

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA**  
**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUIMICA**  
**CARRERA DE QUIMICA**

**SEMINARIO DE GRADUACION PARA OPTAR AL**  
**TÍTULO DE LICENCIADO EN QUIMICA**



**TITULO: 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). ENERO – JUNIO 2014.**

**Autora:**

Bra. Zorania María José Córdoba Torrez

**Tutora:**

Lic. Ana Margarita Matamoros Artola

**Asesor:**

PhD. Danilo López Valerio

Managua, Junio 2014



## **DEDICATORIA**

A Dios Todopoderoso,  
A mi madre Sra. María Cristina Torres Sunsín  
Y a mi padre Dr. Bayardo José Córdoba Gaitán



## AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso por bendecirme y guiarme donde estoy, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua por darme la oportunidad de realizar mis estudios. A mi tutora de seminario, *Lic. Ana Margarita Matamoros* por su esfuerzo y dedicación, a mi asesor *PhD. Danilo López Valerio*, quienes con sus conocimientos, experiencias, paciencia y motivación han logrado que pueda concluir mis estudios con éxito.

A todos mis maestros por transmitir sus conocimientos durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, al *Lic. Luis Manuel Calero R.* y a mi amiga *Lic. Elizabeth Mercado Sánchez*, por darme ánimos en los momentos más difíciles en esta etapa de mi vida.

A mis padres, quienes me han motivado en mi formación personal y profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi formación profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles. Donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

*Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.*



## OPINIÓN DEL TUTOR

Managua 27 de Agosto del 2014

Dirección del Departamento de Química y Tribunal Examinador. UNAN-Managua, Nicaragua. Presento ante ustedes el trabajo de Seminario de Graduación.

Por medio de la Presente hago constar y comunico que las observaciones expresadas por los miembros del Comité Evaluador durante el proceso de defensa del trabajo de seminario de graduación titulado “**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). Enero – Junio 2014**”.

Desarrollado por:

**Bra. Zorania María José Córdoba Torrez**

Han sido debidamente incorporadas por la autora en el texto de trabajo de Seminario de graduación.

Atentamente.

---

Lic. Ana Margarita Matamoros Artola

Tutora



## RESUMEN

En este trabajo se desarrolló un método de encapsulado con almidón (Fécula de maíz), con el objetivo de obtener un colorante orgánico natural a partir de la presencia de betalaínas en el fruto pitahaya, se tomó como muestra de estudio la especie *Hylocereus undatus*.

A nivel de laboratorio, se realizó la extracción y cuantificación de betalaínas presentes en la pitahaya a partir de la lectura de absorbancia de Betacianinas y betaxantinas a longitud de onda de 538 nm y 438 nm respectivamente. Utilizando la técnica analítica de espectroscopia Ultravioleta/Vis y realizando diluciones al 50, 25 y 10 en unidades de porcentajes volumen-volumen (% V/V), obteniendo en la pitahaya concentraciones de betalaínas: 18.10, 18.02, 17.44 mg/kg para las diluciones del 50, 25 y 10 (% V/V).

De ahí que, se ha logrado retener betalaína en el almidón (fécula de maíz) obteniendo así colorante en polvo con un 32,33% MP-1, 30,14% MP-2 y 33.42% MP-3, mostrando que no hay efecto negativo entre extracto y el agente encapsulante utilizado, el método de preparación empleado es fácil, rápido y económico.

La determinación de betalaínas en el fruto pitahaya, indica que el color característico se debe al mayor contenido Betacianinas que Betaxantinas, por tanto la pitahaya es considerada una fuente biodisponible de pigmentos y sus características organolépticas permite que este fruto sea aceptado como colorante potencial en la industria de bebidas y productos alimenticios.

Palabras claves: Cactácea, *Hylocereus*, Pitahaya, betalaínas, colorantes naturales, encapsulación



## TABLA DE CONTENIDO

### APARTADO I

#### ASPECTOS GENERALES

1.1	Introducción.....	1
1.2	Objetivos .....	3
1.2.1	Objetivo General.....	3
1.2.2	Objetivos Específicos .....	3
1.3	Planteamiento del problema.....	4
1.4	Justificación.....	5
1.5	Antecedentes. ....	6
1.6	Pregunta Directriz.....	8

### APARTADO II

#### MARCO DE REFERENCIA

2.1	Aditivo Alimentario.....	9
2.1.1	Clasificación y codificación de los aditivos alimentarios .....	10
2.1.1.1	Derivados del almidón (Superior E1000) .....	11
2.1.1.2	Colorantes Alimentarios (E100-E180) .....	13
2.1.1.2.1	Clasificación de los colorantes según su origen.....	14
2.1.1.2.2	Ventajas y desventaja de los colorantes sintéticos .....	18
2.1.1.2.3	Características de los colorantes naturales.....	22



2.2	Betalaínas .....	24
2.3	El fruto Pitahaya: cactácea de la especie <i>Hylocereus undatus</i> .....	28
2.3.1	Características del Fruto pitahaya .....	31
2.4	Espectroscopia UV-visible.....	31
2.5	Técnicas de encapsulamiento .....	34
2.5.1	Métodos Físicos de encapsulación aplicados en la industria alimenticia.....	37

## **APARTADO III**

### **DISEÑO METODOLOGICO**

3.1	Tipo de estudio.....	42
3.2	Descripción del ámbito de estudio. ....	42
3.3	Universo, población y muestra. ....	43
3.3.1	Criterios de Inclusión .....	43
3.3.2	Criterios de Exclusión .....	44
3.4	Variables .....	44
3.4.1	Variable Independiente .....	44
3.4.2	Variable Dependientes.....	44
3.4.3	Operacionalización de las variables .....	45
3.5	Materiales y Métodos .....	46
3.5.1	Materiales para recolectar la información.....	46
3.5.2	Materiales para procesar la Información.....	46



3.5.3 Método de extracción y encapsulamiento de Betalaínas en pulpa de pitahaya.....	47
3.5.3.1 Encapsulamiento convencional de betalaínas presentes en el fruto pitahaya.....	48
3.5.3.2 Lectura de concentraciones de betalaínas en el fruto Pitahaya .....	50
3.5.3.3 Lectura en Espectrofotómetro UV-Vis .....	51

## **APARTADO IV**

4.1 Resultados .....	53
a) Colorante organico obtenido del fruto pitahaya.....	53
b) Concentración de Betalaínas presente es en el fruto Pitahaya.....	55
4.2. Análisis y Discusión de los resultados. ....	58

## **APARTADO V**

### **CONCLUSIONES**

5.1 Conclusiones.....	60
5.2 Recomendaciones. ....	61

## **BIBLIOGRAFIA**

## **ANEXOS**





# **APARTADO I**

# **ASPECTOS**

# **GENERALES**

---



## 1.1. Introducción

El color de un alimento es una característica fundamental que se considera al elegir uno de ellos, este entrega una primera impresión e influye en la decisión final del consumidor. Desde las primeras civilizaciones el hombre usó material colorantes de origen naturales, estos pigmentos eran obtenidos de plantas, animales y minerales, empleados para teñir ropas, pintar pieles, fabricar objetos religiosos y recreativos, las sustancias vegetales más empleadas eran: palo de Campeche, cúrcuma, índigo natural y de animales se aprovechaba la cochinilla.

A mediados del siglo XIX, el coloreado artificial de los alimentos encontró nuevas herramientas en la obtención de colorantes sintéticos, los alimentos que no tienen color propio como las golosinas, algunos postres, las chucherías y las bebidas, entre otros, se colorean artificialmente para hacerlos más atractivos al consumidor. Sin embargo, por su toxicidad y sobre todo por sus efectos a largo plazo de carcinogenicidad muchos de estos colorantes terminaron prohibidos para su uso alimentario.

Actualmente se ha manifestado la preferencia de los colorantes orgánicos, ya que estos se caracterizan por ser menos tóxicos al consumirlos, por lo que es de interés investigar y desarrollar la técnica de encapsulamiento de manera convencional que permita la obtención del colorante orgánico que sustituya a los sintéticos de forma segura.

La pitahaya, es el fruto de la familia cactáceas de la especie *Hylocereus undatus* que se ha consumido en Nicaragua por generaciones. Tiene una amplia demanda en el mercado internacional y se le considera una fruta exótica de sabor característico dulce y gran contenido de agua.



Estos frutos de pulpa rojiza, constan de abundante betalaínas que puede ser una fuente importante de colorante natural para alimentos, debido al gran potencial que posee Nicaragua con este cultivo, es de interés aprovechar los beneficios que otorga este fruto para un futuro productivo y económico en el desarrollo de la industria alimentaria en nuestro país.



## 1.2. Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General:

✓ Obtener un colorante orgánico para la industria alimentaria a partir del fruto pitahaya de la especie *Hylocereus undatus*, en el laboratorio N° 107 del departamento de química de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-MANAGUA). Enero – Junio 2014.

### 1.2.2 Objetivos Específicos:

✓ Extraer un colorante orgánico a partir del fruto pitahaya de la especie *Hylocereus undatus*, aplicando técnica de encapsulamiento convencional.

✓ Aplicar la técnica de encapsulamiento utilizando almidón (fécula maíz) como agente encapsulante para pigmento de betalaínas.

✓ Verificar la presencia de betalaínas en el fruto pitahaya de la especie *Hylocereus undatus* a través de espectrofotometría Ultravioleta Visible.



### **1.3. Planteamiento del problema**

El color es considerado uno de los principales atributos para la preferencia de un alimento, aumentando su atractivo y vinculándolo con su calidad, al igual que la mayoría de los aditivos alimentarios, los colorantes son en general de origen sintético y las dosis relativamente altas que se pueden llegar a consumir en cereales, embutidos, golosinas, lácteos, y otros, tienden a causar efectos potenciales en la salud como: alergias, síntomas de trastorno de déficit de atención, trastornos de atención con hiperactividad, aumentar los síntomas del asma y eczemas.

La creciente preocupación por los posibles efectos tóxicos de los colorantes sintéticos y la presión del consumidor han llevado a muchas empresas a revisar la formulación de sus productos y substituir cuando es tecnológicamente factible los colorantes sintéticos aunque en general son más resistentes, también presentan problemas en su uso, como consecuencia, los colorantes naturales se postulan como posibles reemplazantes en la industria alimentaria.



## 1.4. Justificación.

Los alimentos procesados no poseen color natural, se utilizan aditivos colorantes que refuerzan o varían el color, estos se pueden clasificar en dos grupos según su procedencia: Colorantes sintéticos y naturales. Los sintéticos afectan la salud de niños y población en general. En consecuencia, es importante encontrar alternativas que los sustituyan en los procesamientos de alimentos, con colorantes naturales de menor riesgo toxicológico.

Se estudiara el fruto pitahaya de la especie *Hylocereus undatus* como materia prima debido a su color, alto contenido de betalaínas y antioxidantes, aplicando técnica de encapsulamiento que permitirá obtener un colorante natural inocuo que pueda abrir nuevas oportunidades en su aplicación como aditivo colorante en alimentos procesados.



## 1.5. Antecedentes.

En el departamento de química de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), no existen antecedentes de colorante natural obtenido del fruto pitahaya de la especie cactácea *Hylocereus undatus*, aplicando técnica de encapsulamiento.

Esquivel y Araya en Junio de 2012 estudiaron las **Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus. sp.*) y su potencial de uso en la industria alimentaria** en la Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, evaluado por de la Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

En ello, reunieron información necesaria que relaciona las propiedades físico-químicas y morfológicas de la pitahaya (*Hylocereus. sp.*). Se discute sobre el gran potencial industrial debido a su alto contenido de antioxidantes y betalaínas, pigmentos que han sido considerados como una alternativa al uso de colorantes artificiales en alimentos.

Concluye que la presencia de las betalaínas, como también, las demostradas propiedades antioxidantes y prebióticas, convierte a estos frutos en una alternativa muy importante para la obtención de productos alimenticios.

En 2006 Mandujano presenta el trabajo de tesis: **“Estudio preliminar de los pigmentos presentes en Cáscara de Pitaya (*Stenocereus stellatus*) de la Region Mixteca”** en la Universidad Tecnológica de la Mixteca en Huajuapán de León, Oaxaca, México,



Como resultado, logro extraer betalaínas de la cascara de *Stenocereus stellatus*, usando como principal disolvente metanol al 80%, se identificaron y purificaron dos grupos de betalaínas: Betaxantinas y Betacianinas, el extracto de las cascara de pitahaya fue más estable a bajas temperaturas (4°C) con un pH de 5 y ausencia de luz.





## 1.6. Pregunta Directriz

¿El fruto pitahaya de la especie *Hylocereus undatus* contiene suficiente pigmento de betalaína para obtener un colorante de origen natural que pueda ser utilizado como aditivo para alimentos?



# **APARTADO II**

# **MARCO DE**

# **REFERENCIA**

---



## 2.1 Aditivo Alimentario

Un aditivo, es una sustancia o mezcla de varias sustancias, que se adiciona intencionalmente al alimento durante las etapas de producción, envasado y conservación, para lograr ciertos beneficios, en sus caracteres organolépticos, facilitar o mejorar su proceso de elaboración y conservación (*Badui, 2006*).

Los procesos de manipulación, unidos a los originados por el tiempo de almacenamiento, alteran las propiedades originales de los alimentos (color, olor, sabor, textura) por lo que las industrias alimentarias han incorporado sustancias adicionales a estos alimentos con distintas finalidades.

El uso de aditivos en la industria alimentaria, tiene como objetivo incrementar la aceptación comercial de estos alimentos, presentándolos al consumidor con un aspecto similar al que tendrían si no hubiesen sido manipulados. Sin embargo, también pueden ser utilizados de forma fraudulenta para enmascarar alguna deficiencia de contenido en materias primas. Por tanto, el uso de aditivos ha de estar regulado de forma que, solo se está justificado sí proporcionan algún beneficio aceptable al alimento y nunca un perjuicio para la salud.

Existen organizaciones que se encargan de la regulación y especificación de los aditivos alimentarios:

- FDA (Food and Drug Administrations) Administración de Medicamentos y Alimentos
- SCF (Scientific Committee on Food) Comité científico de alimentos de la Unión Europea



- JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food) Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios.
- FACC (comité de aditivos alimentarios y contaminantes del Reino Unido).
- CCAH (Comité Científico para la Alimentación Humana) asesora en parte a estas organizaciones.

La forma de ejercer esta regulación es mediante la elaboración de listas de aditivos que podrán utilizarse para diferentes fines y cumplan con las especificaciones internacionales, que protejan no solo la salud del consumidor, sino también a los fabricantes industriales, para evitar, de esta forma barreras comerciales causadas por las diferencias entre las regulaciones de cada país. *(Salcedo., 1997)*

El uso de aditivos, en general, está bien aceptado por nuestra sociedad, a la hora de utilizar un aditivo solo podrá hacerse si está incluido en la lista de aditivos permitidos. La inclusión en dichas listas dependerá si este se adapta a los criterios generales para su utilización que dicta la reglamentación. De esta forma se realizan estudios oportunos de cada compuesto para establecer si las ventajas que proporciona son mayores a los riesgos que conllevan, atendiendo mayormente a criterios toxicológicos y de pureza. Por esta razón, estas listas son revisadas continuamente para la inclusión de una nueva sustancia o el rechazo de alguna ya existente.

### **2.1.1 Clasificación y codificación de los aditivos alimentarios**

En los países de la Unión Europea, los aditivos alimentarios autorizados se designan mediante un número de código, formado por la letra E y un número de tres o cuatro cifras y se codifican de la siguiente manera:



Aditivos	Código
Derivados del almidón	Superior E 1000
Ceras, gases, edulcorantes y productos para tratamiento de harina	E 900-E999
Gelificantes, estabilizantes y espesantes	E400-E459
Agentes Antioxidantes	E300-E385
Colorantes Alimentarios	E100-E180

#### 2.1.1.1 Derivados del almidón (Superior E1000):

El almidón se obtiene, principalmente, de maíz, papa, yuca y en menor escala de granos de arroces rotos (medianos) y de trigo. Es un polímero de la glucosa, es el carbohidrato de reserva de semillas y tubérculos, de ellos se obtiene industrialmente (aproximadamente el 80 % del peso seco del grano del maíz y el 90 % del arroz es almidón). Está formado por dos tipos de moléculas: amilosa y amilopectina (*Yúfera, 1995*). **Ver anexo 1**

La amilosa es esencialmente un polímero, en el cual las unidades de anhidro glucosas están presentes y unidas en mayor parte por enlaces glucosídicos  $\alpha$  (1-4) y un leve grado de ramificación en enlaces  $\alpha$  (1-6), por la presencia de grupos hidroxilos ofrece propiedades hidrofílicas al polímero. (*Peñaranda et al, 2008*)

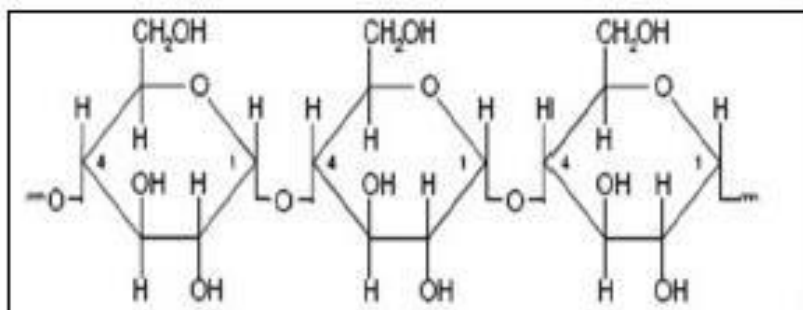


Figura 1 Segmento de la estructura de la amilosa.

La otra fracción del almidón es la amilopectina, que son moléculas más grandes que la amilosa y contienen enlaces glucosídicos  $\alpha$  (1-4) y  $\alpha$  (1-6)

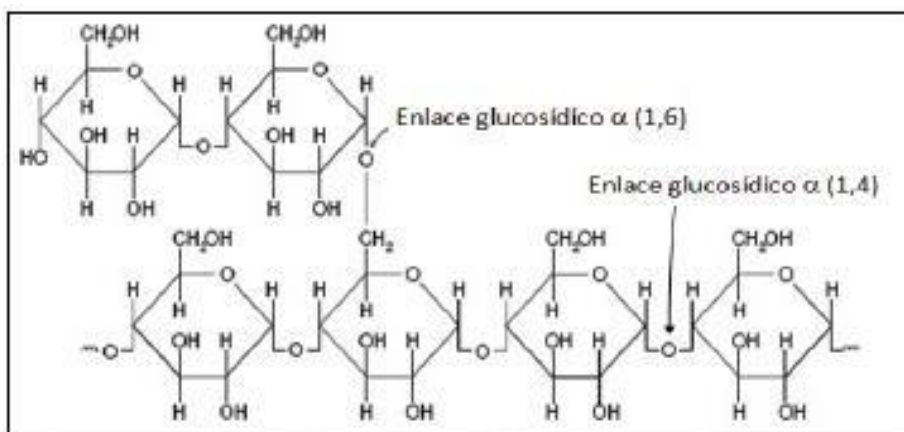


Figura 2 Segmento de la estructura de la amilopectina.

El polvo de almidón no se disuelve en agua pero, cuando se calienta, los gránulos van absorbiendo agua y se hinchan, hasta que se desintegran formando un engrudo la amilosa se dispersa en agua caliente dando largas micelas hidratadas y, al enfriarse, gelifica porque las moléculas se entrecruzan, formando una malla intermolecular que retiene el agua. Las soluciones de amilopectina, al enfriarse se hacen muy viscosas, pero no gelifican. Estas propiedades tienen interés en la industria de alimentos. (Yúfera, 1995)



Varios estudios se han enfocado en la utilización del almidón no modificado, por ser un producto biodegradable, con características no tóxicas, de naturaleza abundante y de bajo costo. El almidón nativo es usado actualmente en la industria como recubrimientos, textiles, alfombras, aglutinantes, absorbentes, entre otros

Debido a las limitaciones de los almidones en cuanto a propiedades mecánicas y químicas, y a su alta degradación, se realizan modificaciones, que pueden realizarse por tres métodos: reacciones de cambios de tipo físicos, químicos y microbianos o por una combinación entre estas. La modificación química del almidón está directamente relacionada con las reacciones de los grupos hidroxilo del polímero de almidón. Reacciones vía éter, formación de ésteres, oxidación e hidrólisis de los grupos hidroxilos, son algunas modificaciones químicas aplicables al almidón (*Peñaranda et al, 2008*). **Ver anexo 2**

#### **2.1.1.2 Colorantes Alimentarios (E100-E180):**

Un colorante es un compuesto químico que imparte color, puede ser definido como la substancia de los vegetales, animales, minerales, o por síntesis empleadas para impartir o acentuar el color de los alimentos (*Badui, 2006*).

La industria de colorantes es una de las de mayor volumen de ventas a nivel mundial; se producen 700 toneladas/año de pigmentos naturales y sintéticos. El mercado mundial de pigmentos sintéticos representa un volumen de ventas de 400 millones de dólares/año, de los cuales el 50% se dirige a la industria textil y 25% a la industria alimentaria. (*Badui, 2006*)

Diariamente al consumir los alimentos podemos disfrutar una variedad de colores que llaman nuestra atención y abren nuestro apetito, los colorantes alimentarios son importantes porque mejoran la apariencia del alimento.



Consumir una conserva parda o un jugo descolorido debido a algún proceso tecnológico no es atractivo para los consumidores, de ahí que se le adicionen colorantes a los alimentos para mejorar su apariencia.

Tanto los colorantes sintéticos como los pigmentos naturales poseen ventajas y desventajas que deben de tomarse en cuenta para su uso en la industria de alimentos. Aunque los colorantes sintéticos brindan un color más llamativo que los pigmentos naturales habrá que considerar el daño a la salud de los consumidores que pudieran ocasionar.

#### 2.1.1.2.1 *Clasificación de los colorantes según su origen:*

- *Minerales:* tales como lacas, sulfato de cobre y cromato de potasio entre otros, estos no se utilizan en la industria alimenticia por la presencia de iones metálicos.
- *Sintéticos:* Obtenidos por síntesis química: tartrazina, amarillo anaranjado, azorrubina, eritrosina rojo ponceau, negro brillante, amarillo de quinoleína, indigotina, azul V.
- *Orgánicos o Naturales:* Procedentes de plantas y animales, tales como la clorofila, carotenos, betalaínas, flavonoides y antocianinas entre otros.

La regulación de la FDA distingue dos tipos de aditivos colorantes:

- Colorantes Certificados (artificiales)
- Colorantes “no certificados” (naturales).





❖ **Colorantes Sintéticos:** Son aquellos colorantes obtenidos mediante un proceso químico industrial, han sido muy utilizados por las ventajas que éstos presentan ante los colorante naturales. Existe una gran cantidad de ellos; sin embargo, solo algunos están aprobados para su uso en alimentos en relación con la toxicidad o inocuidad de cada uno de ellos. Estos requieren de una certificación; incluyen sustancias químicas sintetizadas con alto grado de pureza. Los principales son:

- Azoicos (31.5% de ventas mundiales): su estructura es de mono, di o triazo. Producen casi todos los colores, se caracterizan por tener un grupo cromóforo-**N=N**-

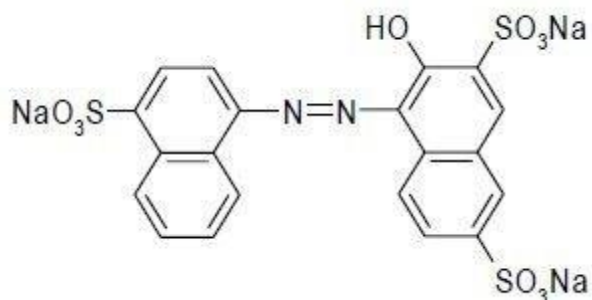


Figura 3 Ejemplo de estructura molecular de colorante sintético azoico: Amaranto E123

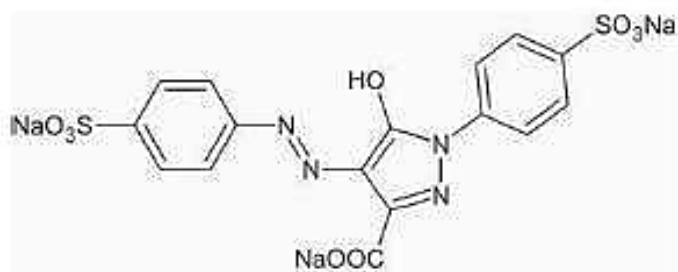
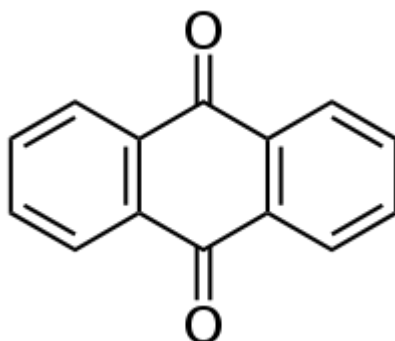


Figura 4 Ejemplo de estructura molecular de colorante sintético azoico: Tartrazina E102



- Antraquinonas (21.6% de ventas mundiales): su estructura es uno o más grupos carboxilo en un sistema de anillos conjugados, tienen al menos tres anillos condensados. (Badui, 2006)



**Figura 5 Ejemplo de estructura molecular de colorante sintético Antraquinonas**

Con el objetivo de colorear los alimentos se han sintetizado colorantes. Sin embargo, en algunos de ellos se han descubierto efectos tóxicos a largo plazo (cáncer) por lo que están prohibidos para el uso alimentario. La FDA a partir de 2007 permite únicamente siete colorantes artificiales en los alimentos: (FDA, 2006)

- **El azul brillante FCP (E133):** es un colorante se emplea como aditivo capaz de teñir los alimentos de color azul, se emplea en la tinción de helados y en repostería.
- **Indigotina (E132):** Se produce de forma natural en la savia del arbusto *Indigofera tinctoria*, aunque en la actualidad es producido de forma sintética, es la base del pigmento azul conocido como índigo (cuyo contenido es del 90% de indigotina). Autorizado en todo el mundo, se emplea en bebidas no alcohólicas, caramelos, confitería y helados.



- **Verde rápido FCF (E143):** Se suele emplear en algunas decoraciones reposteras, confitería, así como en salsas emulsionadas (cremas para ensaladas, etc.).
  
- **Rojo Allura AC (E129):** se emplea en la elaboración de productos confitería y subproductos de la industria cárnica. Fue introducido en EEUU a mediados de los años ochenta como sustituto del amaranto (E 123).
  
- **Eritrosina (E127):** Muy usado en productos lácteos con sabor a fresa, en mermeladas, caramelos y productos cárnicos. Debido a su alto contenido de yodo, puede ser nocivo por su acción sobre la tiroides, por lo que en Europa no está autorizado para alimentos dirigidos a niños.
  
- **Tartrazina (E102):** Autorizado para utilizarlo en más de sesenta países, incluidos Estados Unidos y la Unión Europea. Es ampliamente utilizado en repostería, galletas, productos cárnicos, sopas instantáneas vegetales en conserva, helados, caramelos y bebidas no alcohólicas, y como adulterante en platillos como la paella, en lugar de azafrán. Puede producir alergia en el 10% de los consumidores.
  
- **Amarillo ocaso FCF (E110):** Se utiliza en la fabricación de productos alimenticios de consumo masivo. Las comidas que lo tienen son las mermeladas de albaricoque, galletas y productos de pastelería, sopas instantáneas, etc. Se ha comprobado que puede producir diferentes efectos adversos en caso de un elevado consumo. Algunos estudios lo han calificado como un posible agente cancerígeno.



Esto ha llevado a reducir progresivamente el número de colorantes sintéticos utilizables, aunque al contrario de lo que sucede en los otros grupos de aditivos, existen grandes variaciones de un país a otro. Por ejemplo, en los países nórdicos están prohibidos prácticamente todos los de síntesis, mientras que en Estados Unidos no están autorizados algunos de los utilizados en Europa.

Aunque en general son más resistentes que los colorantes naturales, los colorantes sintéticos presentan también problemas en su uso; por ejemplo: en muchos casos se decoloran por acción del ácido ascórbico (bebidas enriquecidas con vitaminas y provitaminas) que tiene efecto importante como antioxidante en el caso de las bebidas refrescantes. No obstante, muchos colorantes artificiales tienen problemas técnicos cuando se tratan de mezclar con estas sustancias (C. Ibáñez *et al*, 2003)

Los colorantes sintéticos han perdido popularidad porque se requiere de productos con mejor calidad nutricional, ya que la mayoría de los consumidores buscan bebidas saludables, cada colorante tiene por sí mismo un límite que varía según la sustancia que se trate y del alimento en el que se utilice. La tendencia actual es a limitar más aún tanto los productos utilizables como las cantidades que pueden añadirse.

#### 2.1.1.2.2 Ventajas y desventaja de los colorantes sintéticos:

Son solubles en agua, debido a la presencia de grupos de ácido sulfónico, y consecuentemente son fáciles de utilizar, generalmente en forma de sales sódicas, en líquidos y materiales pastosos. Los colorantes sintéticos son más fáciles de usar que los naturales: resisten a los tratamientos térmicos, son estables en amplios intervalos de pH y casi no se degradan con la luz. (Calvo, *s. f*)



Son ampliamente usados debido a que su poder colorante es más intenso que el de los naturales, así, se requiere cantidades menores para lograr el mismo efecto de color, estos colorantes son más estables, proveen mejor uniformidad de color y se mezclan más fácilmente, resultando en una amplia gama de tonalidades.

Los colorantes sintéticos, generalmente no importan sabores extraños a los alimentos que se agregan, mientras que los que se derivan de otros alimentos, pueden producir este efecto indeseado (*FDA, 2006*). La mayor desventaja de los colorantes artificiales respecto a los naturales es el riesgo que presenta a la salud de los consumidores. También presentan riesgos ambientales causados por los efluentes que resultan de su síntesis.

Los colorantes sintéticos, al proceder de reacciones sintéticas no enzimáticas, son menos degradables que los naturales. La mayor resistencia química de los colorantes sintéticos, dificulta su degradación por medios químicos o biológicos. (*González et al, 2004*). Encontramos por ejemplo los: amarillo tartrazina, el rojo punzó, amaranto, el azul brillante, que son los más vendidos y están internacionalmente aceptados para uso en industria alimenticia.

Estos son más sensibles, pues por su carácter mineral, puede despertar alergias en el consumidor, principalmente en los más jóvenes (es muy común que se emplee el rojo para colorear los productos “aromatizados frutilla” con este producto y se emplea mucho en golosinas y bebidas sintéticas en polvo). Existen también colorantes alimenticios que están formulados con una mezcla tanto de natural como de sintético. Estos, aun cuando sean una mezcla, podemos incluirlos en la misma tipificación de los sintéticos.



Una cuestión importante de los colorantes es la dosificación. La complicada aplicación de las dosis recomendadas en colorantes minerales (por su concentración, se habla de ppm o partes por millón) hace que los industriales puedan simplemente errar la incorporación o indebidamente exagerar las dosis permitidas para poder conseguir resultados más atractivos en el producto final (las dosis más altas de colorantes minerales logran colores más brillantes y sugestivos para la vista). (*Dodera, 2008*)

➤ **Colorantes Naturales:** es una sustancia extraída de fuentes naturales: plantas y animales que confiere o intensifica el color de un alimento. Al escoger una planta para extraer su colorante, se debe considerar que: sea disponible a un precio razonable, proceso de extracción no muy costoso y técnicamente factible con el menor impacto ambiental obteniendo un producto que satisfaga las necesidades industriales y los requerimientos legales.

Los colorantes naturales son considerados inocuos y tienen menos limitaciones para usarse que los sintéticos (*Aceituno M, 2010*). Estos colorantes presentan alta compatibilidad con los sistemas vitales a diferencia de muchos colorantes sintéticos que se bioacumulan y alteran el metabolismo. No afectan la salud y son biodegradables, para comunidades pequeñas, el consumo de colorantes naturales permite mantener sus nexos culturales con el pasado, dar origen a prácticas productivas novedosas y a una mayor sostenibilidad económica y ecológica.

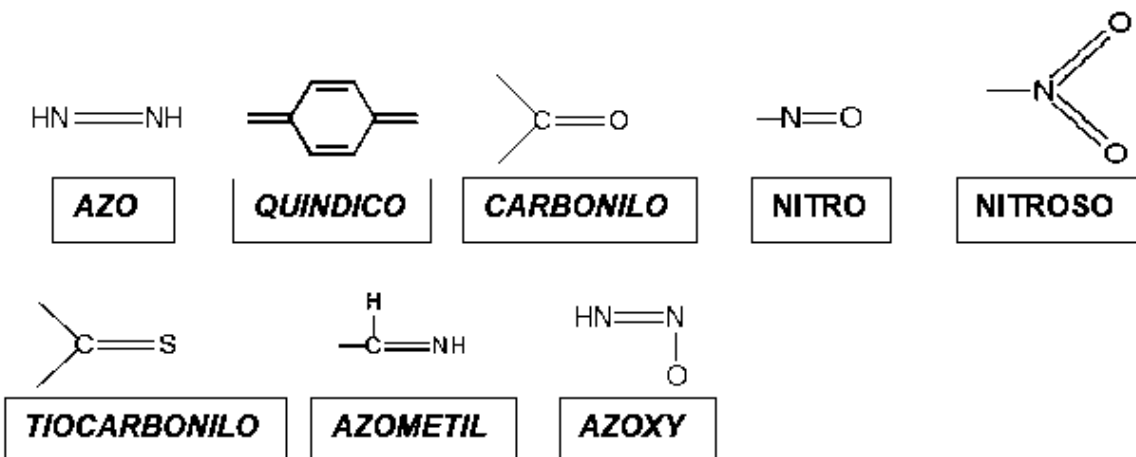
Actualmente los colorantes usados en los alimentos son elaborados de tal manera que las propiedades sensoriales y de color se puedan mantener durante la vida útil del alimento. En los últimos años, la calidad y variedad de colores provenientes de fuentes naturales ha mejorado sustancialmente. Además de ser más inocuos que los sintéticos, algunos otorgan al producto distintos tipos de funcionalidad.



Tal es el caso de los carotenoides y de las antocianinas, compuestos conocidos por su actividad antioxidante y por su efecto protector en la prevención de ciertas enfermedades crónico degenerativas y distintos tipos de cáncer.

En los últimos años se han ido desarrollando investigaciones en la búsqueda de nuevas fuente de colorantes naturales a partir de frutas, hortalizas, plantas comestibles y organismos marinos. Por ejemplo, los jugos de pitahaya morada son fuentes ricas en betalaínas. (Carmona, 2013)

La propiedad colorante está condicionada a la presencia en la molecula de grupos llamados cromoforos unidos al grupo Bencénico:



Esta teoría postula que un compuesto es coloreado debido a presencia de grupos particulares, los cromóforos, que deben ser enlazados al sistema de dobles enlaces conjugados. (García Garibay, 2004)

**Clasificación:** De acuerdo con su origen o procedencia, los colorantes obtenidos por fuentes naturales, ya sean microorganismos, vegetales, animales o minerales, se clasifican de acuerdo al **Anexo 3 Tabla N° 3**. (Santos, 1988)



### 2.1.1.2.3 Características de los colorantes naturales.

Hay considerable interés en el desarrollo de los colorantes naturales, esto se debe, por un lado, a la necesidad de expansión de la variedad de colorantes y por otro a la implicación de que son naturales y por ello seguros. Los colorantes naturales son objeto de más desarrollo que los sintéticos ya que 356 patentes fueron para colorantes naturales, mientras que para colorantes sintéticos solamente 71 han sido patentizados.

Estos colorantes se pueden presentar en tres categorías:

- ✓ Colores extraídos sin cambio a partir de materias naturales normales o por procesos puramente físicos
- ✓ Colores que cambian durante su extracción a partir de materias o colores extraídos de fuentes naturales pero que no son alimentos (por ejemplo el ácido carmínico).
- ✓ Químicos sintetizados nominalmente idénticos a los colores encontrados en fuentes naturales, el uso de estos en alimentos, tienen una serie de restricciones como el contenido de colorante, pigmentos secundarios, impurezas químicas y metales pesados.

La producción comercial de colorantes alimentarios naturales va en aumento, en parte debido a la preocupación de los consumidores respecto a los colorantes artificiales. Algunos ejemplos son:





- **Caramelo (E150):** Colorante alimentario soluble en agua, se produce mediante el tratamiento térmico de carbohidratos, generalmente, en presencia de ácidos, álcalis, o sales, en un proceso llamado caramelización, su oxidación es mayor que el dulce de caramelo y tiene un olor a azúcar quemada y un sabor algo amargo. Su color varia, desde un amarillo pálido, hasta un ámbar oscuro marrón
  
- **Annato (E160):** Tinte rojo anaranjado obtenido de la semilla de achiote.
  
- **Chlorella (clorofila, E140):** Un colorante alimentario verde natural, presente en todas las plantas y algas, es extraído comercialmente a partir de las plantas, césped y de la alfalfa. Es hidrosoluble.
  
- **Cochinilla (E120):** Un tinte rojo obtenido del insecto *Dactylopius coccus*, se utiliza como colorante en cosméticos y para dar un color rojo a los alimentos o a bebida.
  
- **Betanina (E162):** Extraída de la remolacha. son utilizados generalmente en la industria de la alimentación como colorante para ciertos postres, como las gelatinas o el yogur de frutas rojas.
  
- **Cúrcuma (curcuminoides, E100).** Este colorante presenta nativo un color amarillo oscuro y es extraído de las raíces y los tallos de la cúrcuma, la cúrcuma es el extracto crudo, mientras que la curcumina es el compuesto purificado. Esta sustancia da el color amarillo característico al polvo de curry y es utilizado para teñir la salsa de mostaza.



- **Azafrán (carotenoides, E160a):** se obtiene de forma natural por extracción en zanahorias, aceites de palma y algas, se emplea en bebidas, jugos, mantequillas, margarinas, postres, cereales infantiles etc.
- **Pimentón (E160c):** Es de color rojo oscuro, se obtiene del extracto de pimiento rojo, se emplea en cereales, quesos fundidos, embutidos de carne, mayonesas, sopas en polvo, confituras, golosinas etc.

Para asegurar la reproducibilidad, los componentes colorantes de estas sustancias se suelen suministrar en formas altamente purificadas, para mayor estabilidad y comodidad, pueden formularse con excipientes adecuados (sólidos y líquidos). El hexano, la acetona y otros solventes rompen las paredes celulares de las frutas y verduras, permitiendo la máxima extracción del colorante. Con frecuencia quedan residuos de ellos en el producto final, pero no necesitan ser declarados.

## 2.2 Betalaínas:

Este término se refiere a un grupo de aproximadamente 70 pigmentos hidrosolubles, con estructuras de glucósidos, derivados de la 1,7-diazoheptametina (*Badui, 2006*). Estructura general de la betalaínas (**Anexo 4. Fig. N° 1**). Ambas con el núcleo fundamental del ácido betalámico (**a**). Químicamente pueden ser de dos tipos: las Betacianinas (**b**) que son de color rojo-violáceo y las betaxantinas (**c**) anaranjadas amarillentas (*Wilson., s.f*). El ácido betalámico es el cromóforo común a todos los pigmentos betalámicos, las betalaínas son pigmentos cuyos colores varían del rojo al amarillo. (**Anexo 5. Fig. N° 2**)



Su color se le atribuye a sus dobles enlaces conjugados, donde el máximo de absorción de luz a 480 nm es para las Betaxantinas amarillas y si se desplaza a 540 nm este es característico de las Betacianinas rojas. (Marañón-Ruiz *et al*, 2011). Las Betacianinas y las Betaxantinas, ambos grupos de moléculas son ópticamente activas ya que poseen dos centros quirales en C-2 y C-15.

La Betacianinas produce Betanidina, o el epímero en C-15 Isobetanina o una mezcla de las dos agliconas. La diferencia principal entre las Betacianinas y las Betaxantinas es que las primeras poseen un grupo glicósido y las segundas poseen un grupo indol.

En el **anexo 6. Fig. N° 3** se muestra estructuras de Betacianinas y betaxantinas con sus respectivos grupo característicos. (Marañón-Ruiz *et al*, 2011)

Estos pigmentos se encuentran sólo en 10 familias: *Aizoaceae*, *Amaranthaceae*, *Basellanaceae*, *Cactaceae*, *Chenopodaceae*, *Didiereaceae*, *Holophytaceae*, *Nyctaginaceae*, *Phytolaccaceae* y *Portulacaceae*. También se han encontrado algunas betalaínas de origen fúngico. Las betalaínas, al igual que las antocianinas, se acumulan en las vacuolas celulares de las flores, frutas y hojas que las sintetizan, principalmente en la epidermis y sub-epidermis. (Badui, 2006)

Las pocas fuentes conocidas comestibles de betalaínas son las remolachas rojas y amarillas: (*Beta Vulgaris L. sp. vulgaris*), sin embargo, la principal desventajas de la remolacha es el espectro de colores de las betalaínas que está restringido a la Betanina y tiene un sabor particular debido a la presencia de geosmina y algunas pirazinas que se producen aversión particularmente al agregarla a alimentos tales como los lácteos. (Wilson., *s. f*)



El amaranto de hoja (*Amaranthus sp*) y frutos de cactus tales como los del género de la *Opuntia* y del ***Hylocereus***, que se caracterizan, por producir frutos jugosos con pulpa de atractivos colores. (*García, et al 2012*). Hasta este momento no se han detectado antocianinas y betalaínas en una misma planta.

Dado que existen restricciones de tipo legal en el uso de colorantes rojos sintéticos, se ha sugerido emplear a las betalaínas en diversos alimentos; sin embargo, por las limitaciones en su estabilidad, su uso se restringe a alimentos como gelatinas, bebidas y postres en general, en los que el pigmento se conserva más fácilmente. (*Badui, 2006*)

Además de dar coloración a los frutos que las contienen y poseer actividad antioxidante, las betalaínas son reconocidas por otras importantes actividades biológicas, tales como la inducción de la quinona reductasa, potente enzima de detoxificación en la prevención del cáncer, y su actividad anti-proliferativa de células de melanoma maligno (*García, et al 2012*)

Factores que afectan su estabilidad:

- Temperatura: son termolábiles.
- Luz: son fotolábiles.
- Agua: el polvo es altamente higroscópico
- Oxígeno: causa oscurecimiento del producto.
- Ácidos orgánicos: el ácido málico provoca que su vida media decrezca rápidamente.



- Iones metálicos orgánicos: su estabilidad se ve afectada por iones como hierro (Fe) y cobre (Cu) ya que estos afectan el pigmento por un re-arreglo y su posterior pérdida del poder colorante por destrucción del grupo cromóforo.
- Agentes antioxidantes: el uso de ácido ascórbico (100 ppm) mejora la estabilidad del colorante.
- pH: la máxima estabilidad se tiene a 5.8. No se presenta cambios entre los pH 5 y 6 (*Santos, 1988*)

Por ello, se han empezado a explorar fuentes alternativas entre géneros de la familia Cactaceae y los frutos de dos de ellos, la pera de cactus, o tuna de diversas especies del género *Opuntia* y las pitahayas de los géneros *Cereus*, *Hylocereus* y *Selenicereus*, se cultivan por su valor alimenticio.

El pigmento obtenido de estos frutos es más aceptable organolépticamente que el de las remolachas, ya que no tienen un sabor desagradable sino más bien el hecho de su escaso sabor resultaría en su mayor potencial como colorantes que como alimentos. (*Wilson., s.f*)



## 2.3 El fruto Pitahaya: cactácea de la especie *Hylocereus undatus*

Taxonomía del fruto pitahaya	
<b>Reino</b>	Plantae- planta
<b>Sub-reino</b>	<i>Tracheobionta</i> (plantas vasculares)
<b>Superdivisión</b>	<i>Spermatophyta</i> (plantas con semillas)
<b>División</b>	<i>Magnoliophyta</i> o Angiospermas (plantas con flores)
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i> o Dicotiledóneas
<b>Sub-clase</b>	<i>Caryophyllidae</i>
<b>Orden</b>	<i>Caryophyllales</i>
<b>Familia</b>	<i>Cactáceae</i> o <i>Cactáceas</i>
<b>Sub-familia</b>	Cereoideae
<b>Tribu</b>	<i>Hylocereae</i>
<b>Sub-tribu</b>	<i>Hylocereinae</i>
<b>Género</b>	<i>Hylocereus</i>
<b>Especie</b>	<i>Hylocereus undatus</i>

**Fuente:** [www.botanical-online.com/pitahaya](http://www.botanical-online.com/pitahaya)

Pitahaya es el nombre común que reciben los frutos de la familia Cactácea del género *Hylocereus*, que forman parte de los recursos genéticos con mayor potencial económico para la agricultura.



El origen de *Hylocereus spp.* son los bosques tropicales y subtropicales de México, Centro y Sudamérica (incluyendo el sur de México, el lado del Pacífico de Guatemala, Costa Rica, El Salvador, Venezuela, Colombia, Ecuador, Curaçao, Nicaragua, Panamá, Brasil y Uruguay. Estos frutos no son muy cultivados a escala comercial a excepción de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. (*Chile, Centros de Estudios de Zonas Áridas*)

La historia agrícola de la pitahaya data de tiempos ancestrales, principalmente se ha cultivado en huertos familiares, creciendo en los patios de las casas en el área rural, en ese entonces el área de siembra era reducida y muy poco afectada por plagas y enfermedades. Su cultivo en grandes extensiones es reciente y las primeras evidencias se acreditan en Nicaragua, donde se estableció el primer cultivo alrededor de 1970.

Tradicionalmente, se cultivó en las faldas del volcán Masaya a orillas del cráter humeante del Santiago. Su expansión, ocurrió después de 1980 (*Monterrey, 1994*). Nicaragua ocupa la vanguardia mundial en cuanto a superficie cultivada con 560 hectáreas, actualmente su producción se ha extendido en todo el Pacífico del país y de la región central (*Gobierno de Nicaragua, 1994; Rodríguez, 2000*). En los últimos 15 años se ha incrementado el área de producción, lo que ha permitido su exportación a Europa como fruta fresca y como pulpa congelada a los Estados Unidos.

El cultivo de la pitahaya está mayormente distribuido en el Pacífico del país, principalmente en las zonas de León, Chinandega, Masaya, Carazo, Granada, Rivas, Estelí, Boaco y Chontales (*Nicaragua, INTA, 2014*). Solamente 1,687.6 hectáreas son aprovechadas (7.9%), principalmente en los municipios de Ticuantepe y La Concepción, con áreas de 1,533 y 154.6 hectáreas respectivamente (*Nicaragua, MULTICONSULT S.A./INDES, 2013*)



En Nicaragua hay cinco variedades o clones identificados. A simple vista, se pueden ver diferencias notables en las características de los tallos, en la forma, color y tamaño de los frutos, espesor de la cáscara y el grado de desarrollo de las brácteas. Con base a estas características, los investigadores han identificado los clones: Rosa, Cebra, Orejona, Lisa y Amarilla. El comportamiento de los ciclos de floración y producción de clones de pitahaya corresponde al periodo de Junio- Noviembre de cada año. (*Nicaragua, INTA, 2014*)

El género *Hylocereus*, reúne características muy apreciadas para la agricultura porque la planta puede aprovecharse integralmente y se puede cultivar con éxito en zonas donde las condiciones climáticas y edáficas no son adecuadas para otros cultivos más exigentes. Además, el fruto considerado como exótico, tiene aceptación y alcanza buenos precios en los mercados nacionales e internacionales.

Las especies de este género son muy pobres en vitamina C con menos de 11 mg/L, mientras que otras cactáceas como la tuna tienen un contenido mucho mayor, comparable incluso con los cítricos. Otros micronutrientes se presentan en grandes cantidades en los frutos de pitahaya, especialmente en las especies *Hylocereus undatus*.

El color rojo está asociado a la presencia de betalaínas, pigmentos que reemplazan a las antocianinas en frutales pertenecientes a la mayoría de las familias de *Caryophyllales*. Las betalaínas son de interés económico no sólo como colorantes de alimentos, sino también por sus propiedades antioxidantes. (*Chile, Centros de Estudios de Zonas Aridas*)





### 2.3.1 Características del Fruto pitahaya.

Es una baya de forma ovoide, redondeada o alargada, de 10-12 cm de diámetro; la cáscara tiene brácteas u orejas escamosas de consistencia carnosa y cerosa; la cantidad y tamaño de las brácteas depende de la variedad. En Nicaragua predomina la de color rojo con pulpa roja, con abundantes semillas distribuidas en toda la pulpa.

La pulpa contiene una sustancia llamada captina que actúa como tonificante del corazón y como calmante de los nervios, además puede utilizarse como sustrato de fermentación en la preparación de vinos y vinagres. La principal ventaja de la pitahaya Nicaragüense es su atractivo color *Su valor nutricional y composición química de la fruta se muestra en **anexo 7** Tabla N° 3 (Stubber y Mojica, 1997)*

## 2.4 ESPECTROSCOPIA UV-VISIBLE.

La espectroscopia visible es una de las técnicas más ampliamente y frecuentemente empleadas en el análisis químico. La absorción y transmisión de las longitudes de onda de la región visible de esta parte del espectro no es la misma en sustancias que den diferentes tonalidades de amarillo, por lo que podemos tener una gama diferente de tonalidades como: amarillo canario, amarillo limón, amarillo pálido, etc.

El rango visible se considera de los 380 a los 750 nm. El rango del Ultravioleta cercano o del Cuarzo es de 190 a 380 nm. La base de la espectroscopia Visible y Ultravioleta consiste en medir la intensidad del color (o de la radiación absorbida en UV) a una longitud de onda específica comparándola con otras soluciones de concentración conocida (soluciones estándar) que contengan la misma especie absorbente. *(SKOOG, et al 1998)*



Para tener esta relación se emplea la Ley de Beer, que establece que para una misma especie absorbente en una celda de espesor constante, la absorbancia es directamente proporcional a la concentración. La coloración de la solución se debe a la especie absorbente y esta coloración puede ser natural o inducida. La coloración natural puede ser la base de la cuantificación de una especie, como por ejemplo: la clorofila en ciertas plantas, los complejos metálicos que se encuentran presentes en solución acuosa, como son los iones de Cobre (II), Manganeso (VII), Cobalto (III), etc. Ver en **anexo 8** las diferentes regiones del espectro ultravioleta-visible y sus rangos o zonas comprendidas. Tabla N° 5 y Fig. N° 4

#### Ley de Lambert-Beer

Esta ley expresa la relación entre absorbancia de luz monocromática (de longitud de onda fija) y concentración de un cromóforo en solución

$$A = \epsilon c l$$

Donde:

**A:** Absorbancia

**$\epsilon$ :** coeficiente de extinción (característico de cada sustancia) o absortividad molar

**l:** largo del paso de la cuba (cm)

**c:** concentración (moles/litros)

La ley de Lambert-Beer se cumple para soluciones diluidas; para valores de “**c**” altos, “ **$\epsilon$** ” varía con la concentración, debido a fenómenos de dispersión de la luz, agregación de moléculas, cambios del medio, etc. Las técnicas analíticas UV-Visible han recibido gran aceptación, entre otras a las siguientes razones:



- **Amplio campo de aplicación:** Como ya se ha mencionado, las técnicas espectroscópicas UV-Vis., son ampliamente empleadas ya que son muchas las especies que son activas en el Visible y muchas más las que con un tratamiento adecuado son capaces de formar especies coloridas. Lo mismo puede decirse de la espectroscopia UV.
  
- **Selectividad adecuada:** Aunque no es muy común si es posible tener interferencias en UV-Visible. Cuando esto ocurre, es posible emplear los métodos para análisis de multi-componentes. Otra alternativa es aislar el analito de la interferencia, o separa la interferencia misma.
  
- **Buena Exactitud y Precisión:** En estas técnicas espectroscópicas es normal tener errores relativos del 1 al 3 %, por lo cual se puede considerar que se tendrán resultados analíticos con un mínimo de incertidumbre si se procede en la forma correcta.
  
- **Facilidad y Conveniencia:** Aunque existen instrumentos altamente sofisticados acoplados a computadoras y con sistemas ópticos y electrónicos de alta precisión, es posible obtener resultados muy aceptables para análisis de rutina, con instrumentos o espectrofotómetros de los más sencillos en el mercado, a un costo muy accesible. *(SKOOG, et al 1998)*



A continuación se presenta el espectro de absorción de betalaínas en pulpa de cactus, donde obtuvieron valor de absorbancia máxima de 0,27 unidades a una  $\lambda$  de 537 nm, de acuerdo a las condiciones establecidas espectrofotómetro (Agilent, modelo 8453 UV-Visible, con software Spectroscopy System), a una longitud de onda ( $\lambda$ ) de 537 nm y pH 6,1. La concentración fue calculada empleando la siguiente ecuación:  $\text{Betalaínas (g}\cdot\text{L}^{-1}) = (\text{Absorbancia}\cdot\epsilon^{-1}) \text{ PM}\cdot\text{FD}$ , donde: g/L = Concentración (p/v);  $\epsilon$  = coeficiente de extinción molar de Betacianinas ( $E^{1\text{cm}}_{1\%}$ :  $1120 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ); PM = Peso molecular y FD = Factor de dilución (Álvarez, 2010)

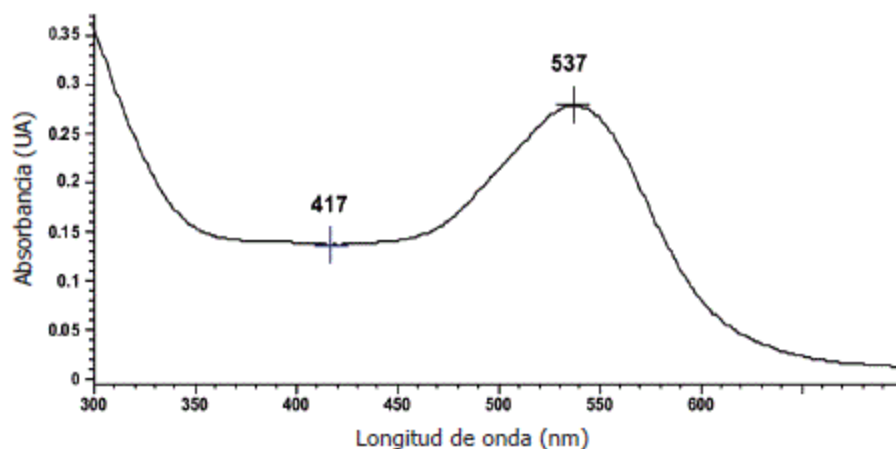


Ilustración 1 Espectro de absorción de Betacianinas

## 2.5 TÉCNICAS DE ENCAPSULAMIENTO.

La encapsulación se puede definir como una técnica en la cual gotas líquidas, partículas sólidas o gaseosas, son cubiertas con una película polimérica porosa conteniendo una sustancia activa (Araneda et al, 2009), esta membrana, barrera o película está generalmente hecha de componentes con cadenas para crear una red con propiedades hidrofóbicas y/o hidrofílicas (Fuchs et al., 2006).



Entre las primeras aplicaciones prácticas de la micro encapsulación se destaca la industria farmacéutica, médica, textil, alimentos (*Dutta et al., 2009; Rai et al, 2009*), pesticida (*Araneda et al, 2009; Li et al., 2009*), cosmética, química (*Fuchs et al., 2006*). Respecto al área de alimentos, las aplicaciones de esta técnica se han ido incrementando debido a la protección de los materiales encapsulados de factores como calor y humedad, permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad.

Esta tecnología ha tenido un crecimiento importante aumentando cada vez el número de patentes y la publicación de artículos científicos, derivados de la investigación básica y aplicada (*Boh, 2008; Gouin, 2004*). En el **anexo 9 Fig.Nº 5**. se observa el crecimiento anual de publicaciones en encapsulación (*Boh, 2008; Gouin, 2004*)

Estas micro cápsulas, ayudan a que los materiales alimenticios empleados resistan las condiciones de procesamiento y empaqueo mejorando sabor, aroma, estabilidad, valor nutritivo y apariencia de sus productos (*Yañez et al, 2002; Montes et al, 2007*).

Algunos de los propósitos de aplicar una técnica de encapsulación en la industria de alimentos son: (*Champagne et al, 2007; Onwulata, 2012*)

- Proteger el compuesto activo de la degradación producida por el ambiente (calor, aire, luz, humedad, etc.)
- Liberación controlada del compuesto activo desde la matriz encapsulante bajo condiciones específicas (pH, temperatura, etc.).



- Modificar las características físicas del material original y hacer más fácil su manipulación. Por ejemplo, reducir la higroscopicidad, modificar su densidad, distribuir el material uniformemente en una muestra, convertir materiales líquidos en polvo, entre otros.
- Enmascarar sabores desagradables.
- Separar componentes con el fin de que éstos no reaccionen

La encapsulación ofrece grandes alcances para la conservación, germinación e intercambio de varias especies frutales, resultando en técnica promisorio para la conservación, transporte de plantas transgénicas y plantas no productoras de semillas, lactasa, colorantes, enzimas, fitoesteroles, luteína, ácidos grasos, pigmentos vegetales, antioxidantes, componentes de aromas y oleorresinas, vitaminas, minerales. *(Parra Huertas, 2011)*

Hoy en día muchas sustancias pueden ser encapsuladas en partículas en polvo sólidas o ellas pueden ser micro encapsuladas en emulsiones estructuradas.

Recientemente ha surgido un gran interés en pigmentos naturales debido principalmente, a la demanda por productos alimenticios saludables y oportunidades para la innovación en el sector *(Parize et al. 2008)*

El uso de estos pigmentos requiere de conocimientos químicos de sus moléculas y de su estabilidad, además para adaptarse a las condiciones de utilización durante el procesamiento, empaquetado y distribución. La industria requiere de tecnologías que protejan los pigmentos naturales del ambiente, debido a su inestabilidad en la presencia de luz, aire, humedad y altas temperaturas. Actualmente, una alternativa es la tecnología de la micro encapsulación *(Parize et al. 2008)*



### 2.5.1 Métodos Físicos de encapsulación aplicados en la industria alimenticia.

La selección del método para encapsular depende de los costos, el tamaño de la cápsula, las propiedades físicas y químicas de los materiales, la aplicación y el mecanismo de liberación deseado. Los siguientes métodos son los de mayor aplicación en la industria de alimentos:

- SECADO POR ASPERSIÓN:

El principio del secado por aspersión es la producción de un polvo seco por medio de la atomización de una emulsión en una corriente de aire caliente en una cámara de secado. El agua se evapora instantáneamente, permitiendo que el material activo presente en la emulsión, quede atrapado dentro de una película de material encapsulante.

Una de las grandes ventajas de este proceso, además de su simplicidad, es que es apropiado para materiales sensibles al calor, ya que el tiempo de exposición a temperaturas elevadas es muy corto (5 a 30 segundos). Es el método de mayor uso y el de menor costo (**anexo 10. Fig. N° 6**). El proceso requiere tres pasos básicos, la formación de la emulsión entre el material central y el recubrimiento, la homogenización y la aspersión.

La emulsión se atomiza dentro de una corriente de aire caliente, al evaporarse el agua los sólidos remanentes forman una cápsula alrededor del material central por atracción másica, la remoción rápida del agua mantiene la temperatura del centro por debajo de 100°C.



Los principales encapsulantes utilizados para este método son: carbohidratos (almidón y derivados, maltodextrinas, jarabes de maíz, ciclodextrinas, carboximetilcelulosa y derivados), gomas (arábica, mezquite, alginato de sodio); lípidos (ceras, parafinas, grasas) y proteínas (gelatina, proteína de soya, caseinatos, suero de leche, zeína).

Estos encapsulantes deben tener la capacidad de proporcionar una emulsión estable durante el proceso de secado por aspersión y tener muy buenas propiedades de formación de película para proveer una capa que proteja al ingrediente activo de la oxidación, las propiedades físicas de las micro cápsulas dependen de la temperatura del aire caliente, el grado de uniformidad de la aspersión y el contenido de sólidos en la emulsión.

- ENFRIAMIENTO Y DESCENSO DE LA TEMPERATURA POR ASPERSIÓN:

Estos métodos son la oposición del secado por aspersión, aquí el recubrimiento es una cera o grasa y las partículas se forman a través del enfriamiento. Las cápsulas protegen el centro activo de la humedad y la liberación se realiza a la temperatura de fusión del recubrimiento. La diferencia en los puntos de fusión del material protector denomina cada método, en el enfriamiento se utilizan lípidos, como ácido esteárico, mono- y di-glicéridos con puntos de fusión entre 45-122 °C, en el segundo método aceites fraccionados o hidrogenados con punto de fusión entre los 32-45 °C





- LIOFILIZACIÓN:

Es un proceso en el que se congela el producto y posteriormente se introduce en una cámara de vacío para realizar la separación del agua por sublimación. De esta manera se elimina el agua desde el estado sólido al gaseoso del ambiente sin pasar por el estado líquido. Este proceso de deshidratación se realiza a temperaturas y presiones bajas garantizando así alta retención de compuestos volátiles. Es un método simple y suave pero con un largo período de deshidratación. **Anexo 11. Fig. N°7)**

Es una técnica bastante costosa y lenta si se la compara con los métodos tradicionales de secado, pero resulta en productos de mayor calidad, ya que al no emplear calor, evita en gran medida las pérdidas nutricionales y organolépticas. Además las cápsulas presentan una estructura porosa que facilita la interacción con el medio ambiente. *(Angelica Sandoval A, 2004)*

- RECUBRIMIENTO POR LECHO FLUIDIZADO:

Esta técnica es útil cuando el material central son partículas sólidas, las cuales se localizan en una cámara con corriente de aire hacia arriba donde el recubrimiento se atomiza. Las partículas hacen ciclos aleatorios dentro de la cámara con el fin de recibir sucesivas capas delgadas, lo que posibilita la aplicación de diferentes tipos de material de recubrimiento. Sin embargo, la aspersión es el de mayor aplicación en la industria de alimentos porque ofrece mayor versatilidad y altos volúmenes de producción *(Angelica Sandoval A, 2004)*



- EXTRUSIÓN Y CO-EXTRUSIÓN:

La extrusión consiste en forzar a través de moldes la masa fundida del recubrimiento con el material central dispersó, la cápsula se forma por endurecimiento del material protector al entrar en contacto con un líquido deshidratante. En el Instituto Southwest Research [U.S.A], estudiaron y desarrollaron los métodos de co-extrusión en el principio de tubos concéntricos, donde el material central fluye en el tubo interno y el recubrimiento en el externo extrusión-fusión Co-cristalización (*Angelica Sandoval A, 2004*)

- EXTRUSIÓN - FUSIÓN:

En este proceso se requiere mezclar distintos materiales de recubrimiento para obtener una matriz vítrea estable a temperatura de almacenamiento, asegurando así que la difusión de los compuestos volátiles se realice a condiciones determinadas de humedad y temperatura. La matriz vítrea no es porosa lo que asegura que no hay interacción entre el oxígeno y el material central.

Se utiliza un extrusor de tornillo simple o doble, el cual funde y forma el material de recubrimiento y el central en un proceso continuo, se debe mantener un contenido de agua mínimo para garantizar una temperatura de transición vítrea alta. Al aumentar la humedad se libera el material encapsulado (*Angelica Sandoval A, 2004*)



- CO-CRISTALIZACIÓN:

Es la inclusión de compuestos dentro de agregados de sacarosa, al cambiar la estructura perfecta del cristal a un conglomerado, el cual admite la adición de un segundo ingrediente. La cápsula obtenida es granular, de fácil manejo y con buenas características de flujo.

El paso inicial para la encapsulación es la concentración de los jarabes de sacarosa hasta súper-saturación, posteriormente se adiciona el material central y se agita constantemente para inducir la nucleación y la aglomeración. La encapsulación de sabores por este método es una alternativa económica y flexible, sin embargo, requiere la adición de un antioxidante que prolongue el tiempo de vida útil. (*Angelica Sandoval A, 2004*)



# **APARTADO III**

# **DISEÑO**

# **METODOLOGICO**

---



### 3.1. Tipo de estudio.

El presente estudio se ubica en dos categorías:

❖ **Prospectivo:** porque en la investigación se registra la información de estudiados y datos que se reúnen a medida que van sucediendo acerca de aditivos alimentarios, técnicas de encapsulamiento para los colorantes orgánicos naturales extraídos a partir de frutos naturales; particularmente la pitahaya de la especie *Hylocereus undatus*.

❖ **Experimental:** ya que en la investigación se realizaron ensayos de laboratorio que generaron resultados, permitiendo la verificación de presencia de betalaínas en el fruto Pitahaya de la especie *Hylocereus undatus*, aplicando espectrofotometría Uv-vis.

### 3.2. Descripción del ámbito de estudio.

El estudio de la aplicación de la técnica de encapsulamiento para la obtención de colorante orgánico, se llevó a cabo en el laboratorio N°107 del departamento de Química, ubicado en el pabellón N°1 de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Por otro lado, se realizaron ensayos para la extracción de pigmento de betalaínas en el fruto pitahaya de la especie *Hylocereus undatus* en el laboratorio de Química General en la Universidad Nacional de Ingeniería. Ambas universidades, ubicadas en el municipio de Managua, Departamento de Managua.



### 3.3. Universo, población y muestra.

#### ❖ Universo:

Se consideró la especie vegetal de la flora Nicaragüense que posee dentro de su composición química la presencia de pigmentos colorantes de betalaínas, distribuidos en la zona del pacífico del país.

#### ❖ Población:

Se obtuvo un total de 10 unidades de fruto de lugares donde se cultiva la pitahaya especie *Hylocereus undatus* principalmente de Masaya y Managua de los municipios de La Concepción y Ticuantepe respectivamente.

#### ❖ Muestra:

La muestra se conforma del sarcocarpio del fruto pitahaya de la especie *Hylocereus undatus*, 10 g para la lectura de betalaínas y 251.1 g para la aplicación de la técnica de encapsulamiento.

#### 3.3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pitahaya únicamente pulpa roja y piel rosa.
- Debe estar libre de humedad.
- Maduración del fruto que permita la mayor concentración de betalaínas.  
(Betacianinas y Betalaínas )



### 3.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

- Pitahaya de pulpa blanca y piel rosa.
- Pitahaya de pulpa blanca y piel amarilla.
- Fruto sin maduración o con falta de pigmentación que no garantice la presencia de Betalaínas (Betacianinas y Betaxantinas).

## 3.4. Variables

### 3.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE:

- Fruto (especie vegetal en estudio)
- Técnica de encapsulamiento
- Temperatura

### 3.4.2 VARIABLE DEPENDIENTES:

- ❖ Colorante orgánico natural para la industria alimenticia



### 3.4.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:

**Tabla 1 Operacionalización de Variables Independientes y Dependiente.**

VARIABLE INDEPENDIENTE	CONCEPTO	INDICADORES	VALORES
<b>Fruto</b>	Órgano procedente de la flor, o de partes de ella, que contiene a las semillas hasta que estas maduran y luego contribuye a diseminarlas	Pitahaya	Presencia o ausencia de pigmentación en el fruto.
<b>Técnica de encapsulamiento</b>	Técnica en el cual gotas líquidas, partículas sólidas o gaseosas, son cubiertas con una película polimérica conteniendo una sustancia activa.	Agente encapsulante Fécula de maíz, (almidón)	47 g (Cantidad utilizada)
<b>Temperatura</b>	Magnitud referida a nociones comunes de caliente, tibio o frío que puede ser medida con un termómetro.	Grados centígrados	30 °C a 55 °C
VARIABLE DEPENDIENTE			
Colorante Orgánico Natural	Obtenidos de plantas, invertebrados o minerales.	Presencia de Betacianinas y betaxantinas	Concentración de betalaínas 347.30 a $\pm$ 20.98 (mg/kg). (Rev. Fitotec. Mex. Vol. 35)





## **3.5. Materiales y Métodos**

### **3.5.1 Materiales para recolectar la información.**

Para la elaboración de este documento se llevó a cabo una revisión exhaustiva de literatura, fundamentado en artículos científicos, tesis de grado, libros de texto, todos ellos enfocados en la investigación de la técnica de encapsulamiento, colorantes naturales y aditivos alimentarios, su relación con el uso y aplicación de los mismos. Sumado temas afines a los cultivos del fruto pitahaya.

Esto en centros de documentación del Departamento de química de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) y de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Para llevar a cabo los análisis de laboratorio; se ejecutaron ensayos de la técnica de encapsulamiento para el colorante en el Laboratorio N° 107 del Departamento de Química de la UNAN-Managua. La extracción y determinación de concentraciones de betalaínas presentes en el fruto de pitahaya se efectuó en el laboratorio de Química General de la facultad de Ingeniería Química de la UNI.

### **3.5.2 Materiales para procesar la Información:**

Para el procesamiento de la información se utilizaron las siguientes herramientas informáticas:

- Microsoft office Word 2013: software destinado al procesamiento de textos utilizado para la elaboración y edición del documento.



- Microsoft office Excel 2013: software destinado al cálculo de los resultados de análisis realizados en las muestras del estudio.

### **3.5.3 Método de extracción y encapsulamiento de Betalaínas en pulpa de pitahaya**

#### **Equipos y Materiales**

Equipos utilizados para extracción de Betalaínas y la obtención de colorante orgánico:

- Balanzas analíticas Marcas: Adventurer OHAUS y Scout Pro con capacidades máximas igual a 120 y 2000 gramos (g) respectivamente.
- Horno Lab-line Imperial, con rango de temperatura 10 a 270 °C.
- Agitador magnético marca Cimarec con velocidad de agitación entre los 60 a 1200 rpm.
- Espectrofotómetro UV-Visible Marca Thermo Spectronic, Modelo Génesis 20, precisión de lectura fotométrica igual a: 0.003 unidades de absorbancia de 0 unidades de absorbancia 0.3 a

Se utilizó cristalería volumétrica clase A y B:

- Beakers (Schott Dran) de 250 y 500 ml
- Varilla de vidrio, pipetas de 1, 5, y 10 ml
- Probeta 100 ml, Erlenmeyer de 250 ml
- Embudos de filtración, embudos de separación de 250 ml
- Pizetas, espátulas.



- Papel filtro Whatman N° 4, es práctico como filtro rápido de extractos orgánicos.
- Trozos de tela.

#### Reactivos:

- Almidón (Fécula de maíz):

Tabla 2 Principales nutrientes de la fécula de maíz, valores referidos a 100g

<b>Calorías</b>		<b>391.66 kcal.</b>	
<b>Carbohidratos</b>		88.2 g.	
<b>Vitamina A</b>	90 µg.	<b>Vitamina C</b>	13.5 mg.
<b>Vitamina B12</b>	0.36 µg	<b>Vitamina B3</b>	2.4 mg
<b>Hierro</b>	3.0 mg.	<b>Zinc</b>	2.25 mg.

- Solvente orgánico: Metanol al 80% (V/V) (Metanol para residuos orgánicos Ultra Resi- analyzed J.T Baker: CAS N°. 67-56-1).

#### 3.5.3.1 Encapsulamiento convencional de betalaínas presentes en el fruto pitahaya.

Uno de los métodos más utilizados para la obtención de colorantes naturales en polvo es la técnica de secado por aspersión, por ser el de mayor uso, económico y efectivo para el encapsulado de color, sabor y textura. Sin embargo, en la realización de este trabajo se procedió a experimentar de manera convencional con los materiales existentes en el laboratorio.



Procedimiento:

1. Se seleccionaron las pitahayas cerciorándonos que no tuvieran daño en la cáscara, que sean de similar tamaño y color, posteriormente se procedió a separar la cáscara del sarcocarpio
2. La muestra se obtuvo extrayendo el sarcocarpio con una espátula, mezclando y homogenizando hasta obtener la muestra
3. El sarcocarpio fue envuelto en un paño limpio de textura suave con capacidad de filtración, donde se extrajo la mayor cantidad posible de extracto
4. Se agregó el extracto en un beacker de 250 ml más 47 g de agente encapsulante (fécula de maíz) para 46.4 g de extracto, se mezcló hasta obtener una consistencia espesa y sin grumos

*Observación:* esta mezcla se realizó en una proporción 1:1 (extracto: agente encapsulante)

5. Fue sometida a calentamiento entre los 35 °C y 55 °C por 30 min aproximadamente
6. Se colocó el recipiente con la mezcla en un desecador y reposó hasta su enfriamiento para garantizar que el colorante esté libre de humedad

*Observación:* El Secado en horno no excedió los 55°C, para evitar la degradación de la betalaínas. Una vez completado este proceso se obtuvo el colorante encapsulado



### **3.5.3.2 Lectura de concentraciones de betalaínas en el fruto Pitahaya.**

Preparación y acondicionamiento de la muestra:

1. Se seleccionaron las pitahayas que no tuvieran daño en la cáscara, de similar tamaño y color, posteriormente se separó la cáscara del sarcocarpio
2. Una vez cortado se tomó una porción de la muestra, que se maceró hasta obtener una consistencia pastosa
3. Se pesaron 10 gramos (g) de sarcocarpio macerado, colocándolo en un Erlenmeyer de 250 ml, agregando 100 ml de metanol acuoso, alcanzando una solución al 80 % volumen/volumen
4. Se agito la mezcla durante 20 minutos a temperatura ambiente, se filtró con papel Whatman N°4
5. Seguido, la solución se colocó en embudo de separación y se agito durante 3 minutos, dejando en reposo por 30 minutos

#### **Diluciones de la muestra:**

- Lectura de concentración de Betalaínas en el fruto pitahaya:

Para estas lecturas se preparó 3 diluciones a partir del extracto del fruto, con un volumen de aforo de 10 ml. Se extrajo 1 ml de metanol con una pipeta volumétrica y se agregó directamente a la celda de lectura del equipo. En la siguiente tabla se presentan las diluciones la muestra



**Tabla 3 Diluciones de muestras de fruto pitahaya para lectura de Betalaínas.**

Identificación de la muestra	Volumen de aforo (ml)	Factor de concentración	Factor de dilución	Porcentaje de dilución
<b>MP-1</b>	10	0.5	2	50%
		0.25	4	25%
		0.1	10	10%

### 3.5.3.3 Lectura en Espectrofotómetro UV-Vis

➤ Preparación de Blanco

El blanco para la lectura de las muestras se tomó a partir de solvente Metanol al 80 %, se extrajo 1 ml de este solvente con una pipeta volumétrica y se agregó directamente a la celda de lectura del equipo.

Observación: este procedimiento fue realizado dentro de la campana de extracción.

➤ Lectura de muestras

Para la determinación de concentración de betalaínas en el fruto pitahaya, es necesaria obtener la absorbancia a través de la Betacianinas y las Betaxantinas a longitudes de ondas 538 nm y 438 nm respectivamente, que se expresaron en términos de concentración.

**Anexo 13:** fotografías de proceso de extracción de betalaína.



### 3.6 Expresión de Resultados obtenidos de la cuantificación de Betacianinas y Betaxantinas en pitahaya:

➤ Método y fórmula de cálculo.

Para la conversión de las unidades de absorbancia en unidades de concentración se cuantifica según lo descrito por Castellanos y Yahia (2008) y la Revista Fitotécnica Mexicana. Vol. 35, pág. N° 2. A través de la siguiente expresión:

$$B \text{ (mg/kg)} = \frac{A * FD * PM * V}{\epsilon * P * L}$$

Dónde:

B = contenido de Betacianinas o betaxantinas

A = absorbancia a 538 nm para Betacianinas y 483 nm para Betaxantinas

Fd = factor de dilución al momento de leer en el espectrofotómetro

PM = peso molecular (Betanina = 550000 mg/mol o Indicaxantina = 308000 mg/mol)

V = volumen del extracto

$\epsilon$  = coeficiente de extinción molar (60,000L/mol.cm para Betacianinas, 4,8000L/mol.cm para Betaxantinas)

P = Peso (0.01 Kg)

L = longitud de la celda (1 cm)

Las unidades de concentración se deben expresar como la cantidad en mg de Betalaínas obtenido por cada kilogramo de fruto PPM (mg/kg).



# **APARTADO IV**

# **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

# **DE RESULTADOS**

---

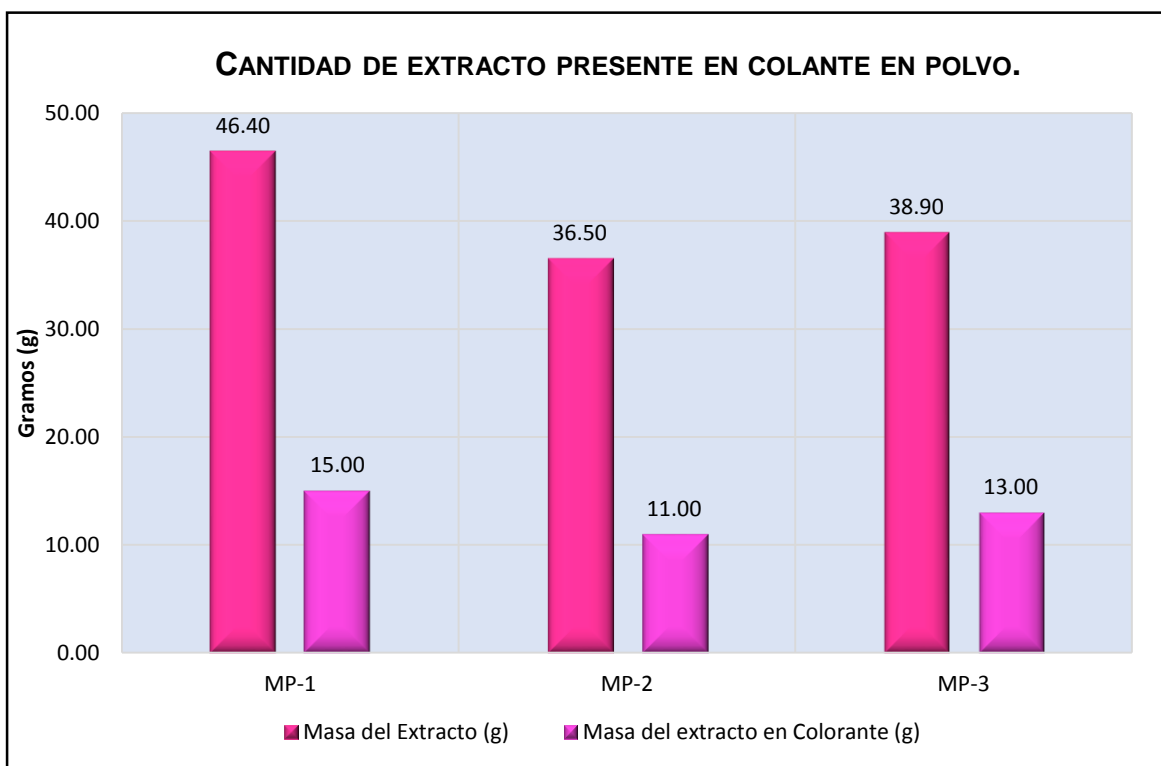




## 4.1 Resultados

### a) Colorante orgánico obtenido del fruto pitahaya.

A continuación se presenta el gráfico 1 “Cantidad en gramo de extracto presente en el colorante orgánico obtenido”.

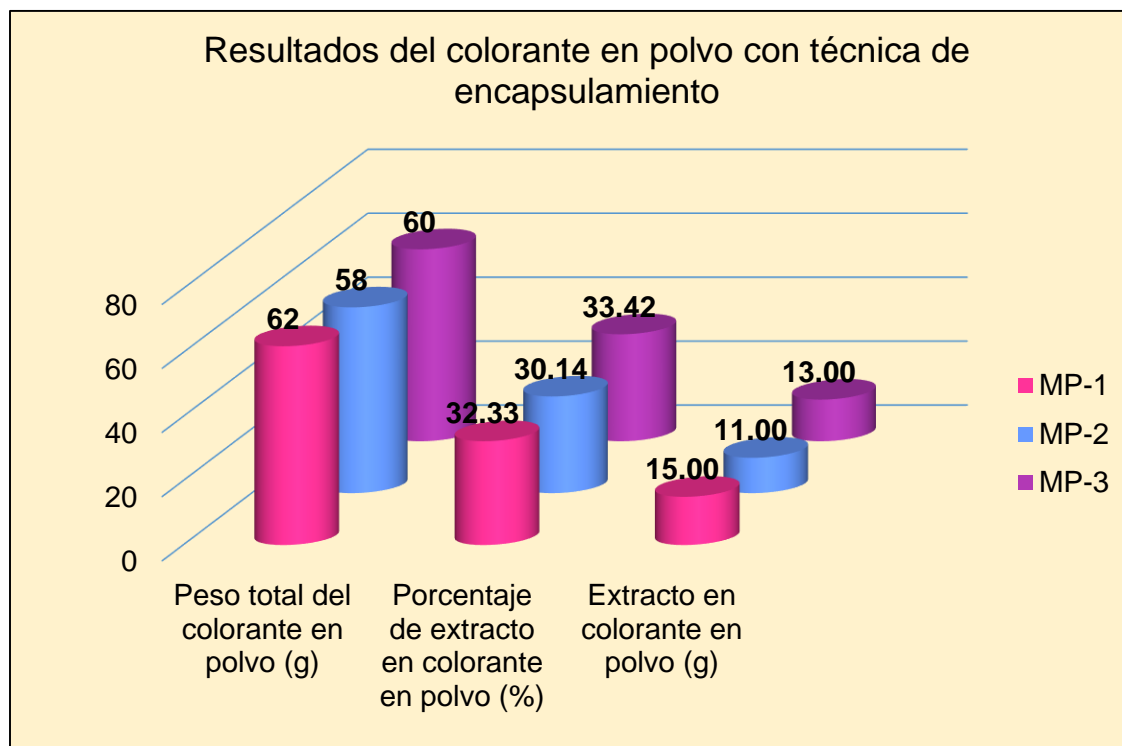


**Gráfico 1** Cantidad en gramo de extracto presente en colorante Orgánico obtenido.

✓ En el gráfico N° 1 Se observa la disminución de extracto en gramos (g) durante el proceso de obtención del colorante orgánico en proporción a la cantidad agregada inicialmente ya que se debe considerar el peso del sarcocarpio, el volumen de extracto obtenido y la cantidad de agua aportada por el fruto.



A continuación se presenta en el gráfico 2 “Resultados de la obtención colorante en polvo con relación a la cantidad de extracto obtenido”



**Gráfico 2** Resultados obtenidos en la elaboración del colorante en polvo a través de la técnica de encapsulamiento

✓ En el gráfico N° 2 Se observa la cantidad de colorante en polvo obtenido en las 3 muestras realizadas, el porcentaje al que corresponde la cantidad de extracto obtenido durante el proceso en relación a la cantidad en gramos (g) agregada inicialmente.

**Ver Anexo 13:** Tabla de datos gráfico N° 2



## b) Concentración de Betalainas presente es en el fruto Pitahaya:

Se presenta en el gráfico N° 3 “La concentración de Betacianinas y Betaxantinas presentes en el fruto pitahaya del género *Hylocereus undatus*, ya que la sumatoria de ambas corresponde a la concentración de betalaina”.

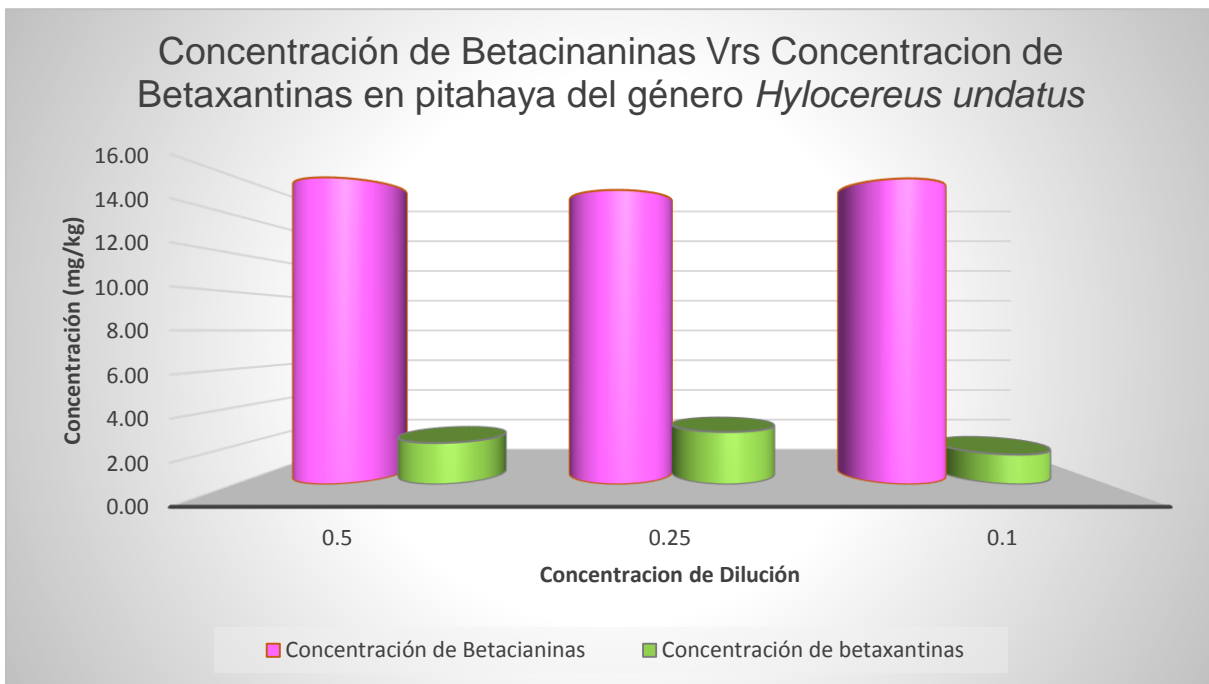


Gráfico 3 Concentración de Betacianinas y Betaxantinas en el fruto pitahaya

✓ El gráfico N°3 muestra las concentraciones en mg/kg (ppm) de Betacianinas y Betaxantinas presentes en el fruto pitahaya al realizar mediciones con concentraciones de aforo de 0.5, 0.25, 0.1, leídas a longitud de onda de 538 nm y 483 nm respectivamente.

**Anexo 14:** Tabla de datos con resultados de concentración de Betacianinas y betaxantinas presentes en pitahaya mostradas en el gráfico N°3.



➤ Se presenta en el gráfico N° 4 “Porcentaje de Betacianinas y Betaxantinas presentes en el fruto pitahaya del género *Hylocereus undatus*,”.

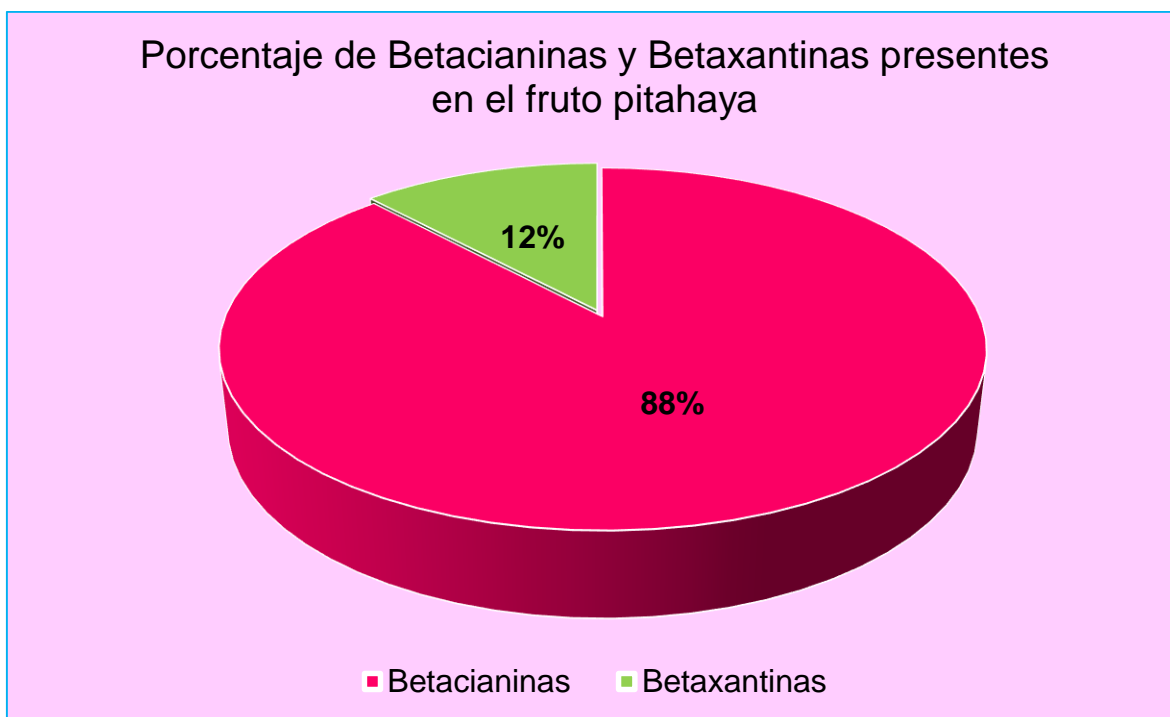


Gráfico 4 Porcentaje de Betacianinas y betaxantinas presentes en el fruto pitahaya.



✓ A continuación se presenta en el gráfico N° 5 “La concentración de Betalaínas contenidas en 10 g de sarcocarpio del fruto pitahaya”.

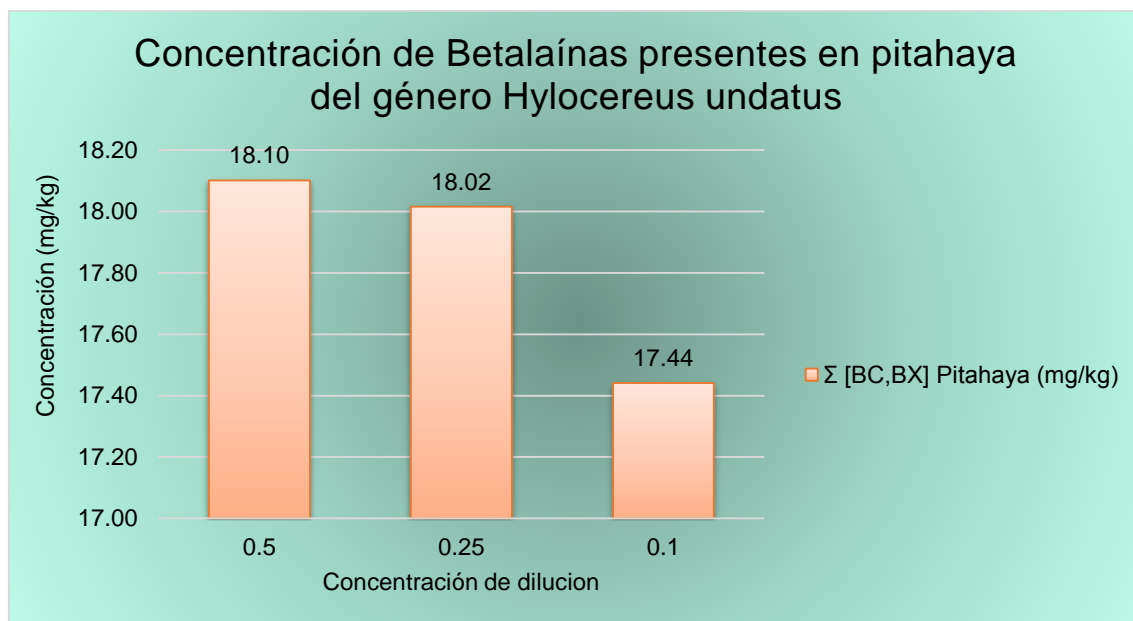


Gráfico 5 Concentración de Betalaínas presentes en el fruto pitahaya del género *Hylocereus undatus*

✓ En el gráfico N°5 se muestra la concentración de Betalaínas presente en el fruto pitahaya del género *Hylocereus undatus* expresado en (mg/kg) ppm, total de betalaína presente en el fruto que corresponde a la sumatoria de Betacianinas y betaxantinas

**Ver anexo 15:** Tabla de datos con resultados de concentración de Betalaínas presentes en el fruto pitahaya del género *Hylocereus undatus* mostradas en el gráfico N°5.



## **4.2. Análisis y Discusión de los resultados.**

### **a) Colorante orgánico obtenido del fruto pitahaya.**

Al aplicar la técnica de encapsulamiento para la obtención de colorante orgánico, a partir del fruto pitahaya de la familia cactácea de la especie *Hylocereus undatus*, se observa en el grafico N° 1 que en las muestras de fruto pitahaya MP-1, MP-2 y MP-3, la relación entre la cantidad de gramos (g) de extracto obtenido inicialmente del fruto por gramos (g) de extracto conseguido en el colorante en polvo es 11.00, 15,00 y 13.00 (g) respectivamente, obteniendo en promedio 13.00 g de extracto por cada 47 gramo de agente encapsulante.

En el grafico 2, se presentan los rendimientos para las tres muestras: 32.33 % MP-1, 30,14 % MP-2 y 33.42 % MP-3 con promedio de 31.96 % de extracto adsorbido en el agente encapsulante, de igual modo observamos la relación entre el peso total de colorante en polvo obtenido y la cantidad en gramos (g) de extracto, en la que evidenciamos que la cantidad de extracto agregado inicialmente se presenta en menor cantidad, ya que se debe considerar el peso total del fruto, del sarcocarpio, el volumen de extracto obtenido y la cantidad de agua aportada por el fruto.

### **b) Concentración de betalaínas en el fruto la Pitahaya**

De acuerdo a los valores presentados en el gráfico N° 3 obtenidos en las lecturas de absorbancias a distintos factor de concentración para Betacianinas y betaxantinas del sarcocarpio del fruto pitahaya de la especie *Hylocereus undatus* las concentraciones de Betacianinas (88 %) predominan sobre las concentraciones de betaxantinas (12 %) como se observa en el gráfico N° 4, la presencia de mayor concentración de Betacianinas en la pitahaya se asocia a la coloración rojo-violeta presente en el fruto.



Por otro lado, las concentraciones de Betaxantinas se presentan en menor proporción ya que estas se asocian a coloraciones amarillas presentes en frutos de otras familias cactáceas.

El contenido de betalaínas totales (Betacianinas + Betaxantinas) en la pulpa de pitahaya presentadas en el gráfico N° 5 se lee a diferentes diluciones, con el objetivo de observar la variabilidad de los resultados y encontrar un rango óptimo de lectura, para el factor de concentración de 0.5 la concentración de betalaína equivale a (18,10 mg/ 0.01 kg) que es menor a los informados para varias especies del género *Opuntia* por Castellanos y Yahia en 2008 (3.04 mg/100 g de muestra).y por la revista fitotecnica de México (347.3 mg / 100 g muestra)

Estas diferencias se pueden atribuir a factores como la diferencia de especie cactácea y fruto, además de la temporada de cosecha, madurez, clima y procedencia, entre otros factores que afectan el contenido de betalaínas.



# **APARTADO V CONCLUSIONES.**

---





## 5.1 Conclusiones

➤ La cantidad de extracto obtenido en colorante en polvo para las tres muestras corresponde a un rendimiento promedio de 31.96% respecto a la cantidad en gramos de almidón (fécula de maíz), este es considerado entre los agentes encapsulante utilizados en la técnica de secado por aspersión que puede establecerse como un medio para la transferencia de pigmentos de betalaínas, ya que este almidón posee mayor contenido de amilosa (25 y 30%) a diferencia del almidón de trigo que contiene (24 %) de amilosa, de ahí que se atribuyen la interacción entre betalaínas-polímero y la formación de puentes de hidrógeno.

Se debe valorar que la técnica empleada es una técnica convencional, por consiguiente se han obtenido escasos resultados en el rendimientos y propósito deseado en la utilización de este colorante en la industria alimenticia, aun así, se debe considerar que esta tecnología de encapsulamiento aún está en desarrollo y tiende a convertirse en una herramienta en la elaboración de aditivos alimentarios.

➤ La determinación de betalaínas en el fruto pitahaya, indica que el color característico se debe al mayor contenido Betacianinas que Betaxantinas de acuerdo a las concentraciones y porcentajes obtenido. Aunque las concentraciones obtenidas en el estudio son de baja concentración respecto a otros estudios, el fruto pitahaya es una buena fuente biodisponible de pigmentos y sus características organolépticas permite que este fruto sea aceptado como colorante potencial en la industria de bebidas y productos alimenticios.



## 5.2 RECOMENDACIONES.

- Al ser esta una técnica convencional de encapsulamiento por aspersion, se debe tener precaución en la elaboración y almacenaje del producto, ya que la humedad, la luz y el calor son factores que alteran la estabilidad del colorante.
  
- Considerar factores como las propiedades del agente encapsulante, características del agente activo y las condiciones del proceso de secado al momento de diseñar un estudio, con la finalidad de lograr altos porcentajes de eficiencia encapsulante.
  
- Realizar estudio de betalaínas presentes en el fruto pitahaya de la familia cactácea del género *Hylocereus undatus* a través de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) con el fin de identificar y caracterizar las Betacianinas y Betaxantinas presentes en el fruto.



*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). Enero – Junio 2014.*

---

# BIBLIOGRAFIA

---



- Aceituno M Víctor Manuel. (2010) Escuela de Ingeniería Química Guatemala. Tesis de graduación: Propiedades de los colorantes naturales secados con técnicas alternativas a nivel de laboratorio como alternativa al FD & C Tojo N° 40 en alimentos. Pág. 89.
  - Angelica Sandoval A, E. R. (2004). Encapsulamiento de Aditivos para la Industria Alimenticia.
  - Araneda, Valenzuela (2009). Microencapsulación de extractantes: una metodología alternativa de extracción de metales. Revista *Ciencia Ahora* 22(11): 9-19.
  - Azeredo, H. (2009). Betalains: properties, sources, applications, and stability—a review. *International journal of food science & technology*, 44(12), 2365-2376.
  - Badui Dergal, Salvador (2006). Química de los alimentos. Cuarta edición PEARSON EDUCACIÓN, México, S.A de C.V
  - Castellanos-Santiago E, E.M Yahia (2008) Identification and quantification of betalains from the fruits of 10 Mexican prickly pear cultivars by high-performance liquid chromatography and electrospray ionization mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.*56:5758-5764
  - Cubero Nubia, Monferrer. A & Villalta J. (2002) Aditivos alimentarios. Ediciones Mundi-prensa España. Impreso en España.
  - Ibáñez, F., Torre, P., & Irigoyen, A. (2003). Aditivos alimentarios. Área de Nutrición y Bromatología, Universidad Pública de Navarra.
-



- Food and Drug Administrations (FDA), Estados Unidos, 1993
  - Francys F, J . (1986). Handbook of Food Colorant Patents. *Food & Nutrition Press*.Pág. 181.
  - Fuchs M, C. Turchiuli, M. Bohin, M. Cuvelier, C. Ordonnaud, M. Peyrat and E. Dumoulin. 2006 Encapsulation of oil in powder using spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering* 75(1): 27-35.
  - García Garibay, Q. R. (2004). *Biotecnología Alimentaria*. México: Limusa S.A.
  - García-Cruz Leticia, Salinas-Moreno Yolanda y Valle-Guadarrama Salvador, Betaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitahaya de mayo (*Stenocereus griseus H.*), nota científica, Rev. *Fitotec. Mex.* Vol. 35 (Núm. Especial 5): 1 - 5, 2012
  - Giannuzzi Leda & Molina Ortiz Sara E. (1995) Edulcorantes Naturales y Sintéticos: Aplicaciones y Aspectos Toxicológicos. Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, calle 47 y 116 , La Plata, Argentina. PAG 121-122
  - Guía tecnológica para la producción de pitahaya, Gobierno de Nicaragua, 2a. ed., Desarrollo de la producción agrícola en la zona de la meseta. Proyecto CEE-ALA 86/30, Instituto Nicaragüense de Reforma Agraria, Comunidad Económica Europea, San Marcos, Carazo, Nicaragua, 70 pp. Gobierno de Nicaragua (1994).
  - Iverson F (1995). «Phenolic antioxidants: Health Protection Branch studies on butylated hydroxyanisole ». *Cancer Lett* 93 (1): pp. 49–54.
-



- López Córdoba Alex Fernando, Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA) La Plata, Buenos Aires, (2012), Desarrollo de sistemas de encapsulación compuestos para la protección de extractos antioxidantes de yerba mate. Pág. 22
  
  - Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (1987). Survey of Colour usage in food. The nineteenth report of the steering group on food Surveillance. The working party on food Colours., Pág.86
  
  - Monterrey M., J. (1994), “Historia de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en La meseta de los pueblos, Nicaragua”, en Memoria del primer encuentro nacional del cultivo de la pitahaya, San Marcos, Carazo, Nicaragua, pp. 8-13.
  
  - Moure Varel Andrés. Franco Ruiz Daniel. (2010). Antioxidantes naturales. Aspectos saludables, toxicológicos y aplicaciones industriales. Xunta de Galicia Consellería del Medio Rural Santiago de Compostela. Pág. 21 – 23
  
  - Parra Huertas R (2011). Revisión: Microencapsulación de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Básicas.
  
  - Rodríguez C., A. (2000), Pitahayas: estado mundial de su cultivo y comercialización, Fundación Yucatán Produce, A. C., Universidad Autónoma de Chapingo, Maxcanú, Yucatán, México, 153 p.p.
  
  - Santos, F. E. (1988). Colorantes naturales en la industria Alimentaria. *Avances en Aditivos para la Industria de alimentos*. México: UNAM.
-



- SKOOG, D.A.; Leary J.J., Holler F. James; (1998), Principios de análisis instrumental, 5° ed.; Ed. McGraw-Hill Pág. 353-367.
- SOUKUP, R.J. y YOUNG, I. (1977). En: Current Aspects of food colorant. Furia, T .CRC Press Inc., Cleveland, USA. Pp. 77-84.
- Wu L-C, H Hsiu-Wen, C Yun-Chen, C Chih-Chung, L Yu-In, A H Ja-An (2006) Antioxidant and anti proliferative activities of red pitaya. *Food Chem.* 95:319-327.
- Zallen E, Hitchcock M, Goertz G. (1975). “Chilled Food Systems. Effects of chilled holding on quality of beef loaves”. *J Am Diet Assoc* 67 (6). P.p. 552-7

## WEBGRAFIA

- Álvarez, C. A. (2010). Evaluación del uso de enzimas y filtración por gravedad para la clarificación de una mezcla diluida de pulpa de frutos de cactus (*Opuntia Boldinghii* Britton & Rose), jugos de naranja y toronja. *Revista de facultad Nacional Agronomía de Medellín*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <http://www.revistas.unal.edu.com>
  - Berezia. (2007). *Elika*. Obtenido de [http://www.elika.net/datos/articulos/Archivo652/berezia\\_agentes%20de%20recubrimiento.pdf](http://www.elika.net/datos/articulos/Archivo652/berezia_agentes%20de%20recubrimiento.pdf)
  - Calvo, M. (s.f). *Milk Science*. Obtenido de Milk Science: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/aditivos/colorartif.html>
-



- Carmona, I. (Abril de 2013). Recuperado el Febrero de 2014, de AGRIMUNDO: [www.agrimundo.cl](http://www.agrimundo.cl)
  
  - Centros de Estudios de Zonas Aridas. (s.f.). Pitahaya (*Hylocereus*). Chile. Recuperado el Enero de 2014
  
  - Dodera, G. (2008). *Innova Industria*. Recuperado el 12 de Abril de 2014, de Innova Industria: <http://www.innovaindustria.com>
  
  - Enrique Gomez . (2011). *DECCO*. Obtenido de [http://www.deccopostharvest.com/pdf/newsletter/11\\_04\\_2011/recubrimientos\\_frutas\\_hortalizas.pdf](http://www.deccopostharvest.com/pdf/newsletter/11_04_2011/recubrimientos_frutas_hortalizas.pdf)
  
  - FDA. (2006). *FICHAS TECNICAS Pruductos Frescos y procesados*. Obtenido de <http://www.fao.org>
  
  - García Garibay, Q. R. (2004). *Biotecnología Alimentaria*. México: Limusa S.A.
  
  - Gimeno, R. M. (s.f). *Aditivos Alimentarios*. España, Ciudad de Cordoba. Obtenido de <http://www.uco.es/organiza/departamentos/bromatologia/nutybro/higiene-alimentaria/documentos/conferenciaaditivos.pdf>
  
  - INTA. (2014). *Cultivo pitahaya* (6 ed.). Nicaragua.
  
  - Mararón-Ruiz, V.F, Rizo de la Torre, L. D.C & Chiu-Zarate, R (2011). Caracterización de las propiedades ópticas de Betacianinas y Betaxantinas por espectroscopia Uv-Vis y barrido en Z.Superficies y Vacus. México, Guadalajara, 24 (4), 113-120.
-





- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (1987). Suervy of Colour usage in food. The nineteeth report of the steering group on food Surveillance. *The working party on food Colours.*, 86.
  
  - MULTICONSULT S.A/INDES. (2013). Estudio agroecologico de los cultivos de piña y pitahaya en la subcuenca III. Acciones para la sostenibilidad ambiental. Nicaragua.
  
  - Peñaranda, e. a. (2008). *Revisión de la modificación química del almidón con ácidos orgánicos*. Obtenido de <http://www.scielo.org.com>
  
  - Salcedo., A. M. (1997). *Nuevos Metodos Espectrofotometricos y Cromatograficos para la determinacion de colorantes rojos en alimentos*. España : Servicios Publicitarios de la Universidad de Castilla- La Mancha. Recuperado el Febrero de 2014, de <http://books.google.com.ni/books>
  
  - Torruela, X. (2013). *Meditaciones Culinarias*. Obtenido de <http://www.meditacionesculinarias.com/2010/04/aditivos-del-e-900-al-e-949-agentes-de.html>
  
  - Vilher. (2007). Obtenido de Vilher: <http://www.vilher.com.mx/productos/alimentos/emulsificantes-y-estabilizantes>
  
  - Wilson., L. E. (s.f). *PROFITOCOOP*. Recuperado el MAYO de 2014, de <http://www.profitocoop.com.ar/articulos/Betala%EDnas.pdf>
  
  - Yúfera, E. P. (1995). *Química orgánica básica y aplicada: de la molecula a la industria* (Vol. 2). Valencia, España: Reverté. Obtenido de <http://books.google.com.ni/>
-



*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). Enero – Junio 2014.*

---

# ANEXOS.

---



## ANEXO 1:

Tipo	Amilosa (%)	Amilopectina (%)	Temperatura de gelatinización (°C)	Tamaño del granulo (micras)
Maíz	26-31	69-74	62-72	5-25
Maíz rico en amilosa	55-80	20-45	67-80	5-25
Papa	18-27	73-77	58-67	5-100
Arroz	17	83	62-78	2-5
Tapioca	18	82	51-65	5-35
Maíz céreo	0-1	99-100	63-72	5-35
Sorgo Céreo	0-1	99-100	67-74	5-35
Trigo	24	76	58-64	11-41

**Tabla N° 1:** Características de algunos almidones utilizados en la industria alimentaria.



## Anexo 2

Aplicación	Identificación de almidón modificado	Dosis recomendada	Características y funciones del almidón	Beneficios para el usuario y consumidor
Sistema para encapsulado	CAPSUL	30-40 % de sólidos	Buen formador de pared, baja viscosidad, recomendado en un 20 % para cargas de aceite volátil, más para sistemas de menor carga	Alta retención de aceite, alto contenido de sólidos lo que facilita el secado, buena estabilidad de la emulsión
	NADEX 722	20-35 % de sólidos		
	N-LOK	30-40 % de sólidos	Solubilidad en agua fría, formador de película, baja viscosidad, recomendada en una carga de aceite, alta resistencia a la oxidación	Buena retención de aceite, estabilidad de la emulsión, preserva el sabor.
	SERIE HI-CAP	30-40 % de sólidos	Solubilidad en agua fría, baja viscosidad, recomendado con cargas hasta 40 % de aceite volátil.	Excelente retención de aceite, preservador de sabor, estabilidad en el secado por aspersión, reduce los costos.
	ENCAPSUL 855 SERIE CRISTALTEX	20-40 % de sólidos	Agente de uso general en encapsulado, buen vehículo para sabores y especias, emulsificador y baja viscosidad.	Buena retención de aceite, reduce costos de producción.

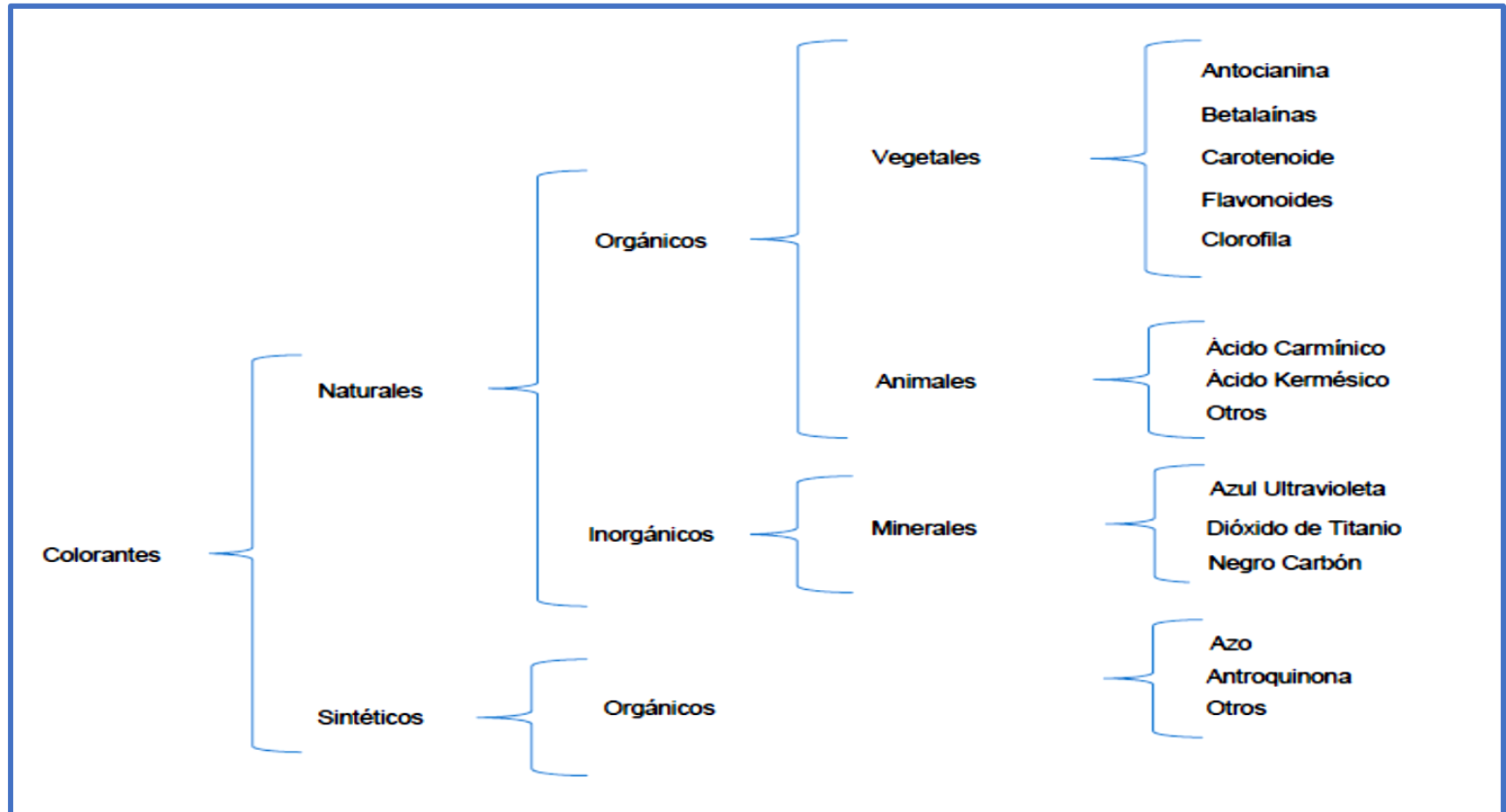


<b>Sustituto de crema y grasas secado por aspersión</b>	N-CREAMER 46	3-5 % de sólidos	Buena dispersabilidad, agente opacificante, proporciona una alta cremosidad.	Reemplaza ingredientes de altos costos, estabilidad en el secado por aspersión.
<b>Recubrimiento absorbentes</b>	N-ZORBIT M NATIONA 5730	10-30 % de sólidos	Elevada área superficial, soluble en agua.	Absorbe altos niveles de productos aceitosos.
<b>Encapsulación sabores por extrusión</b>	HYLON VII	10-40 % de sólidos	Almidón con alto contenido de amilosa que proporciona una plasticidad y formación de la película en el proceso.	Alto potencial de encapsulado.

**Tabla N° 2:** Características y beneficios que aportan los almidones modificados a la industria alimentaria.



### ANEXO 3



**Tabla N° 3:** Clasificación de los colorantes Naturales.



## ANEXO 4

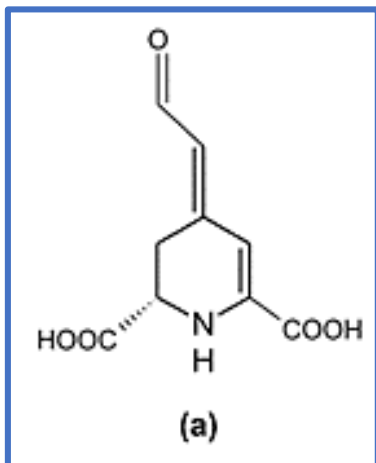


Ilustración 2 Acido Betalámico

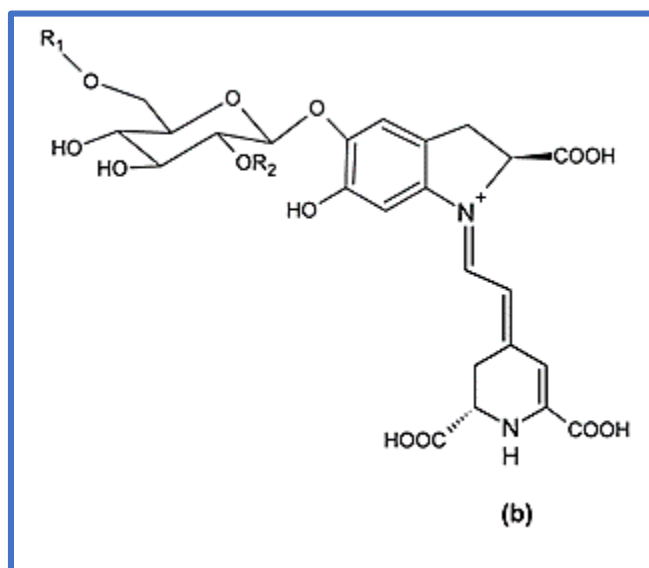


Ilustración 4 Betacianinas

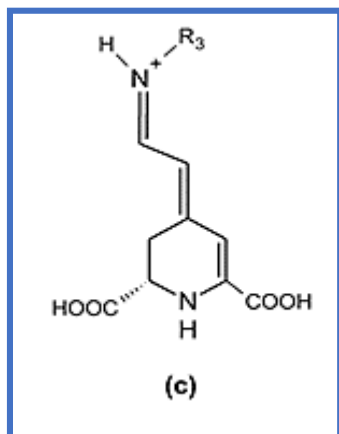
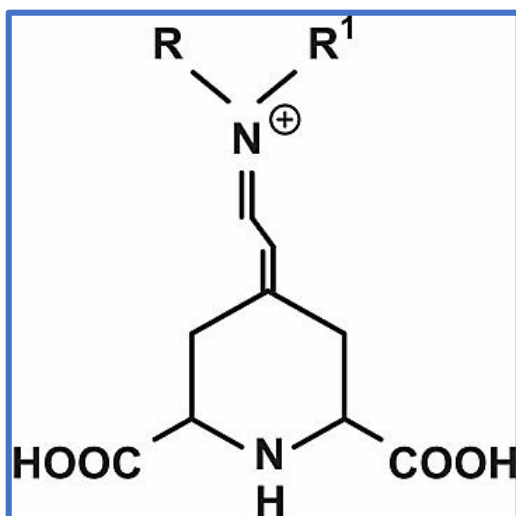


Ilustración 3 Betaxantinas

Fig N° 1: Estructura general de las Betacianinas y Betaxantinas.



## ANEXO 5

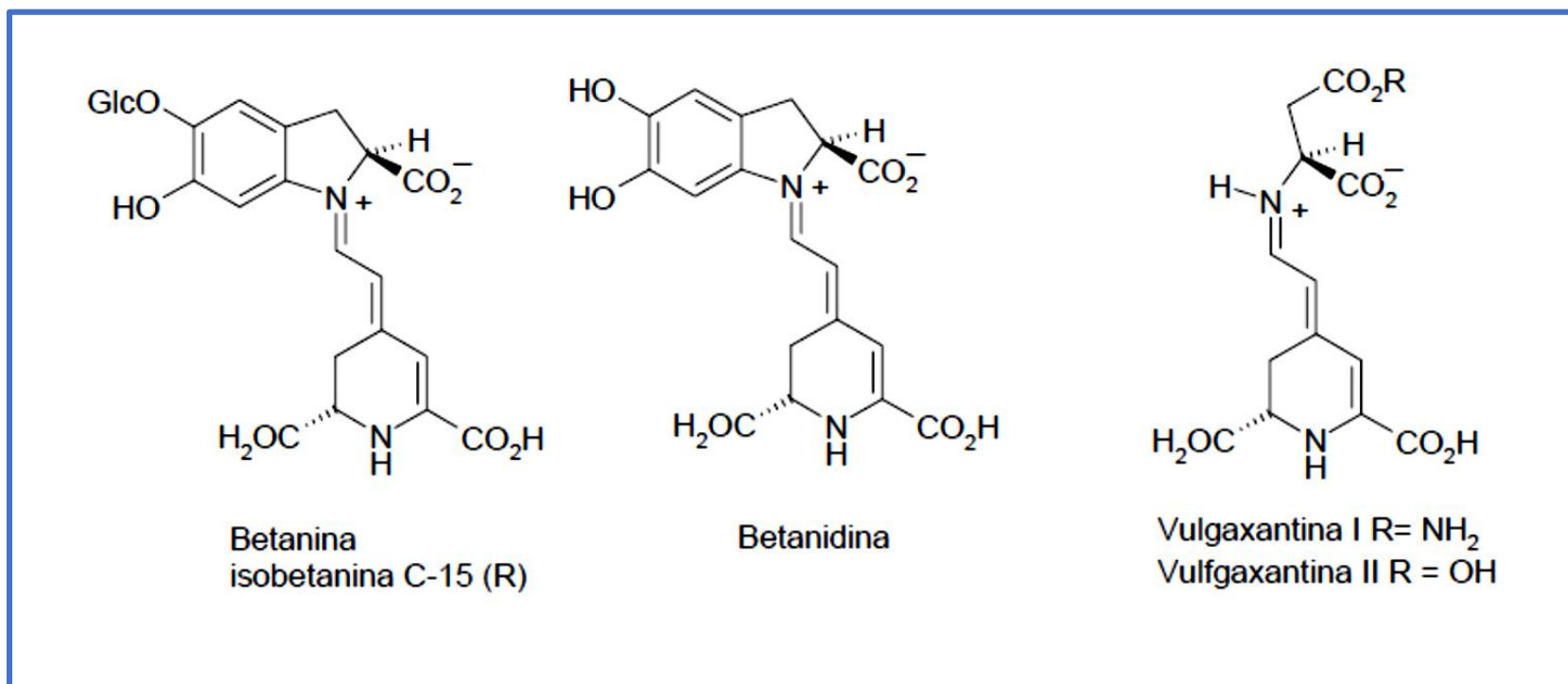


**Fig.Nº 2.** Estructura general del Ácido Betalámico.





## ANEXO 6



**Fig.N° 3** Estructuras de Betacianinas y Betaxantinas con sus respectivos grupos característicos.



## ANEXO 7

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
Acidez (pH)	3.7
Sólidos Totales (°Brix)	12
Humedad	86 g
Proteína	0.5 g
Carbohidratos	12.2 g
Fibra	0.6 g
Cenizas	0.7 g
Calcio (Ca)	50 mg
Potasio (K)	2.1 mg
Hierro (Fe)	1.3 mg
Vitamina A	Trazas (µg)
Vitamina C	0.5 mg

**Tabla N°3.** *Corresponde a muestras del fruto pitahaya cultivado en Nicaragua. Nutrientes expresados en términos de 100 gramos de porción comestible (pulpa).*

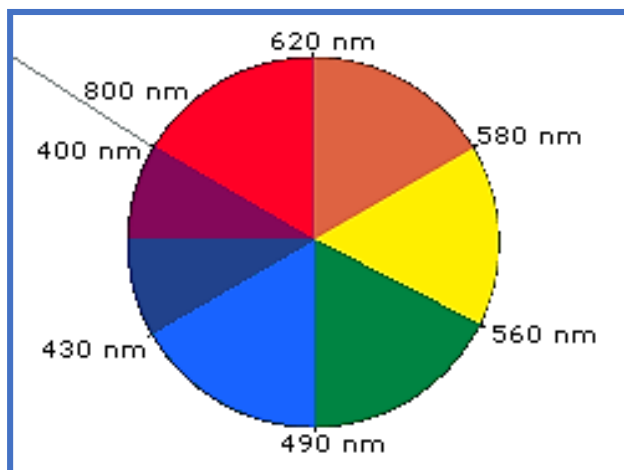
---



## ANEXO 8

Rango de longitudes de Onda ( $\lambda$ )(nm)	Color absorbido	Color transmitido (observado)
100-190	Ultravioleta del vacío	Ninguno
190-380	Ultravioleta cercano	Ninguno
380-435	Violeta	Amarillo-Verde
435-480	Azul	Amarillo
480-500	Verde-azul	Naranja-Rojo
500-560	Verde	Púrpura
560-580	Amarillo-verde	Violeta
580-595	Amarillo	Azul
595-650	Naranja	Verde-Azul
650-780	Rojo	Azul-Verde

**Tabla N° 4:** Diferentes regiones del espectro ultravioleta-visible y sus rangos o zonas comprendidas.



**Fig. N°4** Colores absorbido en los diferentes rangos de longitud de onda absorbidos por Espectroscopia ultravioleta-visible.



## ANEXO 9

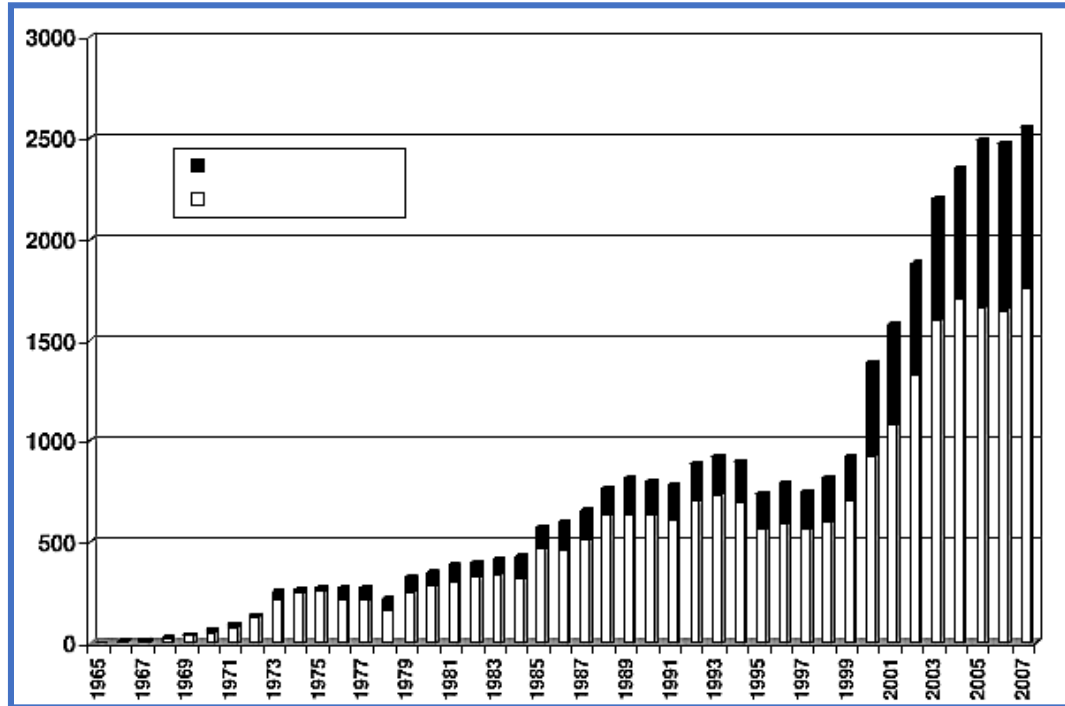


Fig. N° 5. Crecimiento anual de publicaciones de la técnica de encapsulamiento.



## ANEXO 10

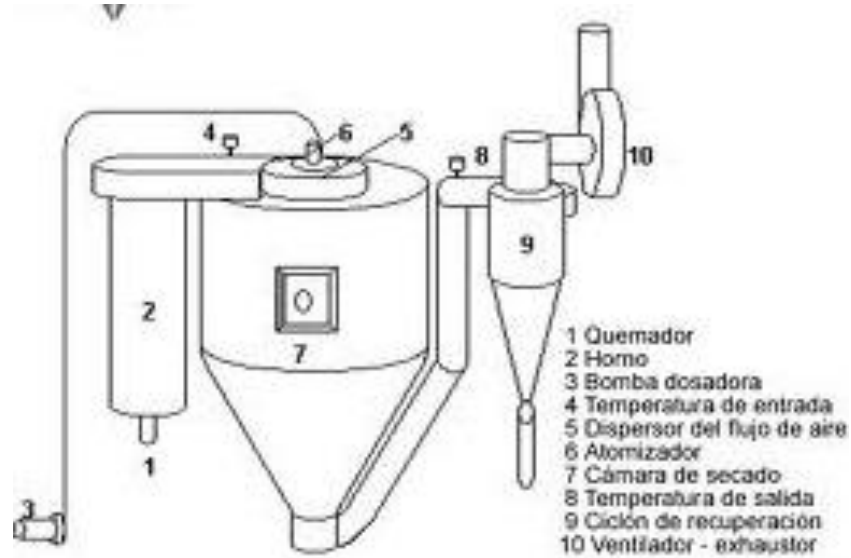


Fig.N°.6 Diseño típico de un secado por aspersión

## ANEXO 11

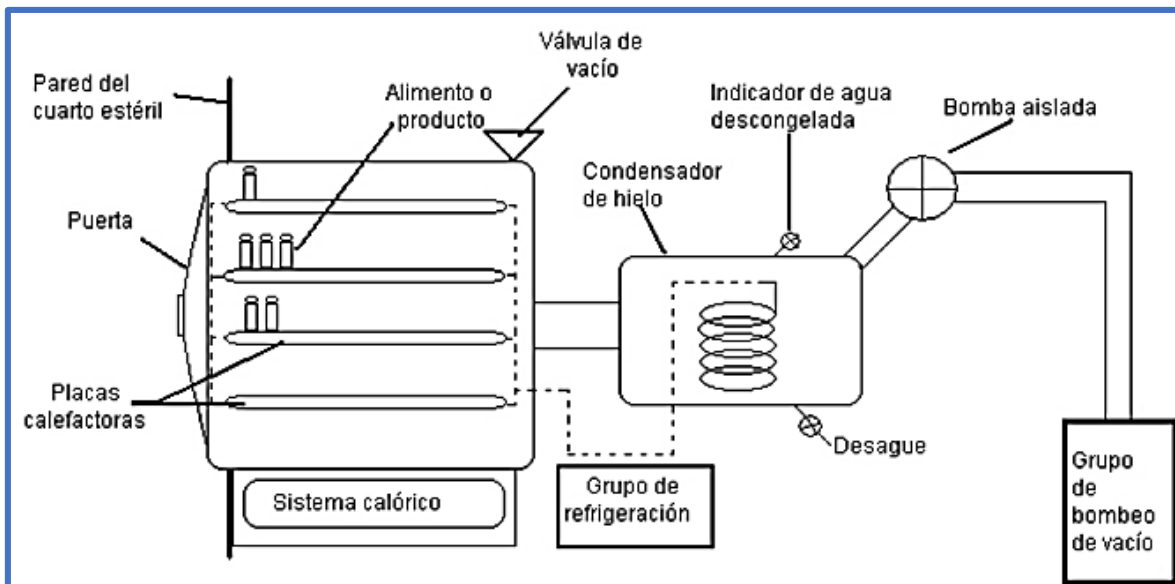


Fig. N° 7 Sistema de Liofilización.



## ANEXO 12 Fotografías de procedimiento de extracción de Betalaínas



Ilustración 5 Especie Cactácea *Hylocereus undatus* (Fruto Pitahaya)



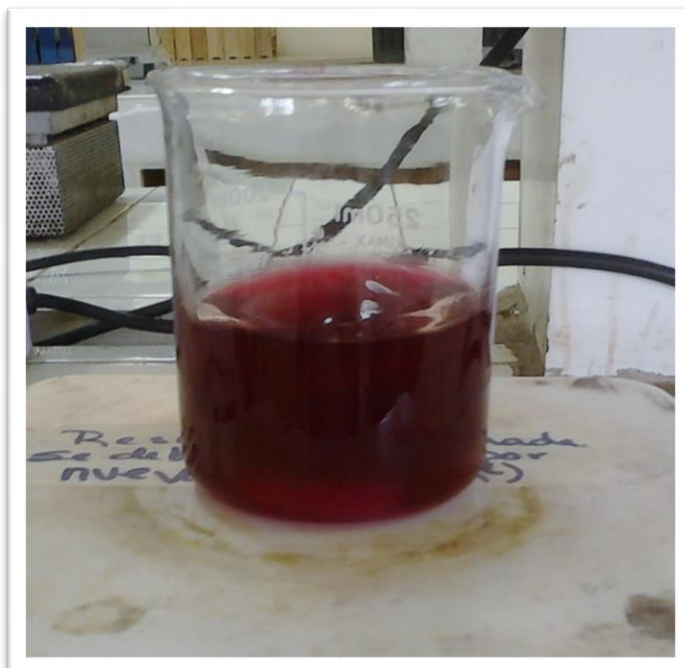
Ilustración 6 Pesaje de pitahaya

---



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). Enero – Junio 2014.

---



**Ilustración 7** Agitación magnética de pulpa de pitahaya con Metanol.



**Ilustración 8** Filtración de extracto de pitahaya.

---



**Ilustración 9** fase de reposo entre solvente y extracto



**Ilustración 10** Alícuota con FD = 1



**Ilustración 11** Alícuota con FD= 0.1





**Anexo 13** Tabla con datos del Grafico N° 2 Rendimiento porcentual del colorante orgánico obtenido

**Tabla 4** Rendimiento porcentual de colorante orgánico

Identificación de la muestra	Masa del jugo(g)	Masa de Fécula de maíz (g)	Peso total encapsulante más extracto (g)	Humedad
<b>MP-1</b>	46.4	47	93.4	31.40
<b>MP-2</b>	36.5	47	83.5	25.50
<b>MP-3</b>	38.9	47	85.9	25.90

Identificación de la muestra	Peso total del colorante en polvo (g)	peso del extracto (g)	Extracto en colorante en polvo (g)	Porcentaje de extracto en colorante en polvo (%)
<b>MP-1</b>	62	30.60	15.00	32%
<b>MP-2</b>	58	32.50	11.00	30%
<b>MP-3</b>	60	34.10	13.00	33%



## Anexo 14: Concentración de Betacianinas y betaxantinas obtenidas del fruto pitahaya

Tabla 5. Resultados de concentración de Betacianinas en el fruto de pitahaya.

Lectura para determinar Concentración de Betacianinas en pitahaya				
Identificación de la Muestra	Factor de Dilución	longitud de onda	Absorbancia	Concentración(mg/kg) ppm
MP-1	2	538	0.903	15.949
	4		0.433	15.295
	10		0.180	15.896

Tabla 6 Concentración de betaxantinas en fruto pitahaya

Lectura para determinar Concentración de Betaxantinas en pitahaya				
Identificación de la muestra	Factor de dilución	longitud de onda	Absorbancia	Concentración(mg/kg) ppm
MP-1	2	438	0.174	2.151
	4		0.110	2.720
	10		0.025	1.545

## Anexo 15

concentración de Betalaína en futo pitahaya	
muestra	$\Sigma$ [BC,BX] Pitahaya (mg/kg)
MP-1	18.10
	18.02
	17.44



## ANEXO 16 Fotografías de Colorante orgánico.

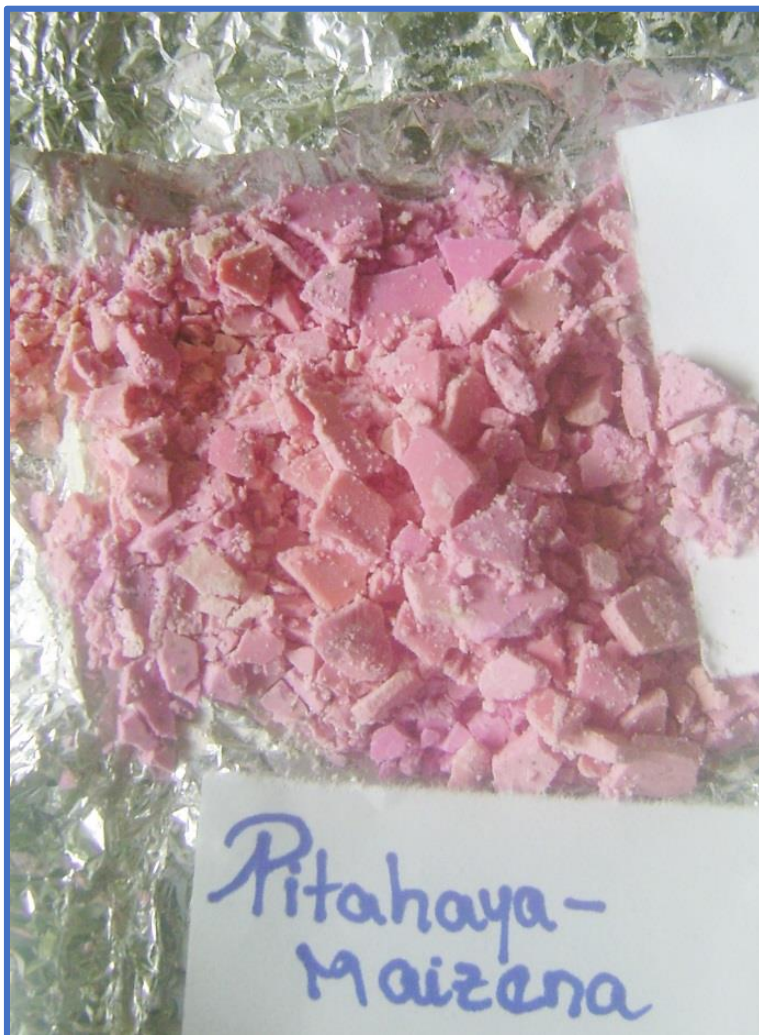


Ilustración 12 Colorante orgánico obtenido.



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). Enero – Junio 2014.

---



**Ilustración 13 colorante orgánico en polvo obtenido.**





## Anexo 17

Algunos pigmentos exentos de certificación por la FDA	
Aceites de endospermo de maíz (solo para alimentos de aves)	Extracto de color uva (enocianina) (solo para alimentos, no bebidas)
Aceite de Zanahoria	Gluconato ferroso (solo para pigmentar aceitunas negras)
Aceite carmínico (extracto de cochinilla)	Glutamato de hierro
Aceite de semilla de algodón desgrasado	Harina de algas secas (Sólo para alimentos de aves)
Azafrán	Harina de semilla de algodón parcialmente tostada
Azul ultramarino (sólo para alimentos animal)	Jugo de frutas
$\beta$ -apo-8-carotenol.	Jugo de vegetales
$\beta$ – caroteno	Oleoresina de paprika
Betabel deshidratado.	Oleoresinaturmérica
Cantaxantina	Óxido ferroso
Color caramelo	Paprika y oleoresina de paprika
Dióxido de titanio	Rivoflavina
Extracto de anato (Achiote)	Tagetes de erecta (cempasúchil) extracto y harina (solo para animales)
Extracto de Cáscara	

**Tabla N°6:** Se enlistan algunos de los pigmentos exentos de certificación por la FDA



## **Anexo 18: Glosario.**

**Almidón:** Polisacárido de color blanquecino formado por glucosa; se encuentra en las células vegetales y constituye la principal reserva energética de casi todos los vegetales: el almidón es muy abundante en el maíz, las papas y las semillas en general.

**Amiláceos:** Que contiene almidón o es semejante a él.

**Antioxidante:** Se aplica a la sustancia que evita la oxidación.

**Brácteas:** Pequeñas hojas de forma especial situadas en la base del pedúnculo floral.

**Captina:** Sustancia que actúa como tónico cardíaco y que estimula el sistema nervioso.

**Carestía:** Falta o escasez de alguna cosa.

**Detoxificación:** Desechar o eliminar tóxicos de nuestro organismo.

**Eczemas:** Dermatitis causada por contacto con una sustancia para la cual se haya sensibilizado el paciente (eczema de contacto).

**Edáficas:** Factores relacionados con el suelo y que tienen profunda influencia en la distribución de los seres vivos.

**Edulcorante:** Sustancia que endulza alimentos o medicamentos.

---



**Encapsulamiento:** Meter algo en una cápsula.

**Fluidización:** Proceso por el cual una corriente ascendente de fluido (líquido, gas o ambos) se utiliza para suspender partículas sólidas.

**Fotolábiles:** Poco estable con la luz

**Higroscopicidad:** Que tiende a absorber la humedad del aire.

**Mesocarpio:** Suele estar constituido por muchas células grandes y suele ser la parte suculenta de las frutas.

**Sarcocarpio:** Nombre técnico para un mesocarpio carnoso.

**Sinergia:** Acción combinada de diversas acciones tendentes a lograr un efecto único con economía de medios.

**Sinérgico:** Relativo a la Sinergia.

**Termolábiles:** Que se altera con facilidad por la acción del calor.

**Vítrea:** Hecho de vidrio o que tiene sus propiedades.

---



## **Anexo 19: Abreviaturas, Siglas y Acrónimos.**

**BC:** Betacianinas

**BX:** Betaxantinas

**FACC:** Comité de Aditivos Alimenticios y Contaminantes.

**FAO:** Food and Agriculture Organization of the United Nations.

**FD&C:** Food and Drugs and Cosmetics.

**FD:** Factor de Dilución

**FDA:** Food and Drugs administrations.

**JECFA:** Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.

**MP:** Muestra de pitahaya

**nm:** Nanómetro

**°Brix:** Grados Brix.

**°C:** Grados Centígrados

**OMS:** Organización Mundial de la Salud.

**P.f:** Punto de fusión.

**pH:** Potencial hidrógeno.

**PPM:** Parte por millón

**Rpm:** Revoluciones por minuto.

**WHO:** World Health Organization.

---