



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**ANTOCIANINAS DE LA FLOR DE JAMAICA
(*HIBISCUS SABDARIFFA* L.)
Y SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

**TRABAJO ESCRITO VÍA CURSO DE EDUCACIÓN
CONTINUA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

**PRESENTA
ELIZABETH TORRES PÉREZ**

MÉXICO, D.F.

AÑO 2012





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **Profesor: M. en C. LUCÍA CORNEJO BARRERA**
VOCAL: **Profesor: Q.F.B. RODOLFO FONSECA LARIOS**
SECRETARIO: **Profesor: Dra. LILIANA ROCÍO GONZÁLEZ OSNAYA**
1er. SUPLENTE: **Profesor: Ing. JAVIER SANTIAGO FLORES**
2° SUPLENTE: **Profesor: IQ. JORGE RAFAEL MARTÍNEZ PENICHE**

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: EDIF. D, FACULTAD DE QUÍMICA,
UNAM.**

ASESOR DEL TEMA: Q.F.B. RODOLFO FONSECA LARIOS

SUSTENTANTE: ELIZABETH TORRES PÉREZ

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme regalado esta vida.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, así como a mi querida Facultad de Química, por la formación académica recibida con excelencia y cuyos conocimientos haré desempeñar de la mejor manera profesionalmente.

A mis papás Manuel e Hilda, así como a mi hermano Manuel, por su apoyo incondicional en tantos aspectos y por el hogar del cual formamos parte. Siempre han querido lo mejor para mí y para Manolo.

Con un grato reconocimiento a toda mi familia (y amigos de familia): tías, tíos, primos, vecinos; a todos ustedes, porque de alguna manera me ayudaron e impulsaron también a superarme.

Mi más sincera gratitud hacia mi profesor Rodolfo Fonseca, por su ayuda, consejo, apoyo y opinión invaluable para el desarrollo de este trabajo.

También quiero expresar mis agradecimientos a todos los profesores que tuve durante la carrera, en especial a la maestra Karla Carvajal.

Por último y no menos importante, a todos mis amigos y compañeros con los que compartí salón, laboratorio, biblioteca, la “perrera”, la “pecera”, material, calificación, apuntes, exámenes y lo más importante: amistad. En especial a Luis, por todo tu cariño y amor (y ayuda durante la carrera); a Miguel, por tus ocurrencias y complicidad en clase; y a Susana, por las tardes en la facultad y porque me enseñaste que a pesar de lo difícil que sea la vida, siempre debemos salir adelante.

Con todo mi cariño, Eli.

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

- José Vasconcelos

ÍNDICE	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. EL COLOR	6
3. COLORANTES NATURALES Y SINTÉTICOS	7
3.1. Clasificación de los colorantes naturales.....	9
4. MARCO TEÓRICO.....	10
4.1. <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.....	10
4.2. Variedades	11
4.3. Producción en México	13
5. CADENA DE SUMINISTRO	15
6. COMPONENTES DE <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.....	18
6.1. Antocianinas.....	18
6.1.1. Propiedad antioxidante.....	23
6.1.2 Estabilidad	23
6.2. Ácidos orgánicos.....	27
6.3. Hidratos de carbono	28
7. LEGISLACIÓN VIGENTE SOBRE ADITIVOS ALIMENTARIOS	29
8. APLICACIONES.....	32
8.1. Bebidas no alcohólicas.....	32
8.2. Bebidas alcohólicas.....	33
8.2.1. Licor a base de alcohol y ginseng.....	33
8.2.2. Licor de Jamaica.....	34
8.3. Mermeladas.....	35
8.3.1. Mermelada de Jamaica	35
8.3.2. Mermelada de fresa.....	35
8.4. Caramelo duro	36
8.5. Cálices frescos.....	37
8.6. Agente contra la obesidad	37
8.7. Otras aplicaciones	38
9. BENEFICIOS A LA SALUD	40
9.1. Efecto hipolipemiente	40
9.2. Tratamiento contra la obesidad.....	41

9.3. Capacidad antioxidante.....	41
9.4. Reducción de los niveles de colesterol.....	42
9.5. Efecto antihipertensivo.....	43
10. CONCLUSIÓN	44
11. BIBLIOGRAFÍA	46

LISTADO DE ABREVIATURAS

SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
PMR	Precio al Medio Rural
ISNAR	International Service for National Agricultural Research
CI	Color Index
FDA	Food and Drug Administration
NAS	National Academy of Science
F&DC	Food, Drug & Cosmetic
CFR	Code of Federal Regulations
FCC	Food Chemical Codex
SIN	Sistema Internacional de Numeración
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
OMS	Organización Mundial de la Salud
JECFA	Joint of Expert Committee in Food Additives
NMX	Norma Mexicana
GRAS	Generally Recognized As Safe

1. INTRODUCCIÓN

La calidad de un alimento, aparte de su aspecto microbiológico, se basa por lo general, en factores sensoriales como el color, el gusto, la textura, así como en su valor nutrimental. El color de los alimentos es un factor muy importante para el consumidor, ya que, siendo el primer contacto que tiene con ellos, es determinante para que un producto sea aceptado o rechazado. Es por eso que existen agentes químicos que ayudan a la industria de los alimentos a garantizar un color aceptable y de acuerdo al producto, y para que éste sea de la preferencia del consumidor. Estos agentes químicos, llamados colorantes en el ámbito de los aditivos alimentarios, los hay de dos tipos: los naturales y los sintéticos.

Para cada alimento, la aceptación del color depende de diversos factores, entre ellos los culturales, geográficos y sociológicos. No obstante, al margen de las preferencias o hábitos de una región en particular, ciertos grupos de alimentos sólo son apetecibles si están dentro de una determinada gama de colores. Además, la aceptación se encuentra reforzada por un precio económico, ya que en muchos casos las materias primas se valoran por el color.

Es evidente que el color de los alimentos se debe a los pigmentos naturales que poseen, excepto en aquellos casos en que se han adicionado colorantes. Por tanto, para conseguir el color deseado y su admisión es necesario conocer cuáles son esos pigmentos.

Hoy en día, es importante promover el uso de colorantes naturales así como de sus fuentes para poder convertirse en una alternativa competitiva de uso frente a los colorantes comúnmente utilizados, y porque actualmente hay una marcada tendencia hacia los productos naturales. La flor de Jamaica es un ejemplo y lo que se necesita es atraer la atención de los fabricantes de alimentos y bebidas y empresas farmacéuticas para que se sientan capaces de tener posibilidades de explotar a la flor de Jamaica como un alimento natural y como colorante para sustituir algunos de los colorantes sintéticos, debido a la toxicidad que pudieran presentar. Es por ello que existe un gran interés en los pigmentos antociánicos y su investigación científica se ha incrementado

en los últimos años, debido no solamente al color que confieren sino a los beneficios que aporta a la salud de quien los consume, como pueden ser la reducción de enfermedades coronarias, cáncer y diabetes.

A pesar de que las antocianinas abundan en la naturaleza, no se ha formalizado su uso como colorante en alimentos, ya que son poco estables y difíciles de purificar y de esta manera limitan su aplicación comercial. El presente trabajo estudia desde un aspecto químico a las antocianinas y analiza la situación actual que presenta la planta *Hibiscus sabdariffa* L. en México así también como sus contribuciones a la industria alimentaria y a la salud.

2. EL COLOR

El color es una propiedad de la materia directamente relacionada con el espectro de la luz y que, por lo tanto, se puede medir físicamente en términos de energía radiante o intensidad, y por su longitud de onda. El ojo humano sólo puede percibirlo cuando su energía corresponde a una longitud de onda que oscila entre 380 y 780 nm; de ahí que la definición de color sea “la parte de la energía radiante que el humano percibe mediante las sensaciones visuales que se generan por la estimulación de la retina del ojo” (Kramer, 1970, citado por Badui, 1990).

Con base al color se identifican muchas de las propiedades de los alimentos, de hecho, el color es el primer contacto que tiene el consumidor con los productos y posteriormente los juzga por su textura, brillo, sabor, olor, etc. En los alimentos el color puede dar señales de madurez, frescura y cocción, y se encuentra vinculado a un sabor. En el caso particular, la Jamaica cuenta con un sabor ácido. Se ha comprobado que cuando el color de un alimento cambia (sin alterar su forma, aroma, sabor, etc.), se obtiene una respuesta de rechazo por parte de los consumidores. Los alimentos, tanto en forma natural como procesada, presentan un color característico y bien definido mediante el cual el consumidor los identifica: cualquier cambio que éste sufra puede causar el rechazo de los productos.

Los colores de los alimentos se deben a distintos compuestos, principalmente orgánicos, algunos que se producen durante su manejo y procesamiento, y otros que son pigmentos naturales o colorantes sintéticos añadidos (Badui, 1990).

La identificación de los colorantes se basa en la propiedad que tiene cada pigmento de absorber una cierta longitud de onda del espectro visible: los carotenoides, por ejemplo, absorben una energía radiante de alrededor de 440nm, mientras que las clorofilas, las antocianinas y la mioglobina lo hacen en longitudes de onda de 655, 510 y 555nm respectivamente.

3. COLORANTES NATURALES Y SINTÉTICOS

Los colorantes utilizados como aditivos alimentarios se dividen en naturales y sintéticos. Otro nombre que se les puede dar es como exentos de certificación y sujetos a certificación. Entre los primeros destacan el anato, los carotenoides, el extracto de cochinilla, la riboflavina, la betalaína, la clorofila, el ácido carmínico y el color caramelo.

Por su parte, los sintéticos se obtienen mediante procesos químicos y existe una gran variedad de ellos, algunos ejemplos son: el azul 1 (azul brillante), azul 2 (indigotina), rojo 2 (amaranto), rojo 3 (eritrosina), rojo 40 (rojo allura), amarillo 5 (tartrazina), amarillo 6 (amarillo ocaso) y verde 3 (verde fugaz) (Vega, 1988).

En términos generales, los colorantes naturales relacionados con los alimentos se pueden dividir en ocho categorías:

1. Carotenoides.
2. Clorofilas.
3. Antocianinas.
4. Flavonoides.
5. Betalaínas.
6. Taninos.
7. Mioglobina y hemoglobina.
8. Otros.

Los seis primeros se encuentran fundamentalmente en productos vegetales, aun cuando llegan a estar presentes en derivados de origen animal cuando en la dieta de los animales se incluyen vegetales ricos en dichos pigmentos. El séptimo sólo se encuentra en productos de origen animal. En el octavo grupo se incluye un gran número de compuestos que también imparten color tanto a los tejidos vegetales como animales; en él se incluyen quinonas, xantonas, la riboflavina, citocromos, etc., y debido a que no son tan abundantes contribuyen poco al color de los alimentos (Badui, 1990).

La función de los colorantes es muy importante debido a la aceptación o rechazo de los productos por el consumidor. El adicionar colorantes a los alimentos se realiza

con el propósito de obtener uniformidad de color y aspecto y por lo tanto una mayor aceptación, de igual manera, corrige variaciones naturales en el color e irregularidades resultantes del almacenamiento, proceso, empaque y distribución del alimento, ayudando a preservar la identidad o carácter mediante el cual los alimentos son reconocidos. Sin embargo, “el empleo de colorantes no debe usarse con la intención de engañar al consumidor sobre la calidad del alimento y tampoco el uso de éstos debe reducir el valor nutritivo del alimento” (Vega, 1988).

Los colorantes han recibido especial atención a lo largo de los años, debido a que el uso de éstos necesita tener justificación y además demostrar que no son tóxicos. Debido al aumento de la preocupación pública acerca de la seguridad de los colorantes sintéticos, los colorantes naturales están asumiendo un papel principal en el carácter de colorear a los alimentos y probablemente ésta ha sido una de las causas por las cuales ha surgido en el consumidor una tendencia hacia productos más naturales. Por tal razón las especificaciones con las que son reglamentados los colorantes son de suma importancia.

Las características que deben cumplir los colorantes para permitir su uso en alimentos son las siguientes:

- a) Debe ser insípido e inodoro o de propiedades organolépticas inofensivas.
- b) Debe ser compatible con el medio del alimento al cual se añade.
- c) Debe ser estable a factores como la luz, oxidación, reducción, pH y al ataque microbiológico.
- d) Debe ser compatible con otros componentes del alimento.
- e) Su poder tintóreo debe ser elevado.
- f) Debe ser altamente soluble en agua y otros disolventes polares de grado alimenticio como el alcohol y el propilenglicol.
- g) Debe ser inocuo.
- h) Deben estar libres de impurezas y metales como el zinc, arsénico, estaño, etc. (Vega 1988)
- i) Debe contar con una clasificación de acuerdo con el Color Index (CI), el cual proviene de la Society of Dyers and Colourists de Inglaterra, que se encarga de

clasificar todas las sustancias que imparten un color. Igualmente se indica la clasificación de la oficina de Food and Drug Administration (FDA) de Estados Unidos. (Badui, 1990)

Los colorantes son clasificados por el sistema CI por nombres genéricos y es publicado por la Sociedad de Tintoreros y Coloristas y la Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles, que son los autorizados como obra de referencia internacional en los colorantes: su nomenclatura, la constitución, las principales aplicaciones y proveedores.

3.1. Clasificación de los colorantes naturales

- a) Colorantes directos: son los grupos de colorantes como las antocianinas y carotenoides. Los colorantes son obtenidos de una solución acuosa y esta extracción se usa directamente para pintar en frío o en caliente. A veces se usan sustancias auxiliares como ácidos o sales. Ejemplo: la flor de cártamo, la cúrcuma, el azafrán, la luteína, etc.
- b) Mordentados: este tipo de colorantes no tienen por si mismos el poder de pintar, sólo con un tratamiento especial de sales metálicas solubles que reaccionan sobre la materia. Esta técnica se aplica a la mayoría de los vegetales que dan color como la gardenia, el cempasúchil, la cochinilla, etc.
- c) Tipo de reducción: derivados del indol, estas material colorantes se encuentran dentro de los cuerpos de los vegetales o animales, pero son insolubles. Para darles solubilidad se les aplica una sustancia reductora, obteniéndose una solución incolora que se aplica a la materia y después mediante oxidación, aparece el color. Ejemplo: el añil.
- d) Pigmentos: polvos de minerales, de vegetales o de animales, insolubles, por lo general pintan por la dispersión en el medio y pueden ir acompañados de un vehículo para su mejor dispersión. (Facultad de Química, U.N.A.M., 2011)

4. MARCO TEÓRICO

4.1. *Hibiscus sabdariffa* L.

La Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es una planta herbácea que pertenece a la familia de las Malváceas.

Es una planta anual semi-leñosa, erecta, espesa, de 2.4m de altura con raíz profunda, sus tallos son lisos generalmente de color rojo. Las hojas son de color verde, alternas, glabras, de 7.5-12.5 cm de largo, con vetas rojizas y pecíolos largos y erguidos, con tres a cinco lóbulos de borde dentado. Las flores son axilares y solitarias; su corola es acampanada, miden hasta 12.5cm de ancho, de color amarillo pálido o rosado, compuesto de cinco pétalos, provista de una mancha oscura de coloración púrpura en la parte interna. Después de un corto tiempo la corola se marchita y desaparece, quedando sólo los cálices de color rojo o verde que constan de 5 sépalos grandes, los cuales se alargan y se tornan carnosos; son de color rojo oscuro y con sabor ácido. El cáliz tiene forma de copa, más largo que ancho (Morton, 1987).

Los cálices son lo más destacable de la planta. Poseen un color rojo brillante que puede ser extraído y utilizado como colorante natural en la elaboración de gelatinas, dulces, bebidas refrescantes, jaleas y mermeladas, entre otros productos. Se recogen en el momento en que alcanzan un tono vinoso y se dejan secar para su uso posterior como colorante alimentario. El fruto o cápsula se encuentra recubierta por el cáliz, es seco, oval, densamente vellosa, de cinco lóbulos y contiene alrededor de 20 semillas, las cuales son reniformes y de color negro (Martínez *et al.*, 2000, Ocampo, 1986, Patiño, 1975, citados por Hidalgo, 2009; Vega, 1988). Las semillas se utilizan en forraje para ganado, tintes para la industria, así también como alimento para las aves y extracción de aceites.

La NMX-FF-115-SCFI-2010 PRODUCTOS AGRÍCOLAS DESTINADOS PARA CONSUMO HUMANO – FLOR (CÁLIZ) DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) - ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA define a la flor o cáliz de Jamaica como la “cubierta externa o primer verticilio floral de la flor de Jamaica de la familia de las malváceas, género *Hibiscus* y especie *H. sabdariffa* L., constituido por el conjunto de cinco a siete hojas modificadas fusionadas entre sí llamadas sépalos, de color que

va desde rojo oscuro hasta color rosa y color verde claro, el cuál ha sido previamente deshidratado para su comercialización y consumo humano. En México se le conoce coloquialmente como flor de Jamaica.”

Es originaria de India, donde se cultiva comúnmente; posteriormente fue llevada a países africanos. Eventualmente fue adaptada para su cultivo en regiones tropicales y subtropicales en diferentes países de Centro y Sudamérica habiéndose introducido a México por los españoles en la Época Colonial (s. XVI y XVII). En el siglo XVII comenzó a cultivarse en Brasil y en el año de 1707 llegó a la isla de Jamaica para naturalizarse y ser “bautizada” con el nombre de su país de adopción. Alrededor de 1840 comenzó a cultivarse en Guatemala y se tiene noticia de que en México, específicamente en el Estado de Jalisco, ya se conocía en el año de 1899 (Morton, 1987).

Se cultiva principalmente en las zonas tropicales y subtropicales de mundo, especialmente Sudán, Egipto, Tailandia, México y China.

En México, se cultiva en el ciclo agrícola primavera-verano, bajo condiciones de temporal, y en el ciclo otoño-invierno bajo condiciones de riego.

Actualmente existen más de 150 variedades de esta planta en el mundo, en nuestro país se encuentran: Jersey, Chiautla, Americana, Tempranilla, Sudán, China Negra, China Roja, Coneja, Vallarta, Colima y Guerrero (Fundación Produce de Guerrero, 2004; Navarro *et al.*, 2002, citado por Sánchez, 2006).

4.2. Variedades

Ocampo (1986) (citado por Fundación Produce de Guerrero 2004) menciona que se distinguen dos tipos de esta especie, uno de ellos es muy ramificado, caracterizado por una alta producción de cálices comestibles (*H. sabdariffa* var. *sabdariffa*) y el otro, con muy pocas ramas o sin ellas y de gran aptitud para la producción de fibra (*H. sabdariffa* var. *altissima* Wester). Morton (1987) describe los dos tipos principales de *Hibiscus sabdariffa* L.: la primera variedad *H. sabdariffa* var. *altissima* Wester, es escasamente ramificada de 4.8m de altura que se cultiva por su fibra de yute. Los tallos de esta variedad son de color verde o rojo y las hojas son de color verde, presentando a

veces venas rojas. Sus flores son amarillas, no carnosas, espinosas y no se utilizan para el alimento, los cálices de color rojo o verde. El otro tipo es la *H. sabdariffa* var. *sabdariffa* que desarrolla formas arbustivas. La especie que produce cálices es la más importante (*H. sabdariffa* var. *altissima* Wester).

Existe una gran variedad de actividades alrededor de este cultivo relacionadas con su consumo y los ácidos y pigmentos que contienen; las flores o cálices son utilizados en la industria gastronómica para la elaboración de té, vinos, bebidas refrescantes, coloración de embutidos y como aditivo natural para mejorar el aspecto y sabor. También pueden prepararse jaleas, jarabes, dulces, mermeladas, postres, salsas, conservas y ensaladas entre otros usos. Se emplea también en la industria textil, en la cosmetología, perfumería, medicina, artesanías e incluso como planta ornamental (Rojas, 1999, citado por Hidalgo, 2009; Fundación Produce de Guerrero, 2004).

Existen diferentes clases de variedades de acuerdo a la finalidad de la explotación, ya que poseen aspectos ligeramente diferentes, Baley (citado por Vega, 1988) presenta la siguiente división:

- a) Variedades productoras de fibra: *altissima* y *bhagalpuriensis*.
- b) Variedades intermedias: *intermedius*, *albus* y *ruber*. De estas variedades se obtienen simultáneamente fibra y cálices.
- c) Variedades para obtención de cálices: *archer*, *temprano*, *rico* y *victor*.

Las variedades que se cultivan en México son: (Morton, 1987)

- a) Variedad *Archer*: es una variedad robusta como *Victor* y de tallo verde, cuenta con hojas verdes con nervios rojos y cáliz verde claro. A pesar de tener los cálices más pequeños, es la variedad más productiva y comercial.
- b) Variedad *Rico*: es una variedad pequeña, más frondosa que las otras variedades, sus tallos y cálices son rojo oscuro y llegan a medir hasta 5 cm, sus hojas son de color verde con enervaciones rojizas. Tiene un alto rendimiento de cálices por planta.

- c) Variedad *Victor*: es una variedad más erecta y robusta, planta llega a medir 2.13m y presenta un color verdoso.

Actualmente existe un gran interés en el cultivo de la Jamaica debido a las propiedades antioxidantes del cáliz (Tsai, *et al.* 2002) y a los usos en los alimentos.

En México y otros países el principal propósito de este cultivo es la producción de los cálices, los cuales son ricos en antocianinas, y porque se comercializan como un producto deshidratado para la elaboración de infusiones.

4.3. Producción en México

México se encuentra entre los 10 principales países productores de Jamaica con una superficie sembrada de 18 921.5 hectáreas y con una producción de 5 419.37 toneladas en el año 2010 (Anuario estadístico SIAP, 2010), posicionándose como el 7° productor en el mundo (Rojas, 1999, citado por Comité Nacional Sistema Producto Jamaica, S.C.). Los principales estados productores son: Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Nayarit y Puebla; además de otros estados como Campeche, Jalisco, Colima, Veracruz, Sinaloa y Chiapas. (INEGI 2004, Fundación Produce de Guerrero 2004). El estado de Guerrero es el principal productor de flor de Jamaica con una producción de 3 792.73 toneladas por año, lo que representa el 70% de la producción nacional.

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
Ciclo: Primavera-Verano 2010
Modalidad: Riego + Temporal
JAMAICA

Ubicación	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Sup. Siniestrada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
GUERRERO	14,739.50	14,739.50	0	3,792.73	0.26	13,382.73	50,757.07
OAXACA	2,398.50	2,398.50	0	781.64	0.33	36,571.83	28,586.00
MICHOACAN	685	685	0	280.34	0.41	39,212.93	10,992.95
NAYARIT	421.5	421.5	0	232.86	0.55	53,373.27	12,428.50
PUEBLA	359	359	0	179.32	0.5	49,652.86	8,903.75
CAMPECHE	209	209	0	64.95	0.31	22,666.13	1,472.16
COLIMA	90	90	0	74.25	0.82	38,080.81	2,827.50
VERACRUZ	12	12	0	7.78	0.65	34,764.80	270.47
JALISCO	7	7	0	5.5	0.79	66,776.73	367.27
TOTAL	18,921.50	18,921.50	0	5,419.37	0.29	21,516.46	116,605.68

Tabla 1. Producción de Jamaica en los principales estados productores de México.
Fuente: Anuario Estadístico SIAP, 2010.

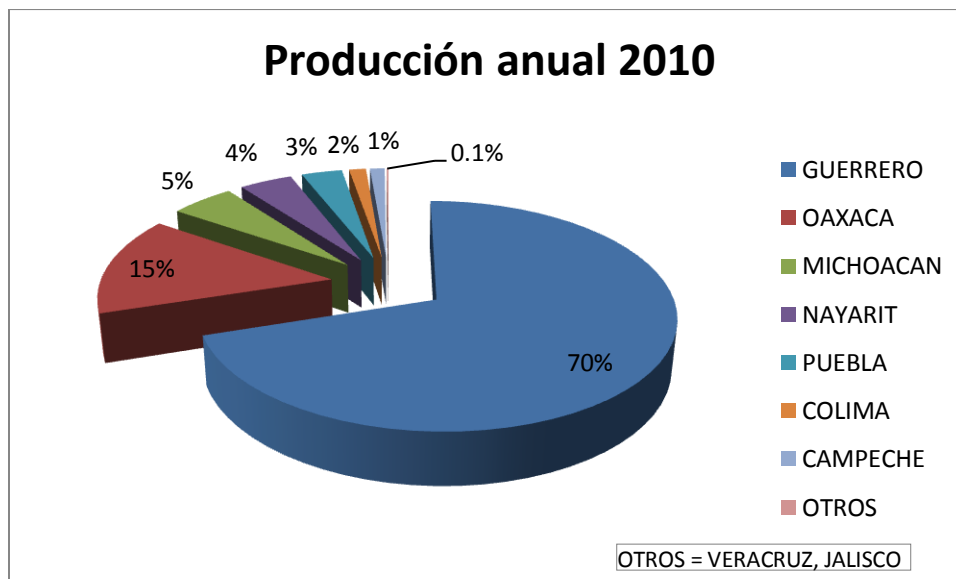


Gráfico 1. Producción anual de flor de Jamaica de los principales estados productores de la República Mexicana.
Adaptado de: Anuario Estadístico SIAP, 2010.

5. CADENA DE SUMINISTRO

También conocida como cadena agroalimentaria o cadena productiva, el ISNAR la define como: “una serie de etapas interconectadas a través del eslabonamiento producción-transformación-consumo, que implica considerar los distintos procesos productivos y relaciones económicas que se producen entre la oferta inicial y la demanda final” (Fundación Produce Puebla, A.C., citada por Terán 2006).

En otras palabras, la integración de las actividades de producción primaria, industrialización y comercialización forma una cadena productiva generadora de valor agregado y economías de escala la cual se caracteriza por las siguientes etapas:

- a) Suministro de insumos y bienes de capital agrícola.
- b) Producción agropecuaria.
- c) Procesos de acondicionamiento de productos agropecuarios (manejo poscosecha).
- d) Procesos de transformación industrial (valor agregado).
- e) Acopio, distribución y comercialización.
- f) Consumo final.

Los componentes que integran la cadena agroalimentaria de la flor de Jamaica se presentan en el siguiente esquema que describe cada componente:

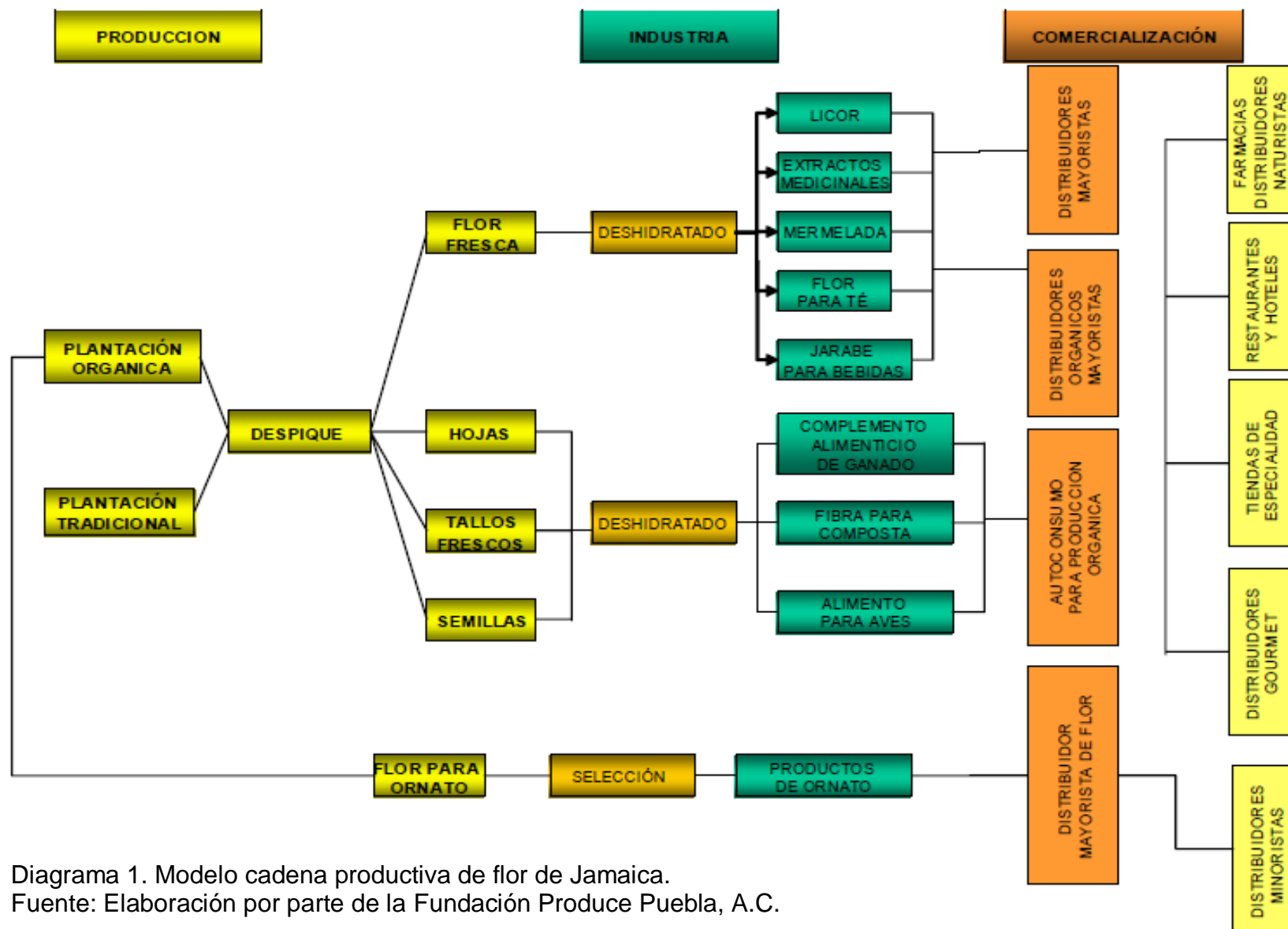


Diagrama 1. Modelo cadena productiva de flor de Jamaica.
Fuente: Elaboración por parte de la Fundación Produce Puebla, A.C.

Descripción del modelo por eslabón

- a) Producción (amarillo y marrón): consiste en la plantación de flor de Jamaica, cultivo, manejo agronómico, actividades de cosecha (amarillo) y poscosecha (marrón). La siembra se divide en dos áreas, la de tipo tradicional con uso de fertilizantes, y la de tipo orgánico usando bioinsecticidas y nutrimentos orgánicos. Como resultado del aprovechamiento o despique, se obtienen cinco productos principales: flor para industrialización (cálices frescos), hojas, tallos frescos, semillas y flor ornamental. Una vez obtenidos estos productos se pasa al manejo poscosecha que consiste en la selección en base al grado de calidad establecido por la planta procesadora. Así como el deshidratado de productos frescos para su procesamiento industrial.

- b) Industrialización (verde): consiste en las actividades de transformación de la flor de Jamaica deshidratada, en diversos subproductos. Estos derivados se dividen en tres categorías: de consumo humano (licor, mermelada, jarabe, concentrado), de consumo industrial (alimento para ganado, aves, composta) y de ornato (flor fresca)

- c) Comercialización (naranja): engloba las actividades de venta y distribución de los productos generados por la cadena agroindustrial. Este eslabón se divide en las actividades de distribución mayorista para atender la demanda orgánica, tradicional y de consumo industrial; así como de distribución minorista en canales como tiendas de especialidad, gourmet, hoteles, restaurantes y farmacias (Terán, 2006).

6. COMPONENTES DE *Hibiscus sabdariffa* L.

Los principales componentes de la flor de Jamaica son las antocianinas, ácidos orgánicos e hidratos de carbono:

6.1. Antocianinas

El nombre de antocianinas deriva del griego *Anthos* que significa “flor” y *Kyanos*, azul y es usado para designar el 2-fenilbenzopirilo (ion flavilio).

Son compuestos relacionados con los flavonoides, y se pueden encontrar como agliconas libres (antocianidinas) o más a menudo, como heterósidos (antocianósidos). Son los compuestos coloridos y su color varía con el pH. Las antocianinas presentes en la flor de Jamaica son la delfinina-3-sambubiósido y la cianidina-3-sambubiósido en mayor proporción -la proporción entre estas antocianinas es de 70.9% y 29.1% respectivamente- así también como la delfinidina-3-glucósido y la cianidina-3-glucósido en menor proporción. El contenido total de antocianinas se encuentra en una concentración del 2% expresada como delfinidina-3-glucósido. (Vega, 1988; Francis, 1973; Bridle, 1997; Juliani, 2009).

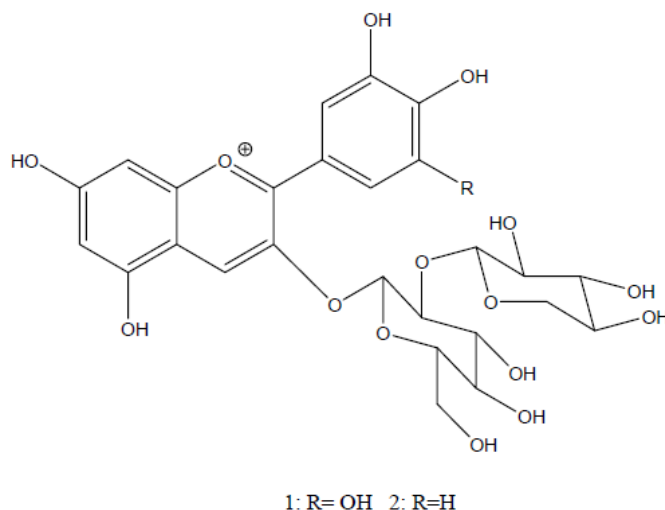


Figura 1. Estructura química de las antocianinas (1) delfinidina-3-sambubiósido y (2) cianidina-3-sambubiósido (Herrera, 2006).

Estos compuestos son pigmentos hidrosolubles con características de glucósidos: están constituidos por una molécula de antocianidina que es la aglucona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico. La estructura química básica de estas agluconas es el ion flavilio que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilo (A) y un anillo fenólico (B); por su disposición trivalente del oxígeno, el flavilio normalmente funciona como catión y contiene dobles enlaces conjugados responsables de la absorción de luz alrededor de los 500 nm lo que causa que los pigmentos sean captados por el ojo de color rojo (Badui, 1990).

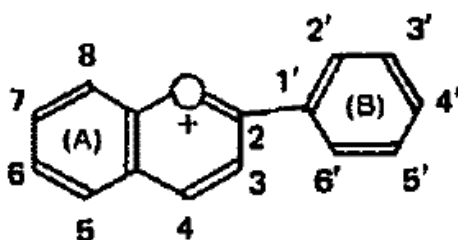


Figura 2. Grupo flavilio (Badui, 1990).

Los hidratos de carbono que comúnmente se encuentran son la glucosa y la ramnosa, seguidos de la galactosa, arabinosa y la xilosa y, ocasionalmente, la gentobiosa, la rutinosa y la soforosa; todos ellos se unen a la antocianidina principalmente por medio del hidroxilo de la posición 3, y en segundo término, de la 5 o de la 7. Cuando en una misma molécula se encuentran dos azúcares, éstos se localizan en los hidroxilos 3 y 5, produciendo una estructura que generalmente es más estable que cuando sólo contienen un solo monosacárido (Rein 2005).

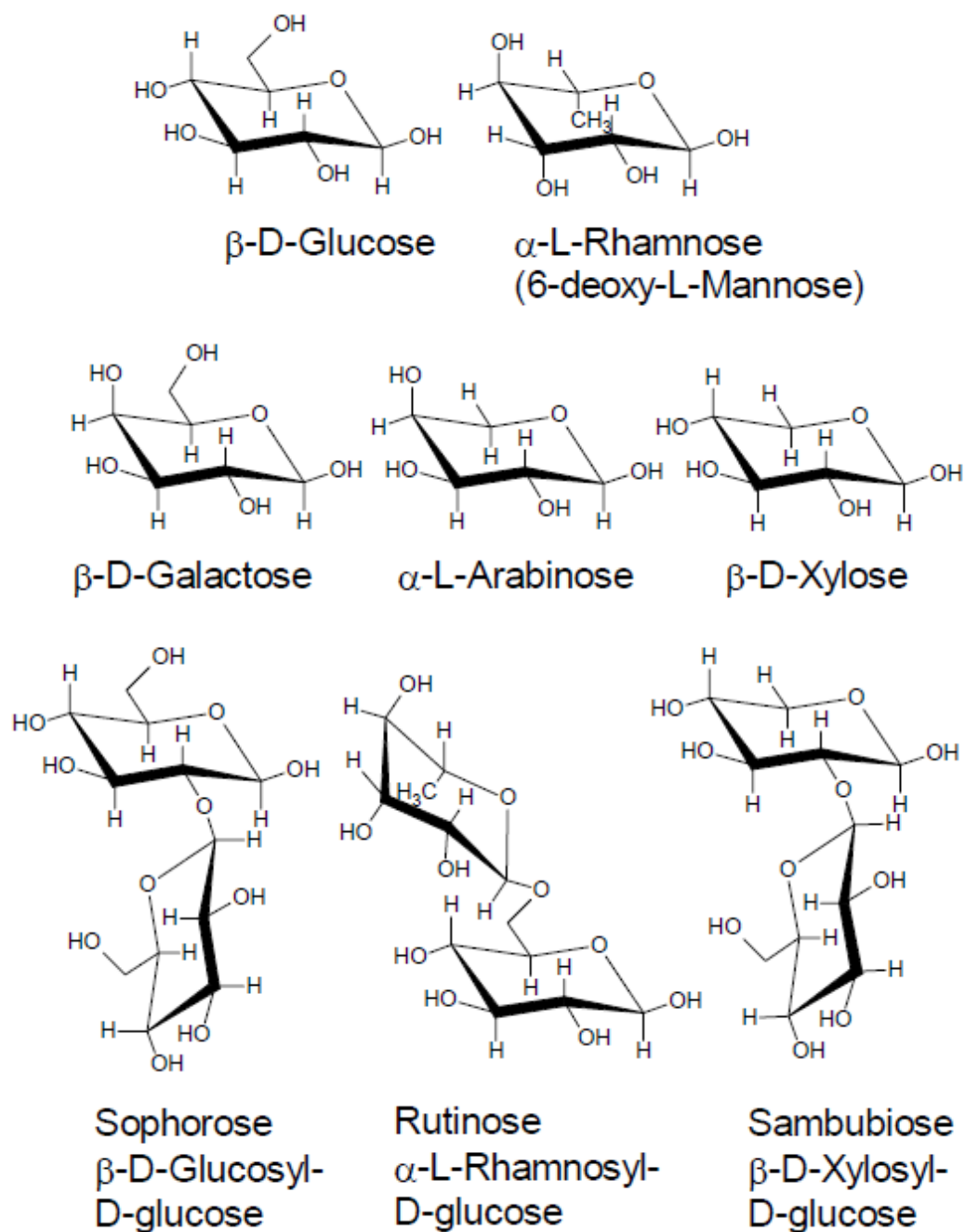


Figura 3. Las unidades de glicosilación más comunes de las antocianinas (Rein, 2005).

De todas las antocianidinas que actualmente se conocen (aproximadamente 20), las más importantes son seis: la pelargonidina, la delfinidina, la cianidina, la petunidina, la peonidina y la malvidina, nombres que derivan de la fuente vegetal de donde se aislaron por primera vez, las restantes son menos frecuentes y se encuentran en

algunas flores y hojas; la combinación de éstas con los diferentes azúcares genera aproximadamente 150 antocianinas que abundan en la naturaleza (Fennema, 1985). La cianidina es la antocianina más abundante en las plantas. Las glicosilaciones y acilaciones confieren solubilidad y cierto grado de estabilidad a las antocianinas. De acuerdo al grado de hidroxilación y metilación el color dominante de la antocianina varía de anaranjado (pelargonidina) a violeta (delfinidina) (Bechtold, 2009). En la Tabla 3 se indican las estructuras de las seis antocianidinas antes mencionadas.

	Sustituyentes en el carbono número		
	3'	4'	5'
Pelargonidina (2)	H	OH	H
Cianidina (3)	OH	OH	H
Delfinidina (4)	OH	OH	OH
Malvidina (7)	OCH ₃	OH	OCH ₃
Peonidina (5)	OCH ₃	OH	H
Petunidina (6)	OCH ₃	OH	OH

Los compuestos (2)-(7) tienen grupos OH en los carbonos 3, 5 y 7 e hidrógenos en todos los otros átomos de carbono.

Tabla 3. Sustitución en la estructura del catión flavilio para originar los principales antocianos (Fennema, 1985).

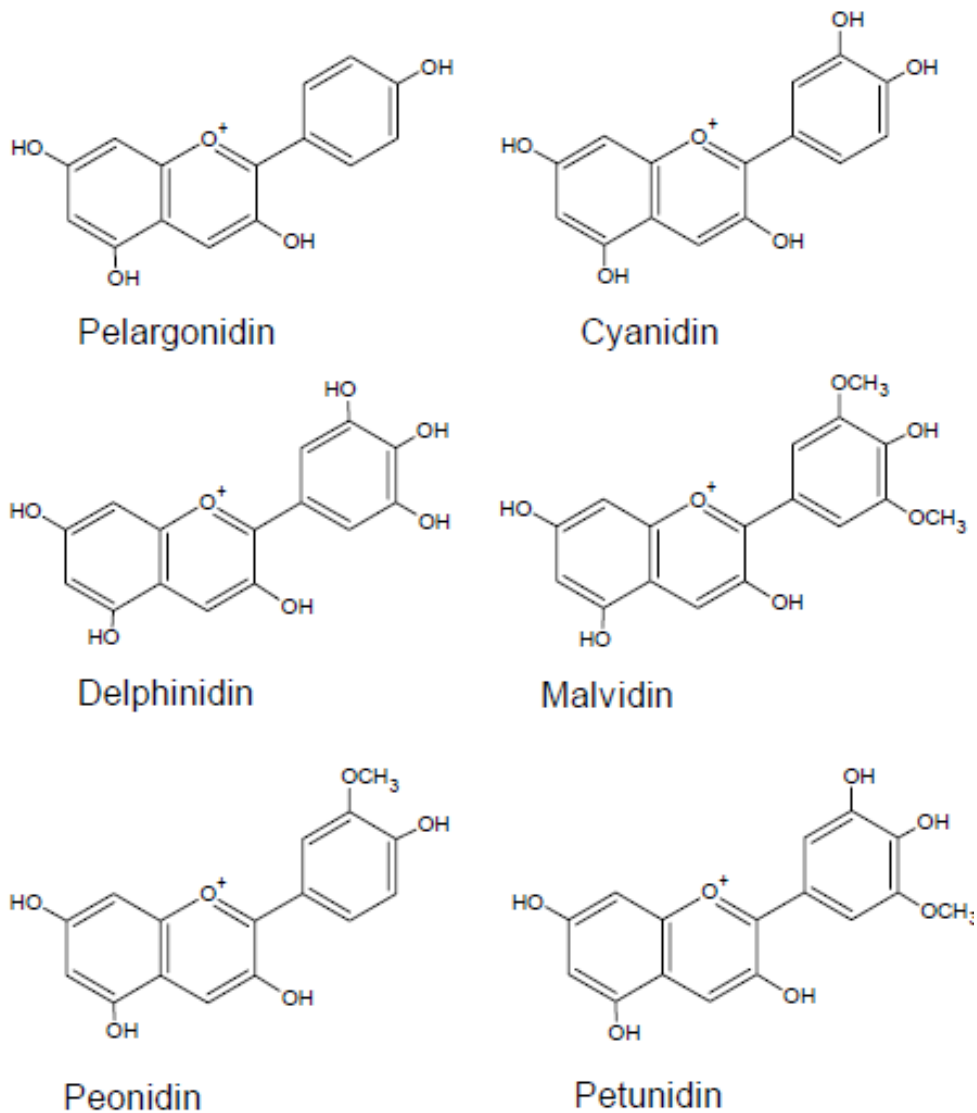


Figura 4. Antocianinas principales (Rein, 2005).

Son responsables de los colores rojos, anaranjado, azul y púrpura de las uvas, manzanas, rosas, fresas y muchos otros productos de origen vegetal, principalmente frutas y flores (Badui, 1990).

Dentro de la clasificación de los colorantes naturales, a las antocianinas se les conoce como colorantes directos, estos son obtenidos de una solución acuosa y esta extracción se usa directamente para pintar en frío o en caliente. A veces se usan sustancias auxiliares como ácidos y bases.

6.1.1. Propiedad antioxidante

El potencial antioxidante es dependiente del número y de la posición de los grupos hidroxilos y su conjugación, así como la presencia de electrones donadores en el anillo estructural. Las antocianinas, pigmentos que pertenecen al grupo de los flavonoides, tienen una estructura química adecuada para actuar como antioxidantes, pueden donar hidrógenos, o electrones a los radicales libres o bien atraparlos y desplazarlos en su estructura aromática. Una actividad antioxidante óptima se relaciona con la presencia de los grupos hidroxilos en las posiciones 3' y 4' del anillo B, los cuales confieren una elevada estabilidad al radical formado (Kuskoski, 2004).

6.1.2 Estabilidad

El color de las antocianinas depende de varios factores intrínsecos, como son los sustituyentes químicos que contenga y la posición de los mismo en el grupo flavilio; por ejemplo, si se aumentan los hidroxilos del anillo fenólico se intensifica el color azul, mientras que la introducción de metoxilos provoca la formación de los rojos. Otros aspectos que pueden limitar su incorporación a matrices alimenticias o productos farmacéuticos son su baja estabilidad durante el procesamiento y almacenamiento (Wrolstad 2001). Factores como su misma estructura química, el pH, la presencia de oxígeno, formación de complejos y otras reacciones determinan la estabilidad del colorante.

- a) Solubilidad: Dada su alta hidrosolubilidad, estos pigmentos se pueden perder fácilmente por lixiviación en el agua que se utiliza en los diferentes tratamientos: a medida que aumenta la temperatura se acelera la decoloración de las frutas, ya que se favorece tanto la extracción que incluso se puede llegar a obtener productos prácticamente incoloros (Badui, 1990).

- b) Oxígeno: El oxígeno disuelto tiene un efecto negativo en la estabilidad de las antocianinas pues se puede dar lugar a un proceso de oxidación donde los componente oxidados del medio pueden además reaccionar con antocianinas produciéndose productos incoloros o marrones (Rein, 2005). Este problema

puede ocurrir en productos como el vino, y para eliminarlo se llega incluso a utilizar la glucosa oxidasa, ya que lo consume durante la transformación de la glucosa en ácido glucurónico. Se recomiendan espacios de cabeza muy pequeños o envasar los vinos en atmósferas inertes para evitar los cambios de color en el almacenamiento (Badui, 1990).

- c) Complejos antocianos: Las antocianinas cambian de color cuando forman complejos, quelatos o sales con iones de sodio, potasio, calcio, magnesio, estaño, hierro o aluminio; con estos dos últimos producen coloraciones azules, sobre todo con aquellas que tienen dos grupos en posición orto; por esta razón, se recomienda que las latas que se empleen para los alimentos que contengan antocianinas, se recubran con una laca protectora que evite el desprendimiento de los metales indeseables. También pueden cambiar de color cuando forman complejos con otros compuestos fenólicos (proantocianidinas, catequinas, taninos y flavonoides) o con algunos polisacáridos, ya que se favorece un desplazamiento de la absorción a longitudes de onda mayores. En ocasiones, como en el caso de los vinos tintos con un alto contenido de taninos, se producen grandes agregados poliméricos con tamaños y características coloidales que pueden llegar a sedimentar al cabo de un largo almacenamiento; cuando esto sucede, se reduce la intensidad del color y se observa un precipitado oscuro (Badui, 1990).
- d) pH: Debido a una deficiencia del núcleo de flavilio, estos pigmentos funcionan como verdaderos indicadores de pH; es decir, su color depende de las condiciones de acidez o alcalinidad del sistema en que se encuentran: a pH ácidos adquieren una estructura estable de catión flavilio rojo (ver fórmula I); cuando se incrementa el pH, la distribución electrónica se modifica hasta llegar a la forma quinoidea azul o base anhidra (II); la hidratación del flavilio produce la base carbinol incolora (III), bastante estable pero se descompone lentamente con el tiempo. Los cambios fisiológicos en la maduración de los frutos llevan consigo alteraciones en el pH y, por lo tanto, modificaciones en el color del tejido vegetal

(Fig. 4) (Badui, 1990). Por lo tanto, las antocianinas son más estables en medio ácido que en soluciones alcalinas.

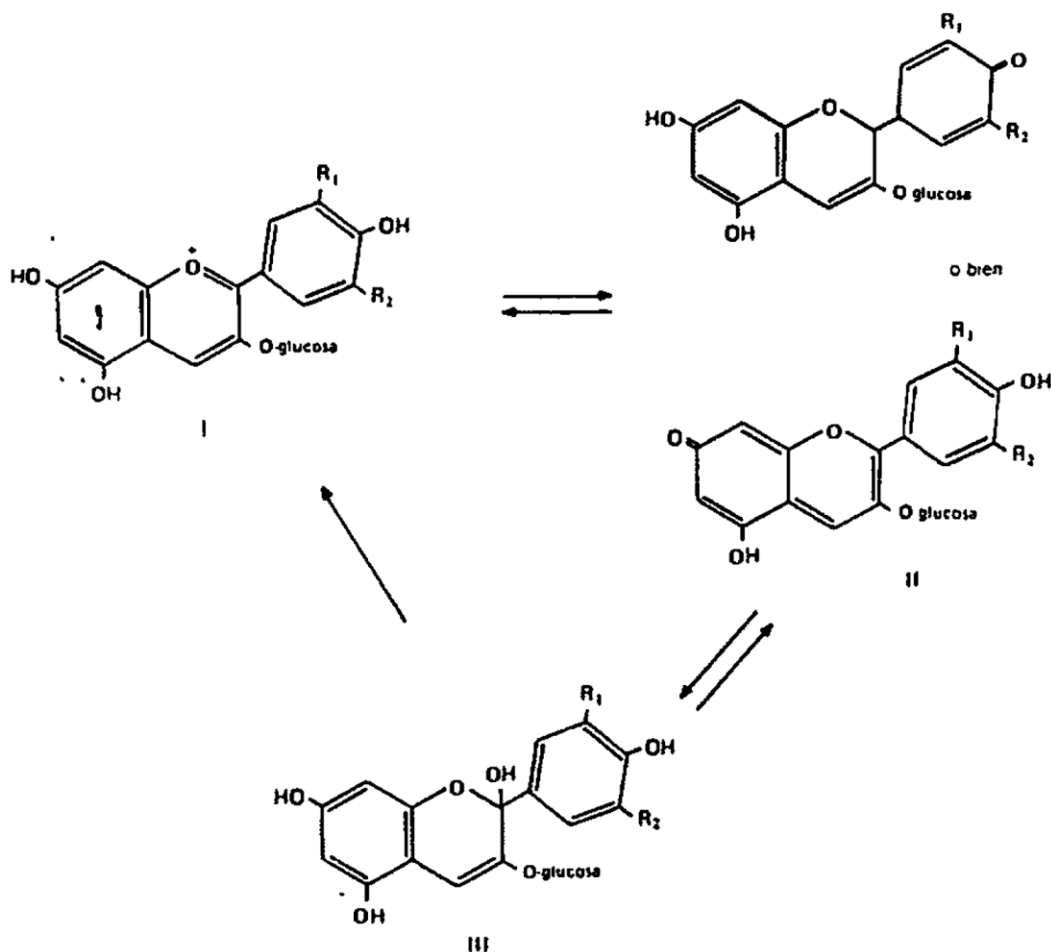


Figura 5. Reacciones de la transformación estructural de las antocianinas en el intervalo de pH de 1 a 7. A bajos valores de pH se encuentra en forma de flavilio (I) de color rojo, a pH mayores de 5 se produce la base anhidra (II) de color púrpura. Tanto la sal del flavilio como la base anhidra pueden convertirse a la base de carbinol (III) incolora, que predomina en el intervalo de 4 a 5 (Badui, 1990).

- e) Reacciones químicas: El anhídrido sulfuroso y los sulfitos que se usan en la conservación de los frutos tienen un efecto decolorante sobre estos pigmentos pues se producen formas sulfónicas en las posiciones 2 y 4 que son incoloras (Fig. 5); la reacción es reversible, por lo que la eliminación de estos agentes con ácidos o mediante calor regenera la coloración (Badui, 1990).

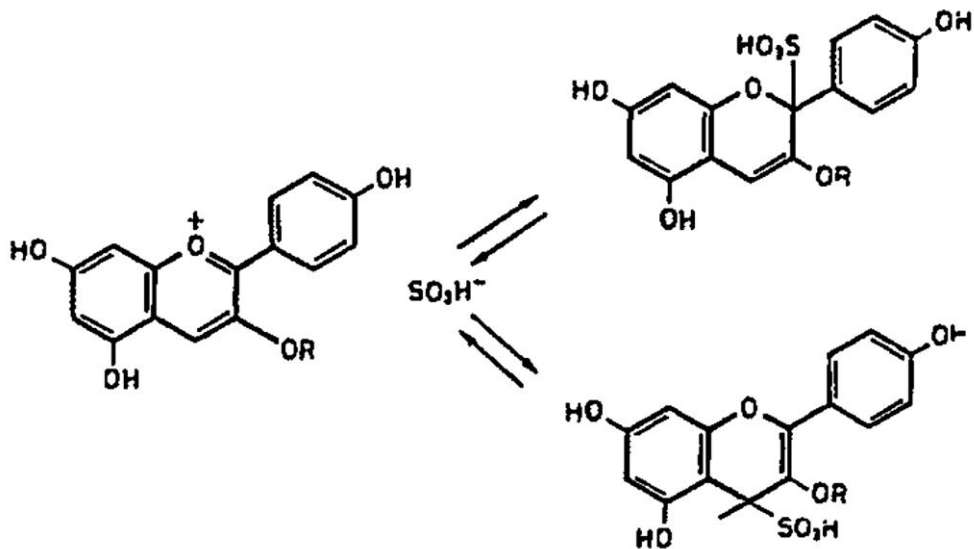


Figura 6. Reacción del bisulfito con las antocianinas (Badui, 1990).

- f) Reacciones enzimáticas: Otra causa de la pérdida de estas sustancias son las reacciones efectuadas por enzimas endógenas o las que provienen de hongos y que tienen actividades de β -glucosidasa (llamadas antocianidasas), que hidrolizan el enlace glucosídico en posición 3, produciendo la correspondiente aglucona; pero ésta es más inestable que la antocianina de donde proviene, por lo cual su degradación es más rápida (Badui, 1990).
- g) Temperatura: Tsai *et al.* (2002) estudiaron condiciones de temperatura de secado así como temperatura y tiempo de almacenamiento. Encontraron que procesos de secado a temperaturas de 25°C y 75°C, y posteriormente almacenando a 20°C durante cuatro semanas, provocaron que el contenido fenólico (determinado como delfinidina-3-sambubiósido) disminuyera de 85.58% a 70.8% del contenido total fenólico. Sin embargo, Selim *et al.* (2008) concluyen en su trabajo que las antocianinas de *Hibiscus sabdariffa* tienen relativamente una alta estabilidad a altas temperaturas particularmente cuando el periodo de calentamiento es corto (30-45 min.) (Tsai, 2002). Esto es debido a que un aumento de temperatura induce la pérdida de las características de glucósidos de las antocianinas, mediante la hidrólisis del enlace- β -glucosídico, esto conlleva a una pérdida en el color, siendo las agliconas mucho menos estables que su forma glucosídica (Rein, 2005).

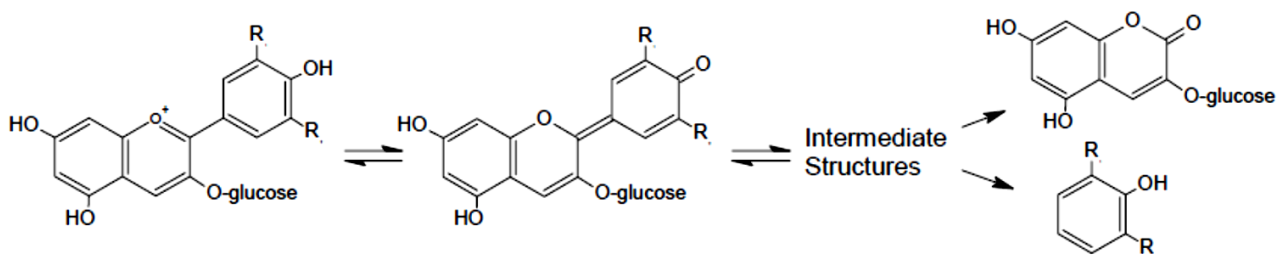


Figura 7. Degradación de una antocianina monoglucosídica a pH 3.7 acelerada por calor (Rein, 2005).

- h) Estructura: El patrón de sustitución de las antocianidinas, así como el posicionamiento de los grupos hidroxilo y metoxilo en la aglicona afectan el comportamiento químico de la molécula. El incremento de hidroxilación de la aglicona estabiliza a la antocianidina; por lo tanto se puede decir que delphinidina es más estable que la cianidina en metanol acidificado. Sin embargo, la posición de estos grupos no sólo afecta la estabilidad sino también la intensidad de color: el color de las antocianinas cambia de rosa a azul con el incremento de grupos hidroxilo (Rein, 2005).
- i) Luz: La luz puede afectar a las antocianinas es dos diferentes maneras, mientras que la luz es esencial para la biosíntesis de las antocianinas, también puede acelerar su degradación. Éstas van a preservar de mejor manera su color cuando se almacenan en oscuro (Rein, 2005).

6.2. Ácidos orgánicos

La flor de Jamaica contiene un alto porcentaje de ácidos orgánicos (15-30%), tales como el ácido oxálico, ácido tartárico, ácido málico, ácido succínico y ácido hibisco. Los ácidos oxálico y tartárico constituyen más de tres cuartos del total de ácidos presentes en la flor de Jamaica.

6.3. Hidratos de carbono

La planta en conjunto es rica en hidratos de carbono (9.2-76.5%). Sin embargo, el porcentaje de hidratos de carbono se reduce a 3.3% en la flores, donde la glucosa es el azúcar más abundante, seguido de la fructosa y sacarosa.

La composición proximal puede cambiar dependiendo de la variedad genética y tipo de suelo de cultivo.

Composición proximal de cálices de Jamaica (g/100g de materia seca)	
Humedad	9.20 g
Proteína	17.40 g
Grasa	2.61 g
Fibra	12.00 g
Ceniza	6.90 g
Calcio	1260.00mg
Fósforo	273.20 mg
Hierro	8.98 mg
Potasio	2732.00 mg
Tiamina	0.11 mg
Riboflavina	0.27 mg
Niacina	3.76 mg
Ácido ascórbico	67.00 mg

Tabla 2. Propiedades alimenticias (Morton, 1987)

La tabla 2 muestra una composición proximal de los cálices de la Jamaica y a pesar de que los datos en la literatura no son muy homogéneos, se considera una de las informaciones más citadas. Como puede observarse, contiene valores apreciables de proteína, cenizas y fibra.

7. LEGISLACIÓN VIGENTE SOBRE ADITIVOS ALIMENTARIOS

Las antocianinas en cuanto a su aspecto general de toxicidad, se consideran inocuas en base a su fuente natural, y porque también el largo periodo que tienen de uso ha confirmado que no son tóxicas para la salud.

En el tema referente a los aditivos alimentarios en general, existe una amplia gama de regulaciones de los principales países y de sus autoridades en materia de salud pertinentes. A continuación se enlistan las principales regulaciones existentes en la Unión Europea, Estados Unidos y México.

a) Chemical Used in Food Processing

Publicado por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de Norteamérica (NAS).

b) Food, Drugs & Cosmetic Act (FD&C Act)

Publicado por la FDA, es una agencia dentro del Departamento de Salud y Servicios Humanos en los Estados Unidos de Norteamérica. La organización de la FDA se compone de la Oficina del Alto Comisionado de las cuatro direcciones y la supervisión de las funciones básicas de la agencia: productos médicos, cosméticos, importaciones y exportaciones, tabaco y alimentos. Es la legislación actual relativa a la regulación y uso de colorantes añadidos a los alimentos en los Estados Unidos (FD&C Act, 2012).

c) Code of Federal Regulations (CFR)

El Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos de Norteamérica (CFR) es la codificación de las normas generales y permanentes publicadas en el Registro Federal por los departamentos ejecutivos y agencias del Gobierno Federal. Se divide en 50 títulos que representan amplias áreas sujetas a regulación federal. El título 21 trata sobre alimentos y medicamentos. Dentro del primer capítulo titulado "FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES" se encuentra la parte 73, que muestra el

listado de colorantes exentos de certificación. El CFR enlista a las antocianinas en el apartado 73.170 que refiere al extracto de la piel de uva (Code of Federal Regulations, 2010). Se utiliza el término general “enocianina” y se refiere a un producto obtenido del hollejo de las uvas después de la producción del vino. (Fennema, 1993)

Usos: el extracto de piel de uva puede usarse de manera segura para la coloración de las bebidas con y sin gas, los concentrados para bebidas, y bebidas alcohólicas.

La certificación de este colorante no es necesaria para la protección a la salud pública.

d) Food Chemical Codex (FCC)

Publicado por la NAS, el FCC es un compendio de normas y parámetros de calidad reconocidas internacionalmente sobre la pureza e identidad de algunos ingredientes y aditivos empleados en los alimentos.

e) Codex Alimentarius

La Comisión del Codex Alimentarius desarrolla normas alimentarias, reglamentos y otros textos relacionados tales como códigos de prácticas bajo el Programa Conjunto FAO/OMS de Normas Alimentarias. Las materias principales de este programa son: la protección de la salud de los consumidores, asegurar prácticas de comercio claras y promocionar la coordinación de todas las normas alimentarias acordadas por las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. La Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios (GDSF, Codex STAN 192-1995) establece las condiciones en las que se pueden utilizar aditivos alimentarios autorizados en todos los alimentos. Enlista a las antocianinas bajo el nombre de Extracto de piel de uva con el número SIN163 (ii) (Codex Alimentarius, 2012).

f) JECFA (F.A.O./O.M.S.)

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) es un comité científico internacional de expertos administrado conjuntamente por la

OMS y la FAO. Su labor inició con la evaluación de la inocuidad de los aditivos alimentario y ahora incluye también la evaluación de los contaminantes, las sustancias tóxicas naturales y los residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos. El JECFA enlista a las antocianinas con el número SIN 163i y reporta que no tiene un valor ADI, por lo que se considera como aditivo GRAS.

g) Colour Index

Obra de referencia más importante que trata de la clasificación de los colorantes y los pigmentos. Es una publicación editada por la Society of Dyers and Colourist. Esta colección de volúmenes proporciona un listado completo de los colorantes comerciales y los pigmentos conocidos, y es actualizada periódicamente. Cada colorante recibe un Nombre Genérico C.I., el cual incorpora su clase de aplicación, el matiz y un número, que refleja simplemente el orden cronológico en los que los colorantes fueron introducidos comercialmente. (Christie, 2001).

h) Secretaría de Salud (Ley General de Salud)

Es la Secretaría de Estado en México que dicta las normas técnicas a las cuales quedará sujeta la prestación de servicios de salud en las materias de salubridad general. A través de Diario Oficial de la Federación publicado el 17 de julio de 2006, publica un acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, entre ellos, a las antocianinas como colorantes (Facultad de Química, U.N.A.M., 2011).

8. APLICACIONES

El número de aplicaciones que tienen las antocianinas de la Jamaica es amplio y día a día se buscan otros posibles usos, haciendo crecer la cantidad de productos beneficiados ya sea por su color, o por sus propiedades terapéuticas.

Las antocianinas de la Jamaica pueden ser aplicadas como colorantes de alimentos, siendo capaces de sustituir a los colorantes sintéticos dentro de ciertas restricciones como las ya tratadas en la estabilidad que presentan (pH, solubilidad, formación de complejos, temperatura de proceso, estructura, luz, actividad acuosa, etc.). Estas restricciones determinarán el tipo de productos en que puedan ser usadas.

La principal aplicación radica en los cálices deshidratados que se utilizan para la obtención de extractos concentrados cuyo uso más común es la elaboración de bebidas. Otras aplicaciones son mermeladas, dulces, jarabes, licor, té, salsas, harinas, etc. Sin embargo, se presentan a continuación algunos ejemplos en los cuales se ha utilizado a la flor de Jamaica mediante la elaboración de un extracto, el uso de los cálices frescos o deshidratados para teñir, así como antocianinas encapsuladas.

8.1. Bebidas no alcohólicas

Para la preparación de bebidas no alcohólicas, una dosificación de 3kg de extracto de antocianina al 1% para 1000 litros de bebida (30mg/L antocianina) imparte un color rojo intenso. Con el incremento de pH las antocianinas se vuelven pálidas, sin embargo, si el producto coloreado contiene componentes capaces de actuar como copigmentos (por ejemplo: flavonoides, polifenoles, alcaloides, aminoácidos o ácidos orgánicos), el color puede ser mantenido y también ser resistente a la luz hasta cierto punto (Bridle, 1990).

También se pueden preparar bebidas frías realizando una cocción de los cálices con agua, esta bebida puede ser de uso inmediato, envasado o congelada. En México, es una bebida muy popular durante el verano, el mayor uso que se le da a la flor de

Jamaica es en forma deshidratada para preparar una bebida fría muy popular llamada *agua de Jamaica*.

En Jamaica, se consume como bebida tradicional en navidad mezclando los cálices, jengibre rallado y azúcar en agua caliente (Morton, 1987).

8.2. Bebidas alcohólicas

8.2.1. Licor a base de alcohol y ginseng

Otra aplicación de las antocianinas de *Hibiscus sabdariffa* L como colorantes se refiere en la patente ES-2-323-030-B1 (Cerdeira, 2006), donde se describe la preparación de una bebida alcohólica del tipo licor elaborada a base de alcohol y ginseng (*Panax ginseng*). La finalidad de las bebidas de tipo licor consiste en añadir al alcohol o alcoholes naturales de los que se parte para su elaboración las características organolépticas (aroma, sabor, color) de la variedad vegetal o fruto que se utiliza como ingrediente. El ginseng que se utiliza como ingrediente se puede añadir en forma de diversas partes de plantas de la variedad vegetal ginseng: las hojas, raíces, polvo de raíz, extracto seco o líquido u otros concentrados. La adición de colorantes es para dar a la bebida un tono de color concreto y podrán ser utilizadas con una doble función colorante y aromatizante especies vegetales para infusiones de uso en alimentación, por ejemplo, el romero (*Rosmarinus officinalis*), el hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) o la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) entre otras. La cantidad a emplear de estos productos dependerá de la forma de presentación y concentración de los mismos. Conforme a la patente, para elaborar 1000 L de una bebida del tipo licor con un contenido aproximado de alcohol de 28% en peso, utilizando como ingredientes principales ginseng y un aguardiente compuesto elaborado con alcoholes naturales, en un ejemplo no restrictivo se utilizan las siguientes cantidades de los siguientes ingredientes o sustancias constituyentes:

- a) Entre 400 y 600 L de aguardiente de orujo (bebida alcohólica procedente del hollejo de uva), del tipo aguardiente compuesto obtenido mediante la mezcla de aguardiente y destilado de orujo procedente de la vinificación, de madres y/o de lías, conteniendo alrededor de un 56% de volumen de alcohol.

- b) Entre 1.5 y 9 kg de trozos de raíz de ginseng seca.
- c) Entre 1 y 3 kg de flores secas de hibisco.
- d) Entre 0.6 y 1.5 kg de canela en rama.
- e) Entre 120 y 255 kg de azúcar como producto edulcorante.
- f) Entre 260 y 420 L de agua.

El procedimiento de elaboración es el siguiente:

⇒ Maceración: se introducen en un recipiente para uso alimentario el aguardiente de orujo junto con los trozos de raíz de ginseng, las flores de hibisco y la canela en rama y se mantiene en maceración removiendo periódicamente durante un periodo de entre 20 y 65 días.

⇒ Recuperación del ginseng: se separa el ginseng, el hibisco y la canela del alcohol natural mediante un filtro de tela.

⇒ Infusión: se elabora una infusión con el ginseng, el hibisco, la canela y el agua. Se añade el azúcar y se mezcla hasta conseguir un jarabe homogéneo.

⇒ Mezcla: se introducen en un contenedor de uso alimentario el producto resultante de la fase de maceración y el jarabe filtrado resultante de la fase de infusión removiéndolos hasta conseguir una mezcla homogénea.

⇒ Filtrado: se procede a filtrar el producto resultante de la fase de mezcla con un sistema de filtración por placas.

⇒ Embotellado: se embotella la bebida resultante de la fase de filtrado en botellas adecuadas para la comercialización del producto.

8.2.2. Licor de Jamaica

Otra aplicación directa de los cálices de *Hibiscus sabdariffa* radica en la preparación de un licor a partir de la flor de Jamaica. Terán (2006) explica que se trata de una bebida alcohólica elaborada a partir de la mezcla de extracto de Jamaica y alcohol de caña es una concentración del 18%. Su consumo es comparable al de los vinos de mesa, se puede utilizar en coctelería y también como sazónador en diversos platos. Su presentación es una botella de vidrio alargada tipo vino de 750 mL. La producción inicia con la recepción de materia prima en fresco, la cual debe estar

previamente seleccionada y libre de contaminantes externos (tierra, piedras, semillas) para posteriormente pasar a un proceso de lavado y desinfección. Enseguida, la flor de Jamaica pasa a la extracción por infusión de concentrado en una solución de agua y alcohol al 2.9% la cual se dejará siete días en reposo para después ser filtrada. Una vez transcurrido este tiempo, se obtendrá un jarabe a partir de la mezcla obtenida (concentración de 25° Brix), obtenida esta mezcla pasa al envasado en botellas de 750 mL previamente esterilizadas las cuales se sellan, etiquetan y colocan en cajas de cartón corrugado de 12 piezas (Terán, 2006).

8.3. Mermeladas

8.3.1. Mermelada de Jamaica

Terán (2006) describe a la mermelada como una melaza obtenida a partir del concentrado de Jamaica mezclado con flor molida, de sabor agridulce y consistencia suave. El producto final se envasa en tarros de vidrio de 250 g. Su producción requiere materia prima seleccionada y libre de contaminantes. Enseguida esta pasa a un proceso de extracción acuosa a una temperatura de 65 °C para después ser filtrada, separando la flor de la infusión obtenida. Dicha flor pasa a molienda y adición de aditivos consistentes en azúcar y benzoato de sodio como conservado. Una vez obtenida una pasta homogénea a partir de la mezcla de flor y aditivos se pasa al envasado y etiquetado en frascos estériles de 250 g que son colocados en cajas de cartón corrugado con 24 piezas (Terán, 2006).

8.3.2. Mermelada de fresa

Selim (2008) propuso una aplicación de las antocianinas produciendo un polvo a partir de los cálices y posteriormente encapsulado para colorear productos como mermelada de fresa y caramelo duro. La aplicación sobre los productos consistió en:

A la mermelada de fresa añadió las antocianinas encapsuladas en concentraciones de 0.05, 0.1, 0.15 y 0.2% (0.5, 1, 1.5 y 2g/kg). El estudio mostró que la

muestra de mermelada adicionada con 0.1% de antocianinas en polvo alcanzó el mayor valor de color indicando una mayor preferencia por los consumidores; esta aceptación perduró hasta 9 meses, tiempo en el cual la muestra con 0.1% fue almacenada a temperatura ambiente (25°C). (Selim *et al.*, 2008)

8.4. Caramelo duro

Al caramelo duro adicionó concentraciones de 0.05, 0.1, 0.2 y 0.3% de antocianinas encapsuladas y las diferentes muestras fueron evaluadas sensorialmente en sus atributos de color, sabor, palatabilidad (mouthfeel) y aceptabilidad general. La muestra se comparó con un control adicionado con 0.019% de colorante sintético Raspberry red, E124. La muestra añadida con 0.2% de antocianina en polvo mostró un color comparable con la muestra control, y sin diferencias en otros atributos sensoriales. (Selim *et al.*, 2008)

De acuerdo a la patente ES-2-279-381-T3 (Südzucker, 2004), colorantes alimenticios de origen natural pueden ser añadidos a caramelos duros aplicados a una base. El colorante es añadido a un soporte de forma que el colorante alimentario se distribuye homogéneamente por la base del caramelo duro. De acuerdo a la patente, un “caramelo duro” es un dulce que se fabrica mediante la cocción de una solución de azúcares y/o sustitutos de azúcar, hasta un contenido en sólidos no inferior al 95% y que tiene una consistencia vidriosa. Por “soporte” o “base” se entiende una sustancia que actúa como un sustrato y/o estructura para los colorantes alimenticios utilizados, siendo posible que los colorantes se fijen, adhieran o impregnen al soporte, de manera que el soporte o las partículas del soporte formadas se colorean debido al colorante alimenticio. Para efectos de la patente, el soporte del colorante puede ser xantano, pectina, carragenina, goma arábiga o alginato. Y menciona que los colorantes alimenticios naturales incluyen colorantes de origen vegetal, siendo ejemplo de ello los carotenoides, flavonoides y las antocianinas. El proceso para la elaboración del caramelo comprende:

- a) Poner en contacto una base (solución de goma arábica al 50%) con algún colorante alimenticio (de acuerdo a instrucciones del fabricante), de manera que la base tenga un color.
- b) Secado de la base coloreada en bandeja de aluminio.
- c) Adición de la base coloreada a una mezcla de una base de caramelo duro a una temperatura entre 80-150 °C.
- d) Formación de un caramelo duro a partir de la masa fundida de la base de caramelo duro que consta del soporte coloreado.

8.5. Cálices frescos

A los cálices frescos picados se les puede dar uso en ensaladas de frutas. En África, con frecuencia se cocinan como guarnición acompañado de maní molido. Si los cálices se guisan, puede prepararse para salsas o rellenos de tartas o pasteles o jarabes que se pueden añadir a cremas, helados, pasteles, gelatinas y aderezos. En el caso de las gelatinas, no es necesario adicionar pectina, ya que los cálices poseen 3.19% de pectina (Morton, 1987).

8.6. Agente contra la obesidad

La invención ES-2-274-053-T3 (SAN-EI GEN F.F.I. Inc., 2002) se refiere al uso de un agente contra la obesidad y/o antidiabético que contiene cianidin-3-glucósido como ingrediente activo, y a un alimento saludable al cual se ha añadido cianidin-3-glucósido proveniente de un extracto soluble en agua de una planta que lo contiene. Los inventores descubrieron que el cianidin-3-glucósido suprime el incremento de las células adiposas y reduce las concentraciones de glucosa en la sangre. Entre las plantas a utilizarse para extraer el cianidin destaca el hibisco, del cual se utilizan principalmente los cálices. Una vez obtenido el extracto tras una maceración de los cálices bajo condiciones ácidas, se puede filtrar y refinar para aislar cianidin-3-glucósido. El agente contra la obesidad y/o antidiabético se produce mediante un método convencional utilizando un excipiente sólido (por ejemplo: lactosa, almidón de maíz, bicarbonato de sodio) o líquido (por ejemplo: agua, etanol, sorbitol), pudiendo

contener también otros aditivos como estabilizantes, edulcorantes, conservadores, saborizantes, colorantes. El agente puede producirse en formas para uso interno, tales como dispersión, tableta, emulsión, cápsula, gránulo, solución, jarabe y similar. El alimento saludable significa un alimento destinado al cuidado, mantenimiento y refuerzo de la salud, en comparación con un alimento común. Por ejemplo, el alimento saludable puede obtenerse mediante mezcla o rociado de cianidin-3-glucósido o del extracto soluble en agua, ya sea como producto intermedio o como producto final. Y éste puede ser un producto sólido, líquido o semisólido, tales como el almidón, harina de trigo, azúcar, jarabe, jalea, mermelada, pan, fideos, dulces, galletas; reforzadores de sabor tales como aderezos y salsas; productos líquidos como bebidas, bebidas energéticas y sopa. En cuanto a la dosis de cianidin-3-glucósido, se utiliza de 10 a 100mg por día para una persona adulta de 60kg. Sin embargo, la dosis puede variar en función de diversos factores tales como el estado de salud o método de administración.

8.7. Otras aplicaciones

Además de los cálices, también se le da uso a otras partes de la planta *Hibiscus sabdariffa* L. como el follaje, los tallos y las semillas en distintas ramas industriales. El diagrama 2 muestra un ejemplo de las aplicaciones que no sólo sirven para el consumo humano, si no también consumo animal y agrícola (ver Diagrama 2).

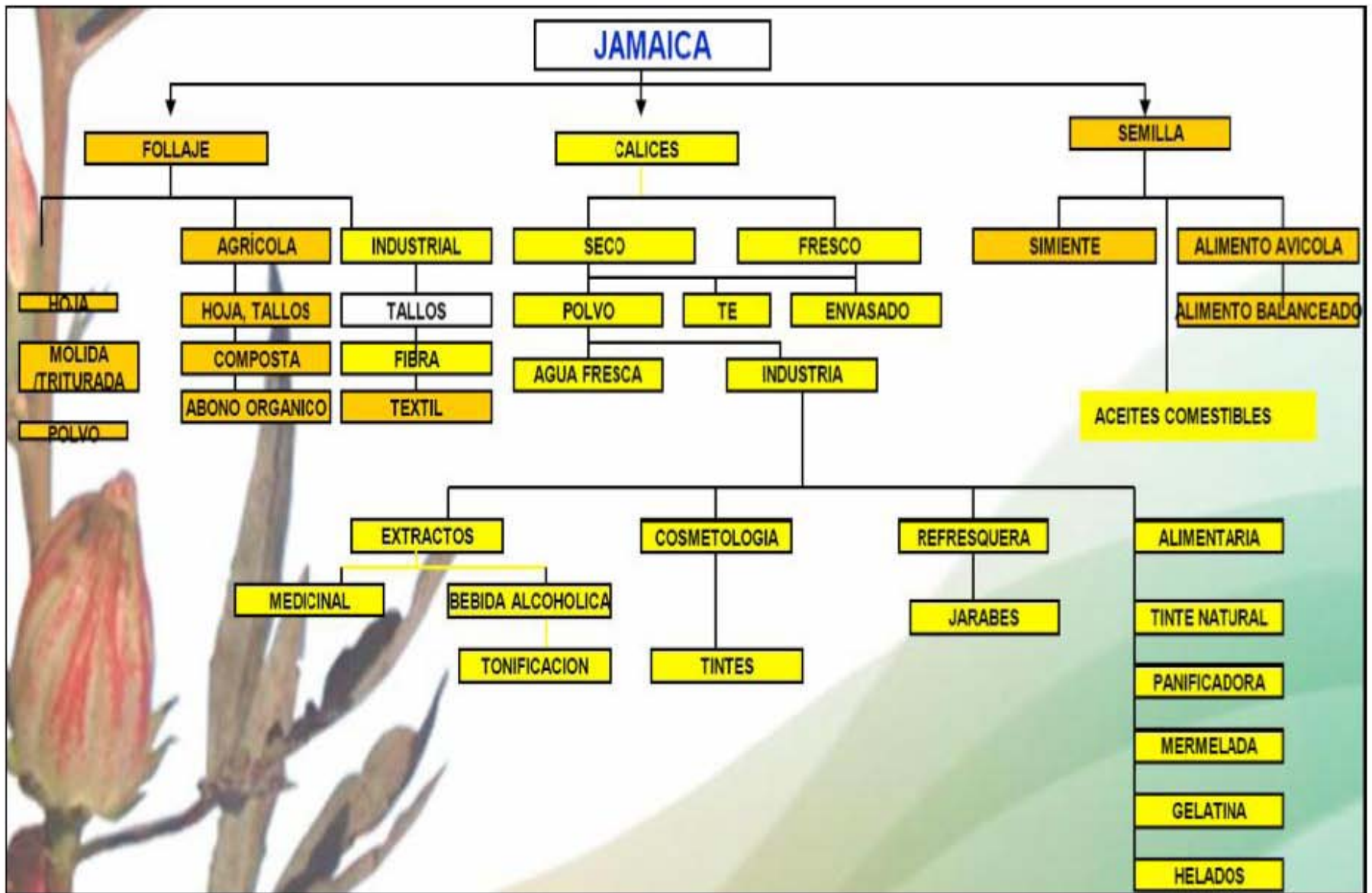


Diagrama 2. Otras aplicaciones de la Jamaica en diferentes secciones industriales.

Fuente: INIFAP.

9. BENEFICIOS A LA SALUD

El interés en los colorantes naturales, en especial de las antocianinas, se ha intensificado en los últimos años debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas, tales como reducción de enfermedades coronarias o cardiovasculares (reducción en niveles de colesterol y triglicéridos sanguíneos), efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios, antidiabéticos, antihipertensivos (o efecto hipotensor), antiobesidad, hipolipemiente, hipoglucemiante, diuréticos, hepatoprotector. Además que los beneficios a la salud se ven aunados con la actividad biológica de la antocianinas, como la actividad antioxidante. Problemas como la hipertensión o las enfermedades cardiovasculares son considerados causas de mayor mortalidad en el mundo. El aumento lipídico en sangre es un factor de riesgo importante en estos padecimientos (Hernández, 2003; Alarcón, 2007; Sáyago, 2007, 2010; Lin, 2007; McKay, 2010).

9.1. Efecto hipolipemiente

Estudios realizados por Hernández (2003) han demostrado que la flor de Jamaica disminuye los niveles de lípidos en sangre, administrada en forma de bebida fría. “Los niveles séricos elevados de colesterol total, de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y de triglicéridos, se relacionan frecuentemente con diversas enfermedades crónico degenerativas como las cardiopatías y la hipertensión arterial. Los medicamentos hipolipemiantes existentes en el mercado (por ejemplo, estatinas o fibratos), demuestran una eficacia adecuada en el control de las dislipidemias, sin embargo, los efectos secundarios y su elevado costo limitan su uso” (Hernández *et al.*, 2003). Trabajaron con 20 pacientes adultos con diversos grados de dislipidemia y su mayor comparación consistió en determinar la mejor forma de administración de la flor de Jamaica: en bebida fría o extracto seco encapsulado. La dosificación consistió en 10g de flor da Jamaica en un litro de agua cada 24 horas. Al final del estudio (60 días), los niveles de colesterol total, LDL y triglicéridos disminuyeron entre 19% y 26%, mientras que los pacientes tratados con agua o placebo no experimentaron cambio en

el perfil lipídico. No se encontró diferencia significativa entre las presentaciones de administración, es decir, “se muestra tan eficaz la ingesta de polvo seco encapsulado que una dosis equivalente de tizana fría (agua de Jamaica)” (Hernández *et al.*, 2003).

9.2. Tratamiento contra la obesidad

En 2007, Alarcón y su equipo estudiaron el efecto del extracto de *Hibiscus sabdariffa* en ratones obesos, con el objetivo de determinar si un extracto estandarizado tiene efectos en el aumento de peso de un animal obeso inducido por la administración de glutamato monosódico. Los autores encontraron que la administración de antocianinas de la Jamaica redujo significativamente la ganancia de peso corporal en ratones obesos y se incrementó la ingesta de líquidos tanto en ratones sanos como en obesos. Se aclara que no se observó mortalidad en los grupos tratados con extractos de *Hibiscus sabdariffa* (Alarcón *et al.*, 2007).

9.3. Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante de la Jamaica ha sido ampliamente estudiada. Un estudio realizado por Sáyago (2010) habla de un nuevo concepto aunado con su elevado porcentaje de fibra dietética, afirmando que la Jamaica es una fuente de fibra antioxidante. “El concepto de fibra antioxidante se refiere a aquella materia prima con un elevado porcentaje de fibra dietética y cantidades apreciables de antioxidantes naturales asociados a la matriz del conjunto de compuestos no digeribles” (Sáyago, 2010). En estudios previos realizados por Sáyago (2007) se encontró un contenido de fibra dietética total de 33.9 g/100 g de materia seca, de los cuales 29.04 g/100 g corresponden a fibra insoluble y 4.87 g/100 g de fibra soluble. Por otro lado, en los cálices de *Hibiscus sabdariffa* se identificó una apreciable cantidad de compuestos bioactivos, tales como polifenoles, que ejercen su principal acción biológica a través de mecanismos de antioxidación y secuestro de radicales libres. El contenido de compuestos fenólicos de los cálices comprende alrededor de 6% sobre materia seca. Los polifenoles que tienen más relevancia nutricional dada su actividad biológica son los flavonoides que son abundantes en los alimentos de origen vegetal. El contenido

fenólico en *Hibiscus sabdariffa* L, compuesto principalmente por las antocianinas, es el encargado de la actividad antioxidante. (Sáyago, 2010). Considerando que en México la Jamaica es consumida en su mayoría como bebida, ya sea fría o caliente, en una porción de 250mL de agua de Jamaica el contenido de fibra soluble dietética es de 166mg por porción aproximadamente, lo que equivale al 2% del consumo diario recomendado de fibra soluble (Sáyago, 2007), de acuerdo a la Academy of Nutrition and Dietetic, la cual recomienda consumir de 5 a 10 g de fibra soluble al día.

Otro estudio realizado por Kuskoski (2004) analiza cual de las seis principales antocianinas encontradas en la naturaleza presenta mayor actividad antioxidante. Se utilizó Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico 97%) como antioxidante de referencia. Los resultados obtenidos concluyen que los compuestos que poseen agrupación 3', 4' di-OH sustituidos como delphinidina y cianidina 3-glucósido presentan una mayor actividad antioxidante (cerca de dos veces superior al Trolox) en comparación con aquellos compuestos con idéntica hidroxilación en los anillos A y C, y compuestos con un solo grupo OH en el anillo B (4'-OH) incluyendo pelargonidina, malvidina y peonidina (Kuskoski *et al.*, 2004).

9.4. Reducción de los niveles de colesterol

En 2007, Lin realizó un estudio en 42 voluntarios (hombres y mujeres entre 18 y 75 años con niveles de colesterol de 175 a 327 mg/dL) para investigar el potencial de reducción en niveles de colesterol que tiene el extracto de *Hibiscus sabdariffa* (HSE por sus siglas en inglés). Reportó que la mejor dosificación de HSE para reducir el colesterol en suero fue de 2 cápsulas (conteniendo un total de 1000 mg de HSE) tres veces al día durante cuatro semanas. El contenido de antocianinas, flavonoides y polifenoles por cápsula, fue de 20.1, 10 y 14 mg respectivamente. De un grupo de 14 voluntarios, 10 respondieron de acuerdo a lo esperado y el colesterol disminuyó 12%. (Lin *et al.*, 2001)

9.5. Efecto antihipertensivo

La hipertensión arterial es la elevación persistente de la presión arterial por arriba de las cifras consideradas como normales. El diagnóstico se establece cuando se encuentra elevación de las cifras tensionales por arriba de 140/90 mm Hg en dos ocasiones distintas y el diagnóstico se asegura si además se encuentra algún signo de daño a algún órgano blanco (Herrera, 2006). McKay (2010) realizó un estudio cuyo objetivo fue examinar el efecto antihipertensivo que tiene la infusión de flor de Jamaica en el consumo humano. Participaron 65 adultos pre y medianamente hipertensivos, de 30 a 70 años, presentando valores de presión sanguínea 120-150mmHg sistólica y ≤ 95 mmHg diastólica. A un grupo se les administró una cantidad equivalente a una bolsa de té comercial (1.25g *H. sabdariffa*) en 240mL de agua potable, consumiendo tres cantidades al día, mientras que a otro grupo se le proporcionó un placebo que consistía en un concentrado de sabores artificiales, tomando 16-18 gotas (1.2mL) en 240mL de agua potable. Tras 6 semanas de estudio, el cambio en la presión sistólica de quienes tomaron el té fue mayor (-7.2 ± 11.4 mmHg) que los participantes que consumieron el placebo (-1.3 ± 10.0 mmHg). El cambio en la presión diastólica no fue significativo entre ambos grupos (-3.1 ± 7.0 vs. -0.5 ± 7.5 mmHg), concluyendo que 3 porciones al día de té de Jamaica en la dieta, reducen eficazmente la presión sanguínea en adultos hipertensivos (McKay *et al.*, 2010).

10. CONCLUSIÓN

Las antocianinas son pigmentos naturales que imparten colores a las plantas para diversas funciones. Estos pigmentos representan un potencial para el reemplazo competitivo de colorantes sintéticos en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos y para la obtención de productos con valor agregado dirigidos al consumo humano.

Se recomienda una constante investigación a futuro para tratar de comprender propiedades como la estabilidad en matrices específicas, la relación entre su estructura, su actividad biológica, los efectos sinérgicos y las dosis efectivas.

La calidad de un alimento está ligada al color que presenta y que se aprecia por el consumidor. Dado que la apariencia es el primer atributo apreciado por el consumidor, los colorantes ayudan a que el producto tenga una mayor aceptación y consumo.

Actualmente se presenta un mayor esfuerzo en descubrir nuevas alternativas naturales con el fin de mantenerse al día con las tendencias de consumo. A pesar de que existe una preferencia creciente a utilizar colorantes naturales como aditivos para los alimentos, normalmente se siguen utilizando los colorantes sintéticos puesto que presentan la ventaja de una mayor intensidad de color, mayor estabilidad, costo más bajo y son a menudo más fáciles de producir.

La adición de colorantes naturales a los alimentos mejora el color sin los efectos adversos que pudieran presentar algunos colorantes sintéticos.

La producción y el uso a gran escala de los colorantes naturales bien podrían introducir problemas medioambientales, por ejemplo, la necesidad de cultivar grandes extensiones de terreno y la probabilidad de que los procesos de coloración pudieran no estar necesariamente libres de problemas de contaminación. Una salida posible podría ser un interés renovado en la investigación de los colorantes naturales buscando la mejora del comportamiento del producto, de los métodos de producción y de los

procesos de aplicación, y el resurgimiento de ciertos mercados minoritarios que aprovechan la inclinación medioambiental positiva asociada a los colorantes naturales.

Los cálices deshidratados de Jamaica son apreciados comercialmente porque a partir de estos pueden obtenerse extractos concentrados de color rojo con aplicaciones en la industria alimentaria.

Los efectos terapéuticos presentes en las antocianinas de la Jamaica aportan un beneficio a la salud de las personas que consumen productos adicionados con el colorante debido a sus propiedades, entre ellas, hipocolesterolémicas, antihipertensivas, hipolipemiantes, antioxidantes y diuréticas.

11. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Academy of Nutrition and Dietetic, [en línea] 1995-2010 [febrero 2011]. Disponible en la web: <http://www.eatright.org/>
- 2) Alarcón, F. *et al.* (2007) Effect of *Hibiscus sabdariffa* on obesity in MSG mice. *Journal of Ethnopharmacology*. 114: 66-71.
- 3) Badui, S. (1993) *Química de los Alimentos*. Alhambra. 3° ed. México. p. 388-392, 401-403.
- 4) Bechtold, T. *et al.* (2009) *Handbook of natural colorants*. Wiley. Gran Bretaña. pp. 135-150, 261-267.
- 5) Bridle, P., *et al.* (1997) Anthocyanins as natural food colours, selected aspects. *Food Chemistry*. 58(1-2): 103-109.
- 6) Cerdeira, J. (2006) Bebida alcohólica del tipo licor elaborada a base de alcohol o alcoholes naturales y ginseng. Inventor: Cerdeira, J. Solicitud: 29-12-2006. Oficina Española de Patentes y Marcas, España. Clasificación: ES 2 323 030 B1, 03-07-2009.
- 7) Christie, R. (2001) *La química del color*. Acribia. España. p. 23-26.
- 8) Code of Federal Regulations (CFR), Título 21, Capítulo I, Parte 73, Número 73.170, [en línea] 1 de abril de 2010 [noviembre 2011]. Disponible en la web: <http://www.gpoaccess.gov/cfr/>
- 9) Comité Nacional Sistema Producto Jamaica, S.C. [en línea], [octubre 2011]. Disponible en la web: www.conjamaica.org.mx
- 10) Codex Alimentarius, Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios (GDFS, Codex STAN 192-1995) [en línea] 2012 [febrero 2012]. Disponible en la web: <http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/index.html?lang=es>
- 11) Diario Oficial de la Federación, publicado el lunes 17 de Julio de 2006. Primera sección. p. 35.
- 12) Durst R., *et al.* (2001) Separation and Characterization of Anthocyanins by HPLC. En: *Handbook of Food Analytical Chemistry*. New Jersey: John Wiley & Sons. p. 33-45.
- 13) Facultad de Química, U.N.A.M. (2011) Material didáctico del módulo III del diplomado en Aditivos Alimentarios, México.

- 14) Federal Food, Drug and Cosmetic Act (FD&C Act), Capítulo IV: Food, Sección 409, Título 348 – Aditivos Alimentarios, [en línea] 19 enero 2012 [febrero 2012]. Disponible en la web:
<http://www.fda.gov/RegulatoryInformation/Legislation/FederalFoodDrugandCosmeticActFDCA/default.htm>
- 15) Fennema, O. (1985) Introducción a la ciencia de los alimentos. Reverté. España. p. 468-476.
- 16) Fennema, O. (1993) Química de los alimentos. Acribia. España. p. 648-657.
- 17) Francis, F., *et al.* (1973) Anthocyanins of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Journal of Food Science. 38: 810-812.
- 18) Fundación Produce de Guerrero, A.C. [en línea] [octubre 2011]. Disponible en la web: <http://www.fundacionproducegro.org.mx/index.php>.
- 19) Fundación Produce Puebla, A.C. [en línea] 2007 [octubre 2011]. Disponible en la web: <http://www.fuppue.org.mx/>.
- 20) Garzón, G. (2008) Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. Acta biol.Colomb. 13(3): 27 – 36.
- 21) Hernández, A., *et al.* (2003) Efecto hipolipemiante de *Hibiscus sabdariffa* en pacientes con dislipidemias. Tesis de especialización. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 48 p.
- 22) Herrera, A. (2006) Evaluación clínica de la tolerabilidad, seguridad y efectividad antihipertensiva de un extracto estandarizado de *Hibiscus sabdariffa* (Jamaica) en pacientes ambulatorios. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 131 p.
- 23) Hidalgo, S., *et al.* (2009) Caracterización de trece genotipos de rosa de Jamaica *Hibiscus sabdariffa* en Guatemala. Agronomía mesoamericana. 20(1): 101-109.
- 24) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. [en línea] 2010 [diciembre 2011]. Disponible en la web: <http://www.inifap.gob.mx/>
- 25) Juliani, H., *et al.* (2009) Chemistry and Quality of Hibiscus (*Hibiscus sabdariffa*) for Developing the Natural-Product Industry in Senegal. Journal of Food Science. 74(2): 113-121.
- 26) Kramer, A., *et al.* (1970) Quality control for the food industry. The Avi Publishing. Westport, Conn.

- 27) Kuskoski, E., *et al.* (2004) Actividad antioxidante de pigmentos antociánicos. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, Campinas. 24(4): 691-693.
- 28) Lin, T., *et al.* (2007) *Hibiscus sabdariffa* extract reduces serum cholesterol in men and women. *Nutrition Research*. 27: 140-145.
- 29) McKay *et al.* (2010) *Hibiscus sabdariffa* L. Tea (Tisane) Lowers Blood Pressure in Prehypertensive and Mildly Hypertensive Adults. *J. Nutr.* 140: 298-303.
- 30) Morton, J. (1987) Roselle, *Hibiscus sabdariffa* L. En: Las frutas de climas cálidos. Miami, FL. USA. p. 281-286.
- 31) NMX-FF-115-SCFI-2010. PRODUCTOS AGRÍCOLAS DESTINADOS PARA CONSUMO HUMANO – FLOR (CÁLIZ) DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de julio de 2010.
- 32) Rein, M. (2005) Copigmentation reactions and color stability of Berry anthocyanins (dissertation). EKT series 1331. University of Helsinki, Department of Applied Chemistry and Microbiology. Finlandia. 87 p.
- 33) Sánchez, J., *et al.* (2006) Propiedades físicas de la semilla de Jamaica criolla mexicana (*Hibiscus sabdariffa* L.) en función de su contenido de humedad. *Ciencias Agrícolas Informa*. 16: 30-36.
- 34) SAN-EI GEN F.F.I., Inc. (2002) Agente contra la obesidad y/o antidiabético que contiene cianidín-3-glucósido como ingrediente activo. Inventor: Tsuda. T., *et al.* Solicitud: 04-07-2002. Oficina Española de Patentes y Marcas, España. Clasificación: ES 2 274 053 T3, 01-12-2004.
- 35) Sáyago S., *et al.* (2007) Dietary Fiber Content and Associated Antioxidant Compounds in Roselle Flower (*Hibiscus sabdariffa* L) Beverage. *J Agric Food Chem*. 55: 7886-7890.
- 36) Sáyago S., *et al.* (2010) *Hibiscus sabdariffa* L: Fuente de fibra antioxidante. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 60(1): 79-84.
- 37) Selim, K., *et al.* (2008) Extraction, encapsulation and utilization of red pigments from Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as natural food colourants. *Alexandria Journal Food Science & Technology*. Special Volume Conference, March 2008. p. 7-20

- 38) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Anuario Estadístico [en línea], 2010 [octubre 2011]. Disponible en la web: http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp.
- 39) SüdzuckerAktiengesellschaftMannheim. (2004) Caramelos duros con colorantes incorporados. Inventor: Kowalczyk, J., *et al.* Solicitud: 19-05-2004. Oficina Española de Patentes y Marcas, España. Clasificación: ES 2 279 381 T3, 22-02-2006.
- 40) Terán, R. (2006) Plan de exportación de Licor de Jamaica como Herramienta de Competitividad para la Cadena Agroindustrial de Flor de Jamaica en el Estado de Puebla. Tesis de Licenciatura. Administración de Negocios Internacionales. Escuela de Negocios y Economía. Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla, México. 71 p.
- 41) Tsai, P., *et al.* (2002) Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. Food Research International. 35: 351-356.
- 42) U.S Food and DrugAdministration (FDA), [en línea] [noviembre 2011]. Disponible en la web: <http://www.fda.gov/default.htm>
- 43) Vega F. (1988) Aislamiento e identificación del colorante de la Jamaica mexicana (*Hibiscus sabdariffa* L.). Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 58 p.