

EXTRACCIÓN DE COLORANTES ORGÁNICOS DE FLOR DE JAMAICA (HIBISCUS SABDARIFFA) Y PITAHAYA (HYLOCEREUS SPP) PARA SU APLICACIÓN EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Alma Verónica García Barrera

Master en Sistemas de Calidad y Productividad. Docente Investigadora, Escuela de Ingeniería Química. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, Sede Central Santa Tecla.
Correo electrónico: alma.garcia@itca.edu.sv

Tatiana Torres

Ingeniera en Alimentos. Técnico I en Centro de Educación e Investigación en Ciencias Aplicadas CEICA.
Correo electrónico: tatiana.torres@mined.gob.sv

Zaira Trejo

Ingeniera Agroindustrial. Técnico I en Centro de Educación e Investigación en Ciencias Aplicadas CEICA.
Correo electrónico: zaira.trejo@mined.gob.sv

Recibido: 22/05/2025 - Aceptado: 17/09/2025

Resumen

La creciente preocupación por los efectos adversos de los colorantes artificiales ha impulsado la búsqueda de alternativas naturales. Los objetivos de este estudio son explorar la extracción y aplicación en alimentos de los pigmentos orgánicos provenientes de la Flor de Jamaica y la Pitahaya, centrándose en sus metabolitos secundarios, betalainas y antocianinas, los cuales aportan color y actividad antioxidante. Se evaluaron distintos métodos físicos de extracción. Para la Pitahaya, la separación por columna empacada resultó más eficaz que la centrifugación, el extracto fue aplicado a yogur, sorbete y encurtido de cebolla; éste no es estable a temperaturas mayores a la del medio ambiente, aproximadamente 25 °C, ni a pH ácidos. Por lo cual, no se recomienda su adición en productos alimenticios que requieran calentamientos, incluso moderados, ni tampoco a alimentos de carácter ácido. Para la Flor de Jamaica, se empleó lixiviación y concentración por rotoevaporación, logrando una concentración de antocianinas de 2,862.4 mg/L y pH ácido. Este colorante demostró mayor estabilidad térmica y química, cuando se aplicó a alimentos como yogur y repostería, pero su compatibilidad con ciertos ingredientes es restringida. Estas características lo hacen propicio para ser incorporado a productos alimenticios ácidos y con bajo contenido en grasa. Es necesario ahondar en el estudio de aditivos o sustancias que contribuyan a retardar la degradación de los colorantes obtenidos, a fin de potenciar su capacidad tintórea en alimentos o cosméticos.

Palabras clave

Antioxidantes, antocianinas, colorantes orgánicos, extracción de pigmentos, Flor de Jamaica, Pitahaya.

ORGANIC COLORANTS EXTRACTION FROM JAMAICA FLOWER (HIBISCUS SABDARIFFA) AND PITAHAYA (HYLOCEREUS SPP) TO BE APPLIED IN FOOD PRODUCTS

Abstract

Growing concern about the adverse effects of artificial dyes has prompted the search for natural alternatives. The objectives of this study are to explore the extraction and application in food of organic pigments from Jamaica Flower and Pitahaya, focusing on their secondary metabolites, betalains and anthocyanins, which provide color and antioxidant activity. Different physical extraction methods were evaluated. For Pitahaya, separation by packed column was more efficient than centrifugation; the extract was applied to yogurt, ice cream and onion pickle; it is not stable at temperatures higher than the environment, approximately 25 °C, nor at acid pH. Therefore, it is not recommended to be added to food products that require heating, even moderate, nor to acidic foods. For Jamaica Flower, leaching and concentration by rotoevaporation were used, achieving an anthocyanin concentration of 2,862.4 mg/L and acid pH. This colorant showed greater thermal and chemical stability when applied to foods such as yogurt and confectionery, but its compatibility with certain ingredients is restricted. These characteristics make it suitable to be incorporated into acid food products with low fat content. It is necessary to study in depth the study of additives or substances that contribute to retard the degradation of the dyes obtained, in order to enhance their dyeing capacity in food or cosmetics.

Keywords

Antioxidants, anthocyanins, organic dyes, pigment extraction, Hibiscus Flower, Pitahaya.

Introducción

Estudios recientes han demostrado que el consumo excesivo de colorantes artificiales está relacionado a padecimientos como alergias y otras afecciones para la salud. [1][2][3][4]

Existen antecedentes locales y regionales de investigaciones que se enfocan en los métodos de extracción de pigmentos y otros compuestos con significativo aporte nutricional de la Pitahaya y la Flor de Jamaica. En dichos estudios también han realizado ensayos para aplicar los compuestos obtenidos en diferentes productos alimenticios. [5][6][7][8][9][10]

Es por ello, que esta investigación busca aprovechar las propiedades químicas que se encuentran en componentes vegetales, como la Flor de Jamaica y la Pitahaya, para la obtención de colorantes orgánicos y la aplicación de éstos en productos alimenticios. Los metabolitos secundarios, betalainas y antocianinas, que se encuentran en este tipo de estructuras vegetativas, son el objeto de estudio para esta investigación, estos pigmentos biológicos cumplen doble función al ser aplicados en alimentos, pues brindan color y aportan actividad antioxidante.

Este estudio se enfoca en los métodos de extracción del colorante de la pulpa de la Pitahaya y de la Flor de Jamaica, así como la aplicación de los respectivos colorantes en productos alimenticios tales como yogur, sorbete, vegetales encurtidos y productos de repostería.

Del colorante de la Pitahaya se pudo comprobar que, de los dos métodos de extracción ensayados, los cuales fueron centrifugación y separación por columna empacada, el que reportó mejores resultados en cuanto a intensidad del color fue este último. El extracto fue analizado y se determinó que es de carácter ácido. Además, se aplicó el colorante en la fabricación de alimentos como yogur, sorbete y encurtido de cebolla. De estas formulaciones se concluyó que el colorante no es estable a incrementos de temperatura ni a pH ácidos, pues se degrada totalmente.

Para extraer el colorante de la Flor de Jamaica se empleó la lixiviación, el solvente utilizado fue retirado por medio de un rotoevaporador para concentrar la cantidad de pigmentos vegetales. Dicho colorante fue caracterizado por medio de pruebas fisicoquímicas reportando un contenido positivo de antocianinas y que rondan los 2,862.4 mg/L en concentración; además es de carácter ácido, pH = 2.52; densidad = 1.25 g/ml y con 56 °Brix. El pigmento vegetal se incorporó en la formulación de yogur, bizcocho esponjoso, espumillas y crema pastelera. De estos prototipos se determinó que el colorante exhibe buena estabilidad a altas temperaturas y a pHs ácidos, pero es incompatible con ciertos ingredientes ricos en grasa, como la yema de huevo, esto es debido a sus diferencias de acidez.

Colorantes alimentarios.

Los colorantes alimentarios son compuestos químicos que

proporcionan o intensifican el color de los alimentos. Estos pueden derivar de fuentes naturales como vegetales, animales o minerales, o ser producidos sintéticamente. El consumo diario de alimentos nos expone a una variedad de colores que estimulan el apetito, y los colorantes alimentarios desempeñan un papel crucial al mejorar la apariencia visual de los productos. Tanto los colorantes sintéticos como los naturales presentan ventajas y desventajas a considerar en la industria alimentaria. Aunque los sintéticos pueden ofrecer colores más llamativos, es esencial sopesar los posibles riesgos para la salud del consumidor asociados con su uso. [11].

Esta investigación se concentra en la extracción de pigmentos vegetales presentes en la Pitahaya y la Flor de Jamaica, compuestos que no solo aportan color a los alimentos, sino que también son fuentes de antioxidantes, los cuales está comprobado que aportan beneficios como la reducción de enfermedades coronarias y efectos antiinflamatorios, anticancerígenos y antitumorales. Según los investigadores Wang, Jiao y Lin, los frutos ricos en antocianinas muestran una elevada capacidad antioxidante frente a radicales libres. Debido a sus propiedades funcionales, las antocianinas ofrecen un gran potencial para el desarrollo de productos nutraceuticos innovadores y de alto valor para el consumo humano [12].

Desarrollo

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este artículo se presenta la metodología y el proceso experimental realizado en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de ITCA-FEPADE y en los laboratorios de Alimentos y Procesos Químicos del Centro de Educación e Investigación en Ciencias Aplicadas CEICA-MINEDUCYT, donde se realizaron de manera conjunta y con equipo especializado, el tratamiento y extracción de los colorantes de la Pitahaya y Flor de Jamaica; así como la aplicación de dichos colorantes orgánicos en las formulaciones de los productos alimenticios siguientes:

1. Yogur, 2. Sorbete, 3. Curtido de cebolla, 4. Bizcocho, 5. Espumillas y 6. Crema pastelera.

A. Extracción del colorante de la Pitahaya.

La Pitahaya o Fruta del Dragón, es un cactus trepador originario de Mesoamérica. Existen Pitahayas rojas y amarillas. Para esta investigación se emplearon frutos maduros, frescos y con el menor número de defectos, los cuales fueron donados de los cultivos de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA).

Procedimiento de extracción

Se procesaron los frutos separando la pulpa de la cascara, la pulpa fue licuada con agua en proporciones de 1:1 y 2:1, posteriormente este producto fue tamizado y se colocó en un baño ultrasónico durante 30 minutos, con control de temperatura a 30°C. Este paso se realiza con la finalidad de lograr una emulsión más fina de los componentes de la mezcla.

Luego se colocó bajo agitación magnética durante 1 hora; luego se centrifugó a 6000 rpm por 15 minutos, posteriormente se decantó y se utilizó el sobrenadante.

Debido a la consistencia obtenida después del centrifugado y a los residuos de mucílago se procedió a extraer el pigmento de la Pitahaya por medio de cromatografía de adsorción de columna. Ambos extractos, proporción 1:1 y 2:1 en agua, fueron sometidos a la separación. Se colocaron 20 gramos de sílica gel en una columna cromatográfica de vidrio. Se conectó una bomba para realización de vacío y aceleración del proceso de separación.

B. Características fisicoquímicas del colorante de Pitahaya.

Se realizaron análisis fisicoquímicos a los colorantes de Pitahaya en concentración 1:2 y 2:1, entre ellos se nombra:

- Análisis de acidez (pH)
- Sólidos solubles, grados Brix.
- Colorimetría.

C. Aplicación del colorante de la Pitahaya

Se trabajó con la siguiente formulación base para elaborar los diferentes lotes de yogur: Leche entera 500.0 g. Leche en polvo 50.0 g. Cultivo 1.0 g.

Elaboración de yogur con colorante de Pitahaya.

Se pesaron las materias primas. Se mezcló la leche entera con la leche en polvo y se puso a calentar hasta alcanzar 45°C, se agregó el cultivo previamente hidratado. Se homogeneizó la mezcla y se dividió en dos partes iguales para aplicar el colorante extraído de la Pitahaya mediante el proceso de separación con columna y por centrifugación.

Se realizaron pruebas de color con un colorímetro a todos los prototipos antes y después de la fermentación para evaluar la estabilidad del colorante ante los cambios de temperatura y de pH. Se realizaron 10 prototipos debido a que se observó que añadiendo diferentes concentraciones de colorante de la Pitahaya y cambiando la etapa en la que se adicionaba, el colorante perdía su efecto ante cambios bruscos de temperatura y presentaba fotosensibilidad, Figura 1.



Figura 1. Prototipos de yogur con colorante de Pitahaya.

Elaboración de sorbete con colorante de Pitahaya.

Al igual que con el yogur se trabajó con una formulación base de sorbete a la cual se le agregó el colorante extraído de la Pitahaya, ya sea separado por centrifugación o por columna. Se realizaron dos prototipos con la siguiente concentración de colorante.

Prototipo No 1. Sorbete con colorante de Pitahaya extraído con columna. Mezcla base de sorbete 300 ml. Colorante extraído con columna o por centrifugación 8.0 g.

La formulación se mezcló en un agitador magnético. A ambos prototipos se les practicó pruebas de color con el colorímetro. Posteriormente, se añadió la mezcla con colorante en la sorbetera. Al final, se trasvasó el producto terminado a recipientes plásticos y se almacenó en condiciones de refrigeración, Figura 2. Se monitoreó la evolución del color en el sorbete durante tres meses.



Figura 2. Prototipos de sorbete con colorante de Pitahaya.

Curtido de cebolla con colorante de Pitahaya.

Con el objetivo de evaluar el comportamiento del colorante obtenido de la Pitahaya en alimentos ácidos se probó su incorporación en la formulación de un encurtido de cebolla, el cual es parte de la gastronomía salvadoreña. La fórmula base es la siguiente. Solución de vinagre blanco de alcohol de caña al 3% v/v 62.9 g. Cebolla blanca en trozos 94.3 g.

Esas proporciones de los componentes del encurtido se eligieron para dar cumplimiento a la Norma para frutas y hortalizas encurtidas Codex Stan 260-2007, la cual requiere que el peso escurrido mínimo para este tipo de producto no deberá ser menor del 50% del peso neto.

A los encurtidos terminados se les midió pH y color. Se conservaron los productos en condiciones de refrigeración. Se fabricaron dos prototipos con su respectivo testigo, solución de vinagre con colorante, Figura 3.



Figura 3. Prototipos de curtido con colorante de Pitahaya.

D. Extracción del colorante de la Flor de Jamaica.

Conocida comúnmente como Rosa de Jamaica, es una planta herbácea anual de la familia de las Malváceas originaria de África tropical. Las flores, de color rojo en la base y más pálido en los extremos, tienen un cáliz carnoso de color rojo intenso, siendo esta característica la más distintiva de la planta. Los cálices que envuelven al fruto maduro se recolectan cuando alcanzan un tono vinoso y se dejan secar al aire libre [13].

Procedimiento de extracción.

Se utilizó Flor de Jamaica seca y empacada al vacío. Adquirida en una cadena de supermercados local. Se seleccionó el material vegetal que visualmente no presentara defectos tales como partes marchitas, decoloradas o con picaduras.

Acondicionamiento de la Flor de Jamaica.

Las flores de Jamaica se pulverizaron en una licuadora industrial. Una vez obtenido el polvo fino se procedió a pesarla en balanza semi analítica.

Extracción del colorante de la Flor de Jamaica.

Para la extracción del colorante se seleccionó una lixiviación, separación sólido líquido, haciendo uso del equipo Soxhlet. Este método se utilizó por la bibliografía que respalda sus excelentes resultados en la extracción de este tipo de colorantes vegetales. [14][15]

El procedimiento seguido en cada extracción fue el siguiente:

Se pesó la Flor de Jamaica pulverizada y se colocó en cartuchos de papel filtro previamente desengrasado con éter etílico. Dichos cartuchos fueron colocados en el equipo Soxhlet.

Como solvente se utilizó alcohol etílico de 90° el cual fue colocado en un matraz de fondo redondo.

Todo el equipo fue colocado en la manta de calentamiento. Los extractos obtenidos al final del proceso fueron almacenados en frascos de plástico opaco y en condiciones de refrigeración.

Concentración del extracto.

Con el fin de recuperar el solvente, alcohol etílico de 90° y concentrar el colorante, se utilizó un evaporador rotativo. Las

condiciones en las que se operó el equipo fueron las siguientes: temperatura de baño de 60 °C y presión de vacío de 0.6 bar, en el serpentín la temperatura de enfriamiento fue de 5 °C.

El concentrado obtenido de este proceso fue almacenado en frascos de plástico opaco y forrado con papel aluminio para protegerlo de la luz, Figura 4. Se almacenó en condiciones de refrigeración.

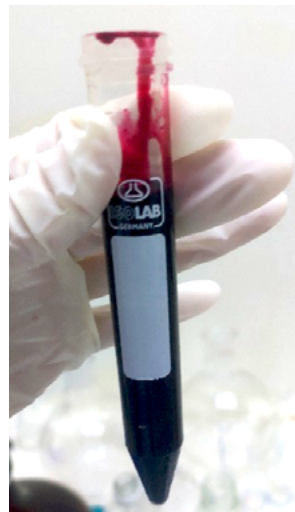


Figura 4. Concentrado de colorante extraído de la Flor de Jamaica.

E. Características fisicoquímicas del colorante de la Flor de Jamaica.

Al concentrado se le practicaron las siguientes pruebas fisicoquímicas:

- Análisis de acidez, (pH).
- Sólidos solubles, Grados Brix.
- Densidad. Se utilizó un método indirecto, el picnómetro.

Identificación y cuantificación de antocianinas. Para comprobar su presencia en el concentrado obtenido se realizó a una serie de diluciones a diferentes pHs, un espectro de absorción en la región UV – visible (250 – 900 nm) con un espectrofotómetro. El contenido total de antocianinas se calculó utilizando el método de pH diferencial.

F. Aplicación del colorante de la Flor de Jamaica en yogur.

Se utilizó la misma fórmula base de yogur que se describió en las pruebas con colorante de Pitahaya.

A 250 ml del yogurt base se le agregaron diferentes concentraciones de colorante extraído de la rosa de Jamaica. Cabe señalar que el colorante se agregó después del proceso de fermentación del yogurt para evitar cambios bruscos de temperatura. Se fabricaron 4 prototipos a los cuales también se les hizo estudio de colorimetría. Todos los prototipos experimentaron cambios de color.

G. Aplicación de colorante de Flor de Jamaica en bizcocho esponjoso.

Con el objetivo de probar la estabilidad y la capacidad tintórea del colorante obtenido se probó su incorporación en un producto "alcalino" y que fuera sometido a altas temperaturas como lo es el bizcocho.

A continuación, se presentan los ingredientes de la formulación: Huevo 3 unidades (aprox. 150 gramos). Azúcar 85 gramos. Harina de trigo suave 85 gramos. Esencia de vainilla 2.5 ml. Colorante de rosa de Jamaica 3.1 gramos.

H. Aplicación de colorante de Flor de Jamaica en espumillas.

También se buscó evaluar la efectividad del colorante extraído en el postre conocido como "espumilla". Los ingredientes se detallan a continuación. Clara de huevo 63.8 gramos. Azúcar 127.6 gramos. Colorante de Flor de Jamaica 3.1 gramos.

I. Aplicación de colorante de Flor de Jamaica en crema pastelera.

También se ensayó añadir el colorante en la formulación de un producto muy utilizado en la repostería, la crema pastelera. Las materias primas utilizadas fueron: crema pastelera comercial 113.4 gramos. Azúcar 56.7 gramos. Colorante de Flor de Jamaica 3.1 gramos.

Resultados

Los resultados para este estudio están basados en las pruebas fisicoquímicas realizadas a los extractos, así como pruebas de estabilidad de color en diferentes productos alimenticios, a los cuales se les aplicó los colorantes vegetales.

A. Características fisicoquímicas de los extractos de Pitahaya.

Ambos extractos, concentración 1:1 y concentración 2:1 fueron caracterizados. Se les realizaron pruebas de pH y de °Brix. Estos fueron los resultados. pH de Concentración 1:1, Valor Medio: 3.48. pH de Concentración 2:1, Valor Medio: 3.80. Ambos extractos presentan pHs ácidos típicos de los colorantes vegetales.

Resultados de sólidos solubles (°Brix) realizados a los distintos extractos de Pitahaya. °Brix de Concentración 1:1, Valor Medio: 6.5. °Brix de Concentración 2:1, Valor Medio: 8.9. Tanto el colorante de la Pitahaya extraído por columna, como por centrifugación, muestra relativas bajas concentraciones de sólidos solubles, posiblemente a su bajo contenido de azúcares presentes en ellos.

Los resultados de la colorimetría practicada a ambos extractos, se presentan a continuación.

Tabla I. Resultados de análisis de colorimetría realizados a los extractos de Pitahaya. Fuente: elaboración propia.

Concentración	Coordenadas CIELAB				Tonalidad
		L	a	b	
1:1	Promedio	19.97	16.39	1.69	
Concentración	Coordenadas CIELAB				Tonalidad
		L	a	b	
2:1	Promedio	20.28	22.51	4.12	

B. Colorimetría de prototipos de yogur con colorante de Pitahaya.

Se anexan resultados de estudios de color de los 10 prototipos realizados.

Tabla II. Resultados de colorimetría en prototipos de yogur con colorante extraído de la Pitahaya. Fuente: elaboración propia.

Concentración de colorante y método de extracción	Tonalidad	
	Día 1	Día 15
PROTOTIPO No 1 (4 gramos colorante COLUMNA)		
PROTOTIPO No 2 (6 gramos colorante COLUMNA)		
PROTOTIPO No 3 (4 gramos colorante CENTRIFUGACIÓN)		
PROTOTIPO No 4 (6 gramos colorante CENTRIFUGACIÓN)		
PROTOTIPO No 5 (15 gramos colorante COLUMNA)		
PROTOTIPO No 6 (20 gramos colorante COLUMNA)		
PROTOTIPO No 7 (15 gramos colorante CENTRIFUGACION)		
PROTOTIPO No 8 (20 gramos CENTRIFUGACION)		
PROTOTIPO No 9 *(4 gramos colorante CENTRIFUGACION)		
PROTOTIPO No 10* (4 gramos colorante COLUMNA)		

*En estos prototipos el colorante se agregó después del proceso de fermentación.

Puede apreciarse que en la mayoría de casos hubo una disminución de la tonalidad, pues el colorante no era estable a la elevación de la temperatura durante el proceso de la fermentación (45°C). Por lo que en los prototipos No 9 y No 10 se agregó después de la fermentación para evitar su degradación obteniéndose un resultado satisfactorio.

C. Resultados de colorimetría en sorbete.

Se elaboraron dos prototipos de sorbete con colorante de Pitahaya. Las mediciones de color se realizaron en 3 etapas: antes del proceso

de mantecación, 15 y 60 días después de la mantecación, para poder observar la estabilidad del colorante de la Pitahaya a bajas temperaturas (-2°C a 4°C) y con el paso del tiempo.

Los resultados de las pruebas de color realizadas son los siguientes:

Tabla III. Resultados de colorimetría en prototipos de sorbete con colorante extraído de la Pitahaya. Fuente: elaboración propia.

Concentración de colorante y método de extracción	Tonalidad		
	Día 1	Día 15	Día 60
PROTOTIPO No 1 (8 gramos COLUMNA)			
PROTOTIPO No 2 (8 gramos CENTRIFUGADO)			

El prototipo No 2 presentó una mayor estabilidad en el tiempo, pues por los resultados del colorímetro, se puede apreciar que las variaciones de intensidad y de color son mínimas.

D. Colorimetría en curtido de cebolla.

Para evaluar la estabilidad del color de los dos prototipos formulados, se realizaron pruebas por triplicado a la solución de vinagre a la cual se le había añadido el colorante. También se midió el pH del medio. Se reportan los promedios de dichas mediciones.

Tabla IV. Resultados de colorimetría y pH a prototipos de encurtido de cebolla con colorante extraído de la Pitahaya. Fuente: elaboración propia.

Concentración de colorante y método de extracción	Tonalidad	pH
Solución de vinagre con 1 gramo de CENTRIFUGADO		2.45
Solución de vinagre con 1 gramo de COLUMNA		2.38

Para la medición de color de la solución de vinagre de ambos prototipos se experimentaron dificultades, pues por la transparencia del medio, el equipo reportaba los resultados del fondo del contenedor, por lo que las tonalidades registradas en los cuadros anteriores no corresponden a la realidad óptica del color en el producto.

Cabe mencionar que ambos prototipos perdieron totalmente el color en la solución de vinagre alrededor de los 15 días de elaboración. Su tonalidad pasó a la naturaleza del vinagre industrial al 3% sin ningún colorante.

E. Caracterización fisicoquímica del concentrado de colorante de Flor de Jamaica.

Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla V. Resultados de pruebas fisicoquímicas de concentrado Flor de Jamaica. Fuente: elaboración propia.

Prueba	Resultado	Análisis
pH	2.52	El concentrado es todavía más ácido que el lixiviado del cual provino. Esto es debido a la presencia de ácidos orgánicos y antocianinas presentes en él.
Grados Brix	56 °	Concentración relativamente alta de sólidos solubles posiblemente por presencia de azúcares en el concentrado.
Densidad	1.2548 g/ml	Puede apreciarse que es un líquido con densidad mayor que la del agua.

F. Identificación de antocianinas.

Las antocianinas son compuestos fenólicos del grupo de los flavonoides. Se encuentran en algunos tejidos vegetales que van del color rojo al azul como los arándanos o la Flor de Jamaica.

Las antocianinas presentan un espectro de absorción característico con bandas alrededor de 250, 370 y 500- 545 nm. Esta última banda de absorción varía con el pH del medio y muestra información sobre el tipo de antocianina presente en la muestra. [16]

En la tabla siguiente se observan las intensidades de las bandas de absorción por tipo de antocianina, esta información fue utilizada para la identificación de este compuesto en el concentrado de Flor de Jamaica.

Tabla VI. Bandas de absorción de las antocianinas más comunes. Fuente: Adaptación propia con base a Ortega, G. M., & Guerra, M. (2006).

Compuesto	Banda de absorción (nm)	Coefficiente de extinción
Pelargonidina	530	32000
Pelargonidina 3 - glucósido	515	13000
Cianidina 3 - glucósido	525	29600
Malvidina 3 - glucósido	535	29500
Malvidina 3,5 - diglucósido	520	37700

Para comprobar su presencia en el concentrado obtenido se realizó un scan en la región UV - visible (250 - 900 nm) con un espectrofotómetro UV-VIS Lambda 265 de Perkin Elmer, de una serie de diluciones a diferentes pH.

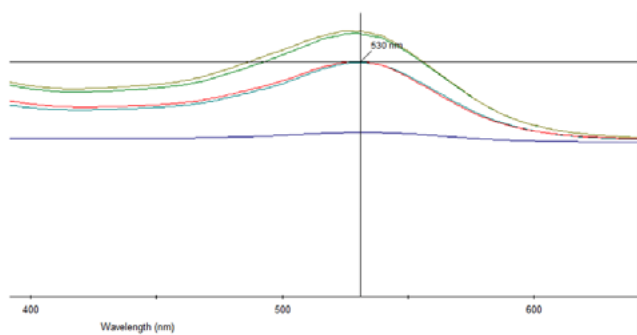


Figura 5. Sección de espectro UV VIS de antocianinas en extracto de Flor de Jamaica.

Puede verse en la Figura 5 que el extracto tiene máxima absorción entre las longitudes de 500 a 550 nm lo cual es indicativo de presencia de antocianinas y específicamente el punto de máxima absorbancia está ubicado en 530 nm, lo cual da pie a identificar que la antocianina predominante en el concentrado de Flor de Jamaica es la Pelargonidina (véase tabla anterior)

G. Cuantificación de antocianinas en el concentrado de Flor de Jamaica.

Puesto que se identificó la presencia de la antocianina Pelargonidina, se procedió a cuantificar el contenido total de antocianinas en el concentrado. El cual se determinó por espectrofotometría UV - VIS por el método de pH diferencial.

Se midió la absorbancia del concentrado a pH de 1 y la absorbancia del concentrado a pH de 4. Se hizo la lectura en el espectrofotómetro a 520 nm y a 700 nm. La concentración de antocianinas fue determinada mediante la Ecuación 1. Las pruebas se realizaron por triplicado. Los resultados son los siguientes:

Tabla VII. Absorbancias del concentrado de Flor de Jamaica a pH 1 y pH 4. Fuente: elaboración propia.

Lon. de onda	pH	Absorbancia			Promedio
520 nm	1.0	0.8660	0.90987	0.88926	0.8884
	4.0	0.21170	0.2155	0.23742	0.2215
700 nm	1.0	-0.0266	-0.03199	-0.03242	-0.0303
		-0.03438	-0.01720	-0.01369	-0.0218

Los valores promedios de absorbancias fueron sustituidos en las siguientes ecuaciones para calcular la absorbancia ajustada y el contenido de antocianinas presentes en el concentrado.

Ecuación 1:

$$\text{Concentración } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \left(\frac{\text{Absorbancia ajustada}}{\text{Coeficiente de extinción molar}} \right) \times \text{PM} \times 1000 \times \text{FD}$$

La absorbancia ajustada se calcula con la siguiente ecuación:

Ecuación 2:

$$\text{Absorbancia ajustada} = (\text{Abs}_{520} - \text{Abs}_{700})\text{pH}1.0 - (\text{Abs}_{520} - \text{Abs}_{700})\text{pH}4$$

Donde:

- PM (peso molecular) = 271,24 g/mol como Pelargonidina.
- Coeficiente de extinción molar = 32000 de Pelargonidina.
- 1000 es el factor de conversión de molar a ppm (mg/L)
- FD (factor de dilución) = 50X * 10X = 500X

Al sustituir los datos de absorbancia y otras constantes químicas en las ecuaciones los resultados son los siguientes:

- Absorbancia ajustada = 0.6754
- Concentración $\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = 2,862.4 \text{ mg/L}$

Este resultado indica que los procesos de extracción utilizados fueron efectivos. Además, es consecuente con los otros parámetros fisicoquímicos tales como pH, densidad y grados Brix.

H. Aplicación de colorante de Flor de Jamaica en yogur

De la misma forma que se hizo con el colorante de la Pitahaya, también se probó la capacidad tintórea del colorante de la Flor de Jamaica en productos lácteos. El procedimiento que se siguió para hacer los estudios de color con los productos, es el mismo que se siguió con los yogures con colorante de Pitahaya.

Los resultados de los prototipos de yogur con colorante de Flor de Jamaica son los siguientes:

Tabla VIII. Resultados de colorimetría de prototipos de yogur con colorante de Flor de Jamaica. Fuente: elaboración propia.

Concentración de colorante y método de extracción	Tonalidad		
	Día 1	Día 2	Día 7
PROTOTIPO No 1 (0.5 gramos colorante)			Ambos prototipos presentaron clorofila por eso se descartaron
PROTOTIPO No 2 (1 gramos colorante)			
PROTOTIPO No 3 (0.5 gramos colorante)		No se midió color	
PROTOTIPO No 4 (1 gramos colorante)		No se midió color	

I. Aplicación de colorante de Flor de Jamaica en bizcocho esponjoso

Desde el inicio de la formulación se observó incompatibilidad con la yema del huevo, la cual se coaguló al tener contacto con el colorante, debido a su pH ácido 2.52. La mezcla adquirió color gris el cual no pudo ser corregido al añadir más colorante, pues éste no se integró con la formulación



Figura 6. Corte del bizcocho con colorante de Flor de Jamaica.
Fuente: elaboración propia.

J. Aplicación del colorante de Flor de Jamaica en "espumillas"

Otro producto de interés de carácter "alcalino" y que se somete a altas temperaturas es la "espumilla", el cual es un postre popular en nuestro país. Los resultados de esta formulación son los siguientes:



Figura 7. Espumilla con colorante de Flor de Jamaica 24 horas después del horneado. Fuente: elaboración propia.

El colorante presentó buena estabilidad y no se degradó.

K. Aplicación de colorante de Flor de Jamaica en crema pastelera.

La crema pastelera a diferencia de los productos anteriores no requiere calentamiento. Así que se eligió probar el colorante para evaluar su estabilidad en el tiempo. Estos son los resultados:



Figura 8. Crema pastelera con colorante de Flor de Jamaica.
Fuente: elaboración propia.

La crema pastelera presentó buena untuosidad y el color se mantuvo estable durante las pruebas.

Conclusiones

1. Extracción de colorante de la Pitahaya: de los dos métodos de separación físicos utilizados para la extracción del colorante en la pulpa de la Pitahaya, el que ofreció mejores resultados en cuanto a intensidad del color fue la separación por centrifugado, esto se debe a la poca presencia de mucilago en el extracto, lo cual favoreció su integración con los ingredientes de los alimentos a los que fue añadido.
2. Características del colorante extraído de la Pitahaya: por los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicas, se establece que el colorante es de carácter ácido $\text{pH}=3.64$, con una concentración de sólidos solubles, dependiendo de su concentración en extracto agua: 6.5°Brix para 1:1 y 8.9°Brix para 2:1.
3. Estabilidad del colorante extraído de la Pitahaya: con base a los resultados obtenidos de los estudios de colorimetría en las diferentes formulaciones de alimentos que contenían el colorante, se puede concluir que no es estable a temperaturas mayores a la del medio ambiente (aproximadamente 25°C) ni a pH ácidos. Por lo que, no se recomienda su adición en productos alimenticios que requieran calentamientos, incluso moderados, ni tampoco a alimentos de carácter ácido. Los mejores resultados se obtuvieron en el sorbete, pues este producto por sus características de elaboración y de almacenamiento no requiere de altas temperaturas.

4. Extracción del colorante de la Flor de Jamaica: se comprobó que el método físico de separación lixiviación fue efectivo para extraer el colorante presente en la Flor de Jamaica, esto fue corroborado por los resultados positivos obtenidos en la identificación y cuantificación de antocianinas, por medio de espectrofotometría UV - VIS y el método de pH diferencial.
5. Características del colorante extraído de la Flor de Jamaica: por los resultados de las pruebas fisicoquímicas practicadas al extracto se puede decir que, el colorante es de carácter ácido pH = 2.52, más denso que el agua 1.25 g/ml, con una concentración de sólidos solubles de 56 °Brix y con un contenido total de antocianinas de 2,862.4 mg/L. Estas características lo hacen propicio para ser incorporado a productos alimenticios ácidos y con bajo contenido en grasa tal y como se comprobó en la etapa de formulación de diferentes prototipos de alimentos.
6. Estabilidad del colorante extraído de la Flor de Jamaica: por los resultados de las pruebas realizadas en productos como yogur y derivados de la panadería, se puede concluir que el colorante es compatible con productos de carácter ácido, pues mantiene la intensidad del color a través del tiempo; es incompatible con ingredientes ricos en grasa como la yema de huevo, pues los coagula o no se integra en la formulación. El colorante es estable a altas temperaturas, puesto que en alimentos como las espumillas que requieren ser horneados no se perdió la coloración de forma significativa.

Agradecimientos

Se agradecen las contribuciones de la chef Téc. Ivonne Lobos Ramírez en la preparación de los alimentos de este proyecto, docente de la Escuela de Tecnología en Alimentos de ITCA FEPADE.

Referencias

- [1] M. Pellicer, "Revisión bibliográfica sobre los efectos adversos de los colorantes sintéticos de 2008 a 2021". 2021.
- [2] J. A. Lemus Valdez, «Efectos de los colorantes en la comida.», Revista Académica Colegio Internacional Montessori, vol. 1, 2020.
- [3] M. H. & H. O. B. G. Salazar Vallejo, "Uso de colorantes alimentarios (artificiales y naturales) y su impacto en la salud: revisión de la literatura". 2022.
- [4] M. J. R. C. B. S. P. A. G. S. A. G. R. N. & H. G. C. Ruiz Fuentes, "El uso de los colorantes alimentarios y su impacto en la seguridad alimentaria." Revista Ocronos, vol. 7, n° 10, 2024.
- [5] M. E. Cervantes-Sánchez, J. L. Huicab-Martínez y J. A. García-Vela, "Obtención de un colorante natural a partir de la Pitahaya (*Hylocereus undatus* haworth, britton y rose) de la región sur del estado de

Campeche" Mexican Journal of Biotechnology, vol. 2, n° 2, pp. 65 - 73, 2017.

[6] Z. Córdoba, "obtención de un colorante orgánico para la industria alimentaria a partir del fruto pitahaya (*Hylocereus undatus*)" Managua, 2014.

[7] R. E. F. R. J. C. & A. C. A. G. Quiroz, "Producción, composición y usos de la Jamaica" Revista Universitarios Potosinos, vol. 6, n° 6, 2022.

[8] I. B. Ordóñez Zhagui y R. B. Saavedra Rodríguez, "Extracción y uso del colorante natural de la flor de jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*) como alternativa para la elaboración de salchicha y yogur". 2016.

[9] A. E. Llamuca Arévalo, "Extracción de colorantes naturales de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), mora andina (*Rubus glaucus*) y UVA (*Vitis vinifera*) para el uso en la industria de alimentos", 2018.

[10] S. M. y. C. Mejía, "Extracción de colorante a partir de la Flor de Jamaica" Managua, 2012.

[11] D. Badui, Química de los Alimentos, Pearson Education, 2006.

[12] X. F. G. L. I. H. M. J. M. B. J. & Q. V. J. D. de la Rosa Reyna, "antocianinas, propiedades funcionales y potenciales aplicaciones terapéuticas", Revista Boliviana de Química, vol. 39, n° 4, pp. 155-162, 2022.

[13] J. M. Á. Cea, "Propuesta de un extracto colorante a partir de *Hibiscus sabdariffa* para ser usado en la industria textil", 2012.

[14] M. M. & W. R. E. Giusti, "Characterization of red radish anthocyanins", Journal of Food Science, vol. 2, n° 61, pp. 322-326, 1996.

[15] C. A. R. Luis, "Efecto de uso del extracto de la Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) como colorante natural y fuente de antioxidantes en las características fisicoquímicas de yogur sabor a fresa". Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Zamorano, 2017.

[16] Ortega, G. M., & Guerra, M. (2006). Separación, caracterización estructural y cuantificación ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. XL, n° 3, pp. 3-11, 2006.