

## Obtención del colorante natural de tuna (*Opuntia ficus-indica*)



### *Obtaining natural colorants tuna (Opuntia ficus-indica)*

Raquel Leticia Coba Carrera,<sup>1</sup> Linda Mariuxi Flores,<sup>2</sup> Paulina Elizabeth Valverde Aguirre,<sup>3</sup> & Karina Gabriela Salazar Llangari.<sup>4</sup>

Recibido: 12-04-2019 / Revisado: 28-05-2019 / Aceptado: 28-06-2019 / Publicado: 25-07-2019

#### **Abstract.**

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.729>

This research work was carried out with the objective of extracting natural pigments from *Opuntia ficus-indica*, so that a visual analysis of the fruit was carried out, then the drying process is carried out in the lyophilization equipment at different temperatures (50, 60 and 70 °C) until reaching a humidity of 19.33%, of the tests carried out the most appropriate was the temperature of 60 °C in a time of 12 hours, the solid obtained was taken to an extraction stage using 96% ethyl alcohol as a solvent, the solvent was then separated in the broken steam to obtain 51.21% of the dye, which was then tested according to regulation (EU) No. 231/2012, determining that the parameters analyzed comply with it, in addition the analysis was performed on the visible UV spectrophotometer at a wavelength of 482 nm identifying that the dye is composed of betaxanthines.

**Keywords:** Food production, coloring, natural, tuna, drying, lyophilization, extraction

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. [raquel.coba@epoch.edu.ec](mailto:raquel.coba@epoch.edu.ec)

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. [linda.flores@epoch.edu.ec](mailto:linda.flores@epoch.edu.ec)

<sup>3</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. [paulina.valverde@epoch.edu.ec](mailto:paulina.valverde@epoch.edu.ec)

<sup>4</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. [gabriela.salazar@epoch.edu.ec](mailto:gabriela.salazar@epoch.edu.ec)

## Resumen

Este trabajo de investigación se desarrolló con el objetivo de extraer pigmentos naturales de la *Opuntia ficus-indica*, por lo que, se procedió a efectuar un análisis visual de la fruta, a continuación se efectúa el proceso de secado en el equipo de liofilización a distintas temperaturas (50, 60 y 70 °C) hasta llegar a una humedad de 19,33 %, de las pruebas realizadas la más adecuada fue la temperatura de 60 °C en un tiempo de 12 horas, el sólido obtenido fue llevado a una etapa de extracción utilizando alcohol etílico del 96 % como solvente, luego se separó el solvente en el rota vapor obteniendo el 51,21 % de colorante, mismo que se procedió a realizar las pruebas de acuerdo al reglamento (UE) N o 231/2012, determinando que los parámetros analizados cumplen con la misma, además se realizó el análisis en el espectrofotómetro UV visible a una longitud de onda de 482 nm identificando que el colorante está compuesto por betaxantinas.

**Palabras claves:** Producción, alimentos, colorante, natural, tuna, secado, liofilización, extracción.

## Introducción

Los pigmentos (Brito & et al, Obtención y determinación de la calidad de colorante a partir de las flores de Sangorache, 2019) son compuestos con estructura química (Badui & Degal , 2006) que son utilizados por las propiedades de coloración (Brito & et al, Colorantes naturales para uso alimenticio, 2019), debido a que resaltan su color original o pueden dar una gama de color en los productos alimenticios, siendo más llamativos para los consumidores, pero la industria de alimentos (Academia del Area de Plantas Piloto de Alimentos , 2000) actualmente utiliza colorantes sintéticos para la elaboración de productos de consumo masivo, ya que, mejoran sus propiedades organolépticas, de esta manera aumente su consumo generando un gran problema por los compuestos químicos que estos contienen, causando grandes complicaciones en la salud (Arnold & et al, 2012) de la población por su consumo, motivo por el cual, se realiza esta investigación para reemplazar por colorantes obtenidos de fuentes naturales que se encuentran en frutas (OMS, 2007), vegetales y cereales, ya que estos colorantes naturales muestran estructuras moleculares de naturaleza antioxidante, inhibiendo o neutralizando los efectos de los radicales libres que son muy dañinos para las biomoléculas de las células (López, 2014), de esta manera ayudando a mejorar la salud de los seres humanos y disminuyendo las enfermedades.

Esta investigación se desarrolla con el objetivo de elaborar pigmentos naturales (Alva & et al, 2009) a partir de la tuna, por su alto contenido de colorantes con estructura de betalainas con una intensidad de color alta, además contienen antioxidantes, vitaminas, minerales y compuestos fenólicos que son necesarios en la visión, el mantenimiento del epitelio, la secreción de la mucosa.

El proceso de obtención del colorante natural de la tuna se desarrolla inicialmente con el análisis sensorial de la fruta (Bell & Wagstaff, 2014), para lo cual, se determina características como forma, tamaño, aspecto, color; luego de lo cual, se procede a secar (Brito H. , Texto Básico de Operaciones Unitarias III, 2001) la fruta en tres tipos diferentes de secado (Liofilización, bandejas y atomización) hasta obtener un 12,46 % de humedad, a una temperatura de 60 °C, en un tiempo de 12 h, determinando que el equipo de deshidratación por liofilización (Brito & et al, Diseño y construcción de un liofilizador para el secado de la remolacha azucarera (Beta vulgaris var. saccharifera, 2016) es el más adecuado, luego se procede con la extracción del colorante con etanol al 96 % en el equipo soxhlet, posteriormente la mezcla (Brito H. , Texto Básico de Operaciones Unitarias I, 2000) se lleva a un equipo de destilación (Brito H. , Texto Básico de Operaciones Unitarias II, 2001) al vacío (rota vapor) para purificar el colorante separando del alcohol etílico (Brito & et al, 2016) a una temperatura de 45 °C con una presión de vacío de 400 mmHg, en un lapso de 6 h; al producto así obtenido se realiza las pruebas físico – químicas, microbiológicas determinando que los parámetros cumplen con los estándares del **REGLAMENTO (UE) N o 231/2012**, así como el análisis de su estructura en el espectrofotómetro UV determinando que su estructura contiene betalainas a una longitud de onda de 482 nm.

### **Metodología**

La obtención de colorantes naturales a partir de tuna (*Opuntia ficus-indica*) para el uso alimenticio mediante el secado, extracción por solventes y destilado para tener el colorante que cumpla los estándares de calidad, de esta manera asegurando la salud de los consumidores. Para esto se procedió a obtener la fruta se lavó y se realizó el análisis sensorial de la misma, luego se procedió a disminuir la humedad evaluando el método más adecuado entre tres tipos de secado (Bandejas, liofilización y atomización), hasta obtener un 12,46 % de humedad, a una temperatura de 60 °C, en un tiempo de 12 h; siendo el secado por liofilización el que cumple con las características establecidas y del cual el producto obtenido es el mejor, el sólido así adquirido es alimentado en el equipo Soxhlet para obtener el colorante por el método de extracción con solventes (alcohol etílico al 96 %), mismo que se ha purificado mediante la separación del etanol en el rota vapor, este pigmento líquido ha sido analizado mediante pruebas físico – químicas como: pH, densidad, índice de refracción y °Bx; luego se realizaron los ensayos microbiológicos (mohos y levaduras) y de metales (zinc, plomo, arsénico ) determinando que las pruebas se

encuentran en los rangos con la norma oficial mexicana nom-119-ssal-1994. Por otro lado, se realizó el análisis de su estructura en el espectrofotómetro Uv. Visible inicialmente efectuando un barrido desde 400 hasta 600 nm, para identificar el espectro, mismo que fue a una longitud de onda de 474 nm e identificando betaxantinas.

## Resultados

Del análisis realizado al producto obtenido del proceso de secado tres tipos de equipos se determina que el más adecuado es el de liofilización, donde se analizó las variables de proceso como: Temperatura, Tiempo de secado, Rendimiento del secador, Porcentaje de Humedad eliminada y producto seco obtenido.

**Tabla 1. Datos de secado en diferentes equipos**

Variables	Métodos de secado para la tuna		
	Bandeja	Liofilizador	Atomizador
Tiempo (h)	11	12	3,5
Temperatura (°C)	65	60	130
Rendimiento (%)	11,58	12,46	2,23
Humedad (%)	81,38	80,67	97,78
Colorante extraído (%)	50,48	51,21	16,61

**Realizado por:** Walter Macas, 2018

De los datos obtenidos se determina que la mayor cantidad de sólido obtenido es en el secado por liofilización a una temperatura de 60 °C, en un tiempo de secado 12 h, con una humedad de 19,33 %, teniendo el mismo mayor rendimiento.

**Tabla 2. Resultados del % de Error con respecto al % de Humedad eliminada**

Tipo de Fruta	N° de muestra	Tipo de secado	%H Práctico	% H Teórico	Fuente	% Error
Tuna	7	S. Bandeja	81,375	87,55	Trujillo, 2014, p. 29	0,07
	8	S. Liofilizador	80,667			0,08
	9	S. Atomización	97,778			0,12

**Realizado por:** Walter Macas, 2018

El proceso de secado se trabajó a distintas temperaturas, pesando cada 30 minutos en los tres tipos de secadores, teniendo los siguientes datos de error: secador de Bandejas con un 0,07%, secador por liofilización 0,08% y secador por atomización tiene 0,12%.

**Tabla 3. Análisis estadístico t varianza para el análisis físico-químico**

Análisis	Fruto	Materia prima	Colorante	T
pH	Tuna	6,10	5,56	***
$\rho$ (g/mL)	Tuna	0,9863	0,9154	***
$^{\circ}$ Bx	Tuna	13,7091	14,6852	**
Nd	Tuna	1,3513	1,3527	**
%ST	Tuna	7,7325	27,2764	***

**Nota:**(\*\*\*=p<0,001), (\*\*=p<0,01), (\*=p<0,05), (NS=p>0,05)

**Realizado por:** Walter Macas, 2018

Para validar el proceso de obtención se efectuó el análisis estadístico de la varianza para el análisis físico y químicos (pH, densidad  $\rho$ ,  $^{\circ}$ Bx, índice de refracción nD, y porcentaje de sólidos totales %ST) en relación al grado de significancia que existe entre la fruta y el pigmento extraído.

El valor de pH tiene un valor muy significativo, el nivel de confianza de 99,9 %, esto se debe a su estabilización en un rango de 4 a 6, de acuerdo a la normativa mexicana nom-119- SSA1, cumpliendo las especificaciones de la norma; en cuanto a la densidad tiene un nivel de significancia muy alto y su grado de confianza es del 99,9; para los  $^{\circ}$ Bx y nD tiene un nivel muy significativo y un nivel de confianza de 95%, esto se debe a su mayor cantidad de azúcares y los Sólidos Totales tiene su grado de significancia muy alto con un nivel de confianza de 99,9 %.

**Tabla 4. Resultados de la medición de  $\lambda$  y absorbancias en el Espectrofotómetro Uv-Vis**

N° de muestra	Tipo de Fruta	Tipo de secado	Longitud de onda $\lambda$ (nm)	Absorbancia de la muestra
1	Tuna	S. Bandeja	417	3,866
2		S. Liofilizador	482	1,461
3		S. atomización	-	-

**Realizado por:** Walter Macas, 2018

Luego del barrido efectuado en el equipo UV se determina que la longitud de onda para la betaxantinas es de 482 nm, de acuerdo al proceso inicial de secado por liofilización.

**Tabla 5. Resultados de análisis de metales y microbiológicos en base a la norma nom-119-ssa1-1994**

No.	Determinaciones	Unidades	Colorante de Tuna (Betalaínas)
1	Arsénico	mg/Kg	< 0,01
2	Plomo	mg/Kg	6,1
3	Zinc	mg/Kg	3,6
4	Mohos y Levaduras	UFC/mL	Ausencia

**Realizado por:** Walter Macas, 2018

De acuerdo a la norma mexicana para colorantes las betalaínas no deben tener más de: 1 mg/ Kg para el arsénico, 10 mg/Kg para el plomo, 100 mg/Kg para el zinc, y no debe superar más de 100 colonias/Kg de mohos y levaduras, en base a este criterio se realizó las pruebas de arsénico, plomo, cinc, además de mohos y levaduras con los siguientes resultados: < 0,01 de arsénico; 6,1 mg/Kg de plomo y 3,6 mg/Kg de cinc.

#### **Conclusiones.**

- ✓ Los resultados obtenidos para el colorante obtenido a partir de la tuna es 6,10 de pH; 0,99 de densidad; 13,71 de °Bx; 1,35 de nD y 7,73 % ST.
- ✓ Se determina que la estructura de colorantes de la tuna es de betaxantinas a una longitud de onda de 482 nm.
- ✓ La temperatura de secado óptima es de 60 °C para la tuna
- ✓ El rendimiento es 51,21% de colorante obtenido de la tuna.
- ✓ El parámetro de análisis físico químico cumple con la norma establecida para colorantes.

#### **Referencias bibliográficas.**

Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos. (2000). *Introducción a la Tecnología de Alimentos*. México: Ed.Limusa, México, D.F.

Alva, A., & et al. (2009). Colorantes naturales obtenidos a partir de *Coussapoa villosa* (UVILLA), *Syzygium malaccense* (POMARROSA) Y *Simira rubescens* (PUCAQUIRO)".

Ames, B., Shigena, M., & Hagen, T. (2000). Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging.

- Arnold, L., & et al. (2012). Artificial food colors and attention-deficit/hyperactivity symptoms: conclusions to dye for. . *Neurotherapeutics*.
- Badui , A., & Degal , S. (2006). *Química de los alimentos*. México: Pearson.
- Bell, & Wagstaff, C. (2014). Glucosinolates, Myrosinase Hydrolysis Products, and Flavonols Found in Rocket (*Eruca sativa* and *Diplotaxis tenuifolia*).
- Bergquist, S., & et al. (2007). Ascorbic acid, carotenoids and visual quality of baby spinach as affected by shade netting and postharvest. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
- Brito, H. (2000). *Texto Básico de Operaciones Unitarias I*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Docucentro ESPOCH.
- Brito, H. (2001). *Texto Básico de Operaciones Unitarias II*. Riobamba: Docucentro ESPOCH.
- Brito, H. (2001). *Texto Básico de Operaciones Unitarias III*. Riobamba: Docucentro ESPOCH.
- Brito, H., & et al. (2016). *Diseño y construcción de un liofilizador para el secado de la remolacha azucarera (Beta vulgaris var. saccharifera)*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Brito, H., & et al. (2016). Obtención de alcohol a partir de remolacha. *European Journal of Scientific Research*.
- Brito, H., & et al. (2019). Colorantes naturales para uso alimenticio. *Ciencia Digital*. doi:10.33262/cienciadigital.v3i2.4.510
- Brito, H., & et al. (2019). Obtaining Yacon Flour (*Smallanthus sonchifolius*). *International Journal of Current Research and Academic Review*.
- Brito, H., & et al. (2019). Obtención y determinación de la calidad de colorante a partir de las flores de Sangorache. *Ciencia Digital*.
- López, S. (2014). *Extracción y actividad antioxidante del colorante natural de la pulpa del fruto de Opuntia ficus-indica "tuna morada" y su aplicación en crema chantilly*. Lima.
- OMS. (2007). *Frutas y hortalizas frescas*.
- Sánchez, A. (2003). *Control avanzado de procesos*. Madrid: Edigrafos.

**PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.**

Coba Carrera, R., Mariuxi Flores, L., Elizabeth Valverde, P., & Salazar Llangari, K. (2019). Obtención del colorante natural de tuna (*Opuntia ficus-indica*). *Ciencia Digital*, 3(3.2), 232-240.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.729>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

