención de un colorante natural a partir de la pitahaya (Hylocereus . *Mexican Journal of Biotechnology*, 66-69. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/tesis/Obtaining_a_natural_dye_from_the_pitahaya_Hylocere.pdf

Dr. Ricardo Correa, I. A. (2012). *COLORANTES EN ALIMENTOS*. Obtenido de https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/Colorantes%20en%20alimentos.pdf

Escobar Rojas, A. ( 2016). Evaluación de la protección y liberación del extracto de bugambilia (bougainvilleasp.) encapsulado en perlas de alginato y almidón de maíz. Mexico.

Esquivel, & Araya. (2012). Pitahaya (Hylocereus sp) fruit characteristics and in potencial use in the food industry. Escuela de Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de*.

EUFIC. (Enero de 2004). *EUROPEAN FOOD INFORMATION COUNCIL*. Obtenido de http://www.eufic.org/sp/quickfacts/aditivos_alimentarios.htm

FAO-PRODAR. (28 de Diciembre de 2006). Obtenido de Productos frescos y procesados. Fichas técnicas.: hhttp://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/PITAHAYA.HTMi

FDA., E. U. (Enero de 2010). *FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. FDA.*

Figueroa, R., Tamayo, J., González, S., Moreno, G., & Vargas, L. (1 de 06 de 2011). ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE ANTOCIANINAS PRESENTES EN CÁSCARA DE PITAHAYA (Hylocereus*undatus). *Revista Iberoamericana de Tecnología*, 44-50. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/813/81318808007.pdf

FULAI, L., MEIQI, L., & JUNMIAO, C. (2017). *china Patente nº 106634031*.

Gandía-Herrero F, G.-C. F. (2013). Biosynthesis of betalains: Yellow and violet plant pigments. Trends Plant Sci.

Gengatharan, A., Dykes, G., & Choo, W. (2015). *Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods.* LWT-Food Science and Technology.

Gutiérrez, R., Amaya-Guerra, Ramos, Q., Anchondo, R., JA, G. U., JG, B. G., . . . K, C. V. (2014). Effect of soluble fiber on the physicochemical properties of cactus pear (Opuntia ficus indica) encapsulated using spray drying. Food Sci. Biotechnol.

Guzmán, A. M., Rivas, A. M., Valenzuela, L. F., & Guzmán, M. V. (s.f.). *Estudiando Agricultura de la pitahaya en Taiwán.* Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología de Pingtung,, República de China. Obtenido de https://estudiandoagriculturaentaiwan.blogspot.com/2016/10/pitahaya-raiz-lavada.html

Haro, J. N. (2020). *Microencapsulación de antocianinas con actividad antioxidante extraídas a partir de la cáscara de pitahaya roja (Hylocereus undatus).* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE

AMBATO, FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA, Ambato.

Herbach, Stintzing, & Carle. (2005). induced degradation products from purified betanin. En Herbach, Stintzing, & Carle, *Identification of heat-induced degradation products from purified betanin, phyllocactin and hylocerenin by high-performance liquid chromatography/ electrospray ionization mass spectrometry. Rapid Commun. Mass Spectrometry. 19* (Vol. 19, págs. 2603-2616.). Rapid Commun. Mass Spectrom.

Hernawati, N, S., & R, S. (2018 ). The role of red dragon fruit peel (Hylocereus polyrhizus) to improvement blood lipid levels of hyperlipidaemia male mice. Journal of Physics: Conference Series.

Hinostroza, C. d. (2013). *UNIVERSIDAD DE CHILE* . Obtenido de EXTRACCIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE BETALAÍNAS DE TUNA PÚRPURA (Opuntia ficus-indica) MEDIANTE TECNOLOGÍA DE: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114868/vergara_cc.pdf?sequence=1

I Susanti, F. H. (2020). Drying of extracted betacyanin from red dragon fruit (Hylocereus Costaricensis) as natural colorant by using spray dryer in various operating condition. *ISMEVD 2019*, 3. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/tesis/Drying_of_extracted_betacyanin_from_red_dragon_fru.pdf

IESN, I. D. (Agosto de 2011). *IESN.* CHILE.

INEN. (2013). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-CODEX 192:2013. *NORMA GENERAL DEL CÓDEX PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS* .

Janiszewska, E. (2014). Microencapsulated beetroot juice as a potential source of betalain. Powder Technol. .

Juan, R. S. (may de 2016). *quimicaviva.* Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf

Juárez-Cruz, A., Livera-Muñoz, M., Sosa-Montes, E., Goytia-Jiménez, M. A., González-Hernández, V. A., & Bárcena-Gama, R. (Junio de 2012). COMPOSICIÓN QUÍMICA DE TALLOS INMADUROS DE ACANTHOCEREUS SPP. E HYLOCEREUS UNDATUS (HAW.) BRITTON & ROSE. *Revista Fitotecnia Mexicana, 35*(2), 171-175.

Kanner, J., Harel, S., & Granit, R. (2001.). *Betalains-a newclass of dietary cationized antioxidant.* Journal of Agricultural and Food Chemistry.

Laura Huachi, E. Y. (2015). DESARROLLO DE LA PITAHAYA (Cereus SP.) EN ECUADOR. *Revista Ciencias de la Vida.*

López, L. (1999). *Gaceta Universitaria*. Obtenido de La pitaya: variedad de usos. : hhttp://www.gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/115/5-115.pdfi.

Manchali, Chidambara, Nagaraju, & Neelwarne. (2013). Stability of betalain pigments of red beet. En Neelwarne B (Ed.) Red Beet Biotechnology. Food And Pharmaceutical Applications. . Nueva York, EUA.: Springer. .

Mantilla, M. M. (2013). *Estudio de Factibilidad para la Creación de una empresa Productora y Comercializadora de Tede Pitahaya Ubicada al Norte de la Ciudad de Quito.* Universidad Politecnica SALESIANA sede de Quito, Administración de Empresas, Quito.

Manuel, A. M. (mayo de 2010). *propiedades de colorantes naturales secados on tecnicas alternativas.* Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1153_Q.pdf

Mello, F. R., Bernardo, C., Dias, C. O., Gonzaga, L., Amante, E. R., Fett, I. R., & Candido, L. M. (2015). Antioxidant properties, quantification and stability of betalains from pitaya (Hylocereus undatus) peel. *Scielo Brazil*, 323-328.

Mizrahi, Y. a. (1999). *Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. In Perspectives on new crops and new uses.* Virginia, USA: American Society for Horticultural Science.

Moldovan, S. (SEPTIEMBRE de 2016). *INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE TINTURA SOBRE TEJIDOS DE ALGODON CON COLORANTES NATRALES EXTRAIDO DE MICRO Y MACRO ALGAS.* Obtenido de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:oGXTxB2sUsUJ:https://riunet.upv

.es/bitstream/handle/10251/73893/MOLDOVAN%2520-%2520COLORANTES%2520NATURALES%2520PARA%2520FIBRAS%2520TEXTILES%2520A%2520PARTIR%2520DE%2520ALGAS.pdf%3Fsequence%3D1+&cd=1&h

Nerd, A., & Tel-Zur, N. a. (2002). *Fruits of vine and columnar cacti. In Cacti: biology and uses.* Berkeley and Los Angeles , California : University of California Press.

OIRSA. (2000). *Manual Técnico Buenas Prácticas de Cultivo en Pitahaya.* Nicaragua.

Organización mundial de la salud. (31 de ENERO de 2018). *Organizacion mundial de la salud /OMS*. Obtenido de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives

Ortega, V. P., Herrera, A. V., & Daza, L. D. (2006). *Estudio Comparativo del uso de colorantes naturales y sinteticos.* Obtenido de http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fap259e/pdf/fap259e.pdf

Osuna-Enciso, T. (s.f.). floracion de hylocereus undatus . *revista.* Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., mexico.

Pastaz, K. B., & Pineda, J. A. (2018). Toxicidad de los colorantes sintéticos. *Revista Biorrefinería*, 42.

Priatniak, S., & Praditab, A. (2015). Stability Study of Betacyanin Extract from Red Dragon Fruit. *ScienceDirect*, 438.

Reyes, N. M. (2018). Análisis de características diferenciales entre antocianinas y betalainas en extractos de plantas mediante pruebas de color . *ambiociencia - Facultad de CC.Biologícas y Ambientales. Universidad de León.*, 39-40.

Rivas Serrano Yaritza, T. P. (2018). *ESTABILIDAD DE BETANINA EN EXTRACTO ACUOSO Y ETANÒLICO EN.* tesis, guayaquil ecuador. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/tesis/BCIEQ-T-0273%20Rivas%20Serrano%20Yaritza%20del%20Pilar%3B%20Tomal%C3%A1%20Pihuave%20Yuly%20Lisseth.pdf

Rocío Sánchez Juan. (Diciembre de 2013). LA QUIMICA DEL COLOR EN LOS ALIMENTOS. *QuímicaViva* , 236. Obtenido de LA QUIMICA DEL COLOR EN LOS ALIMENTOS: https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf

Rodríguez, D. P. (2015). *Desarrollo de productos procesados a partir de la pitahaya para su aplicación en formulaciones alimenticias y cosméticas.* Costa Rica.

Rojas, J. A. (06 de diciembre de 2016). *“EVALUACIÓN DE LA PROTECCIÓN Y LIBERACIÓN DEL EXTRACTO DE BUGAMBILIA (Bougainvilleasp.) ENCAPSULADO EN PERLAS DE ALGINATO Y ALMIDÓN DE MAÍZ”.* Obtenido de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65236/Tesis%20evaluacion%20de%20la%20proteccion%20y%20liberacion%20del%20extracto%20de%20bugambilia.pdf?sequence=3&isAllowed=y

ruiz, a. v., cerna, j. u., & menacho, l. m. (2020). Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scielo-Perú*, 2.

Ruiz, R. R. (2012). Estudio preliminar de los pigmentos presentes en la cáscara de pitaya ( Stenocereus stellatus) de la región mixteca.

S.Wichienchota, M.Jatupornpipa, & R.A.Rastall. (1 de Junio de 2010). Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. *Food Chemistry, 120*, 850-857.

SALUD, C. M. (2002). *Reglamento Sanitario de los Alimentos. D. S.* Chile.

Sánchez Juan, Rocío Pautte. (Diciembre de 2017). *quimicaviva - Universidad de Buenos Aires* . Obtenido de LA QUIMICA DEL COLOR EN LOS ALIMENTOS: https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf

Savador, B. D. (2010). Química de los Alimentos. *3ra Edición*. México: Pearson Educación.

SECCO. (2010). Colorantes Sintéticos y Naturales para Uso en Alimentos. *Sociedad Chilena de Tecnología de Alimentos*, 31-39.

Serrano, Y. D., & Pihuave, Y. L. (2018). *ESTABILIDAD DE BETANINA EN EXTRACTO ACUOSO Y ETANÒLICO EN CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA (Hylocereus undatus Haw).* Guayaquil.

Shri.P.D.Patil, D. R. (2012). REVIVACIÓN DE COLORANTES NATURALES: USO INTELIGENTE DE LA BIODIVERSIDAD. *Colourage*, 3.

Song, H., Chu, Q., & Xu, D. (2015). *Purified Betacyanins from Hylocereus undatus Peel Ameliorate*

*Obesity and Insulin Resistance in High-Fat-Diet-Fed Mice.* Journal of Agricultural and Food Chemistry.

Tomás Osuna-Enciso, J. B.-T.-B.-R.-V.-R.-R. (2016). Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (Hylocereus undatus (How.) Britton and Rose) en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Scielo*, 2.

Torrez, B. Z. (2014). *Obtención de un colorante orgánico para la industria alimentaria a partir del fruto pitahaya (Hylocereus undatus), en el laboratorio n° 107 del departamento de Química de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua).* Managua, Nicaragua.

Universidad de Costa Rica . (27 de julio de 2015). *Porta de la investigacion*. Obtenido de investigan cultivo y elaboración de colorantes naturales de pitahaya: https://vinv.ucr.ac.cr/es/noticias/investigan-cultivo-y-elaboracion-de-colorantes-naturales-de-pitahaya

Vargas, M. d., Cortez, J. A., Duch, E. S., & Lizama, A. P. (2013). Extraction and Stability of Anthocyanins Present in theSkin of the Dragon Fruit (Hylocereus undatus). *Scientific Research*, 1222-1223.

wong, w. (2018). *Academia edu*. Obtenido de Betalaínas: colorantes naturales con actividad antioxidante: https://www.academia.edu/7758146/Betala%C3%ADnas_colorantes_naturales_con_actividad_antioxidante#:~:text=Estabilidad%20de%20las%20betala%C3%ADnas%20Un%20requisito%20evidente%20de,de%20los%20alimentos%20en%20los%20cuales%20se%20encuentra .

YAMBAY, M. P. (2010). *TAMIZAJE FITOQUÍMICO Y DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD LAXANTE DE TALLOS Y SEMILLAS DE PITAHAYA* . ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO , RIOBAMBA ECUADOR .

YANA, C. M. (29 de diciembre de 2017). *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO*. Obtenido de FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA: http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6391/Nayhua_Yana_Candelaria_Milagros.pdf?sequence=1&isAllowed=y

YANETH, C. H. (2020). *COMPOSICIÓN QUÍMICA Y EFECTO TERAPÉUTICO DE PITAHAYA (Hylocereus undatus) AREQUIPA-2020.* Peru. Obtenido de http://repositorio.upads.edu.pe/bitstream/handle/UPADS/149/CHINO%20HUILLCA%20YANET%20-%20bach..pdf?sequence=1&isAllowed=y