



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

TESIS

**ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICOS DEL ACEITE DE
SEMILLA DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*), PRODUCIDO EN
EL ESTADO DE MICHOACÁN**

Que para obtener el título de:

QUÍMICO FARMACOBIOLOGO

PRESENTA:

P.Q.F.B. RAÚL ZARAGOZA RODRIGUEZ

ASESOR:

MTE. LUCIA MATILDE NAVA BARRIOS

CO-ASESOR:

D.C. RAFAEL ORTIZ ALVARADO

MORELIA, MICH.

Diciembre, 2018.

DEDICATORIA:

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Ma. Lourdes Rodriguez Serrano.

Por haberme apoyado incondicionalmente en todo momento, por sus consejos y nunca haber desistido en el transcurso, su motivación fue un pilar importante, ya que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Raúl Zaragoza Ayala.

Papá, a pesar de nuestra distancia física, sé que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti, como para mí. Este pequeño gran logro también es dedicado para ti, de aquí hasta donde te encuentres papá, todo lo que un día platicamos, hoy empieza a tomar forma.

A mis padrinos Arnulfo Méndez y Georgina Guerrero.

Este pequeño pero significativo logro, también es dedicado a ustedes padrinos. A los cuales no tengo palabras para agradecerles, no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a su apoyo, a su inmensa bondad y cariño, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, porque son familia que la vida me ha puesto. ¡infinitas gracias!

AGRADECIMIENTOS

Mis hermanas Karla y Marilú quienes estuvieron ahí para mí cuando las necesite. Mi hermana de vida, Aránzazu Contreras, gracias vida por ponerme a una persona como ella en el camino, en momentos bueno y no tan buenos a estado.

Muchas gracias a la MTE. Lucía Nava Barrios, mi asesora de tesis, por darme esta gran oportunidad, por tener confianza en mí, darme consejos, apoyo, dedicación, tiempo, paciencia y comprensión.

A mis amigos y compañero de carrera: Fernanda Mendoza, Michelle Pérez y Eliseo Herrera, quienes me brindaron su amistad desde el inicio de esta hermosa carrera, quienes estuvieron en todo momento, Gracias. A mis amigas que en el último ciclo escolar las encontré, Diana Silva, Iveth Jacuinde y Urani Mendoza, de quienes aprendí que no importa cuánto tiempo conozcas a una persona, porque en poco tiempo significaron tanto para mí, gracias vida por ponerlas en mi camino.

Gracias Artemio Ortega Romero, por tus consejos, tiempo, apoyo y paciencia que has brindado, por permitirme estar en tus logros, y formar parte de tu vida.

Gracias Victor Medina y Paty Medina, por su apoyo, amistad, cariño, que me han regalado.

Gracias, Grecia Alcaraz quien fue parte de este transcurso, de quien aprendí tantas cosas buenas, porque en la vida es muy difícil encontrar a alguien en quien confiar, más todavía encontrar una amistad verdadera y especial, yo en ti lo he encontrado. ¡Gracias por formar parte de mi vida licenciada Alcaraz!

Gracias al Laboratorio de Neurobiología. Cuerpo Académico 211 de Fisiopatología de Fac. QFB-UMSNH, y al DC. Rafael Ortiz Alvarado, por la colaboración tan grande que aportó en este trabajo de tesis, y así mismo al personal que estuvo presente, sin ellos este trabajo no hubiera sido posible.

M.C. Rosa María Trujillo Aguirre, infinitas gracias por todo su apoyo y conocimiento que aportó en mí desde el aula de clases, hasta en el momento que formo parte de mi mesa sinodal.

D.C. Rubén Chávez Rivera, muchas gracias por haberse tomado el tiempo de revisar mi tesis y tomar algunas observaciones para mejorarla.

D.C.E. Alma Rosa García Ríos, Gracias por el tiempo tomado de su parte para hacer las observaciones y sugerencias para mejorar este trabajo de investigación.

Q.F.B. Tellitud Hilario Sosa Ruiz, también expreso mi agradecimiento por haber aceptado formar parte de mis revisores.

Ing. BQ. Rodrigo Merlos Rojas, Gracias por demostrar siempre entusiasmo en este trabajo.

También quiero agradecer el apoyo recibido de mi Co-Asesor D.C. Rafael Ortiz Alvarado, por todas sus aportaciones científicas para el desarrollo de esta tesis.

Deseo hacer explícito mi más profundo agradecimiento a mis revisores de tesis, así como a mi asesor y co-asesor por todas sus aportaciones y asesorías recibidas para la realización de esta tesis, les reconozco todas las enseñanzas que recibí de cada uno de ustedes, así como las contribuciones que han hecho para que esta tesis llegue a su culminación.

Muchas gracias vida, por todo lo que me has dado en vida.

I. ÍNDICE

DEDICATORIA:.....	1
AGRADECIMIENTOS	2
II. ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
III. ÍNDICE DE TABLAS.....	7
IV. RESUMEN.....	8
V. ABSTRAC.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 La flor de Jamaica se puede utilizar como:.....	11
1.2 Ventajas que ofrece el cultivo de flor de Jamaica:.....	11
1.3 Situación geográfica	12
2. ANTECEDENTES.....	15
2.1 Generalidades de la Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.).....	15
3. HISTORIA.....	17
4. TAXONOMIA	18
5. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	19
6. IMPORTANCIA DE LA FLOR DE JAMAICA.....	22
6.1 Cáliz.....	22
7. IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE LA FLOR DE JAMAICA	23
8. PRODUCCIÓN Y FORMA DE CULTIVO DE FLOR DE JAMAICA.....	24
9. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	26
9.1 Estructuras químicas de los componentes de la Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	29
10. COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DE <i>Hibiscus Sabdariffa</i>	30
11. PROPIEDADES ANTIOXIDANTES EN LA FLOR DE JAMAICA.....	33

12.	COMPUESTOS VOLÁTILES EN EXTRACTOS DE JAMAICA.....	34
12.1	GENERALIDADES DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS	35
13.	ANÁLISIS ESPECTROFOTÓMETRICO	37
13.1	ESPECTROFOTÓMETRO	37
13.1.1	TIPOS DE ESPECTROFOTÓMETRO	38
14.	OBJETIVOS.....	40
14.1	OBJETIVO GENERAL:.....	40
14.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	40
15.	METODOLOGÍA.....	41
15.1	DIAGRAMA DE BLOQUES	42
15.2	OBSERVACIONES	44
15.3	RESULTADOS	47
16.	DISCUSIÓN.....	48
17.	CONCLUSIÓN.....	49
18.	PERSPECTIVAS	50
19.	GLOSARIO	51
20.	Bibliografías:.....	54
20.1	Referencias electrónicas de imágenes.....	58

ANEXOS 61

II. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Municipio de Michoacán. (S.A. 2018)	12
Figura 2.	Ejemplares de Jamaica con diversos grados de pigmentación cultivados en México (S.A., 2016).	16
Figura 3.	Flor de Jamaica (<i>Hibiscus Sabdariffa</i>). (S.A., 2018)	18
Figura 4.	Planta de <i>Hibiscus sabdariffa</i> . (S. A., 2018)	20
Figura 5.	Partes de Flor de Jamaica (S.A., 2018).....	21

Figura 6. Cultivo de Jamaica <i>Hibiscus sabdariffa</i> . (S.A., 2018)	24
Figura 7. Mapamundi (S.A., 2018).	25
Figura 8. 3-O-sambubiósido de cianidina. (S.A., 2018)	29
Figura 9. 3-O-sambiósido de delfinidina. (S.A., 2018)	29
Figura 10. Molécula de la quercetina. (S.A., 2018)	30
Figura 11. Ruta de biosíntesis de compuestos fenólicos. (Manach y Donovan, 2004).	36
Figura 12. Estructura básica de un espectrofotómetro. (S.A., 2018)	37
Figura 13. Tipos de espectrofotómetros. (Long K., 2017).	39
Figura 14. Recolección y triturado de semilla de <i>H. sabdariffa</i> . (Zaragoza R. R. et al., 2018).	44
Figura 15. Muestra pulverizada y llevada a secado a 55°C. (Zaragoza R. R. et al., 2018)	44
Figura 16. Elaboración de cartuchos. (Zaragoza R. R. et al., 2018)	45
Figura 17. Extracción Soxhlet y Recuperado de reactivo. (Zaragoza R. R. et al., 2018).	45
Figura 18. Extracción de aceite de <i>H. sabdariffa</i> obtenido. (Zaragoza R. R. et al., 2018).	45
Figura 19. Lecturas en Espectrofotómetro. (Zaragoza R. R. et al., 2018).....	46
Figura 20. Cromatograma General de <i>H. sabdariffa</i> . (Zaragoza R. R. et al., 2018).	46
Figura 21. Cromatogramas obtenidos en la extracción de <i>H. sabdariffa</i> . (Zaragoza. R. R. et al., 2018).	47
Figura 22. Prueba piloto con cáliz de <i>Hibiscus sabdariffa</i> . (Zaragoza R. R. et al., 2018).	48

III. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Municipios productores de flor de Jamaica en el Estado de Michoacán. (S.A. 2018).....	13
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la Jamaica (<i>Hibiscus Sabdariffa</i> L.). (Ortega, C. S & Guerrero B. J. 2012)	18
Tabla 3.Composición química de la Jamaica (<i>Hibiscus Sabdariffa</i> L.) (Beltrán, J. G., 2012).....	27
Tabla 4. Composición química de la semilla de Jamaica. (Jínez M, T. es at., 2010).....	28
Tabla 5. Composición en macro y micro minerales de la Jamaica. (Beltrán, J. G. 2012).	31
Tabla 6. Aminoácidos presentes en la flor de Jamaica (mg/g de materia seca). (Cid-Ortega et al. 2012).....	32
Tabla 7. Efecto de extractos de diferentes partes de la planta de Jamaica (<i>Hibiscus Sabdariffa</i>) sobre algunos procesos.	34
Tabla 8. Materiales y Reactivos usados en la experimentación. (Zaragoza. R. R. et al., 2018).....	42

IV.RESUMEN

México ofrece una diversa variedad de microclimas que permite el desarrollo de diversas especies biológicas, tanto nativas como de introducción, por diversos factores, sociales. Como ejemplo de esto se tiene a la caña de azúcar *Saccharum officinarum*, la cual es introducida al actual territorio nacional, durante la época colonial, esta especie se adaptó bien a las condiciones climáticas y de suelo de México. En el caso particular de la Flor de Jamaica ha sucedido de manera similar, la cual es una planta que se introdujo a México y se ha desarrollado en los climas subtropicales de México, aprovechándose hasta el momento el cultivo de la flor de Jamaica, para consumo humano.

Michoacán, cuenta con diversos microclimas permitiendo una variedad de productos agroalimentarios, como el aguacate, mango, papaya, limón, frutos rojos y flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). El municipio de La Huacana es el mayor productor de la flor de jamaica, se caracteriza por ser un bicultivo donde es asociado a cultivos de maíz. La flor de jamaica se le atribuyen propiedades diuréticas, antihipertensivas, antimicrobianas; contiene antioxidantes, polifenoles (flavonoides y antocianinas). Sin embargo, solo se aprovecha la flor de jamaica, dejando las semillas de *Hibiscus sabdariffa*, como subproducto, el cual puede ser utilizado como fuente de diversos ácidos grasos, lo cuales pueden ser caracterizados. Este trabajo de investigación se caracteriza por el análisis espectrofotométrico del aceite de *H. sabdariffa* (jamaica) producida en Michoacán.

Palabras clave: *Hibiscus sabdariffa*, semilla, ácidos grasos, análisis espectrofotométrico, cultivos.

V. ABSTRAC

Mexico offers a diverse variety of microclimates that allow the development of various biological species, both native and introduction, by various factors, social. As an example of this we have the sugarcane *Saccharum officinarum*, which is introduced to the current national territory, during the colonial era, this species adapted well to the climatic and soil conditions of Mexico. In the case particles of the Flower of Jamaica has happened in a similar way, which is a plant that was introduced to Mexico and has developed in the subtropical climates of Mexico, taking advantage of the cultivation of the flower of Jamaica, for consumption human.

Michoacán, has several microclimates allowing a variety of agri-food products, such as avocado, mango, papaya, lemon, red fruits and jamaica flower (*Hibiscus sabdariffa*). The municipality of La Huacana is the largest producer of the flower of Jamaica, is characterized by being a biculture where it is associated with corn crops. The flower of Jamaica is attributed diuretic, antihypertensive, antimicrobial properties; It contains antioxidants, polyphenols (flavonoids and anthocyanins). However, only the flower of Jamaica is used, leaving the seeds of *Hibiscus sabdariffa*, as a by-product, which can be used as a source of various fatty acids, which can be characterized. This research work is characterized by the spectrophotometric analysis of *H. sabdariffa* oil (jamaica) produced in Michoacán.

Key words: *Hibiscus sabdariffa*, seed, fatty acids, spectrophotometric analysis, crops.

1. INTRODUCCIÓN

En México existe una gran variedad con suelos adecuados para la agricultura, de una gran diversidad alimentos.

La agricultura en México es considerada como una de las actividades económicas con mayor relevancia ya que la agricultura en nuestro país es muy amplia y genera una gran cantidad de empleos en la población; México se considera como el sector productivo más importante desde el punto de vista socio-económico y ambiental, esto es debido a que depende de la alimentación primaria de millones de personas, el incremento de la población productiva, preservación y cuidado del entorno. (Conoce hidroponía, 2015).

La rosa o flor de Jamaica, pertenece a la familia malvácea y sus nombres científicos son *Hibiscus sabdariffa L.*, *Hibiscus cruentus Bertol.* Conocida como rosa de Jamaica, flor de dardo, flor de Jamaica, rosella, flor roja.

La flor de Jamaica es considerada de la India, pero fue introducida en México en la época colonial y se ha cultivado en regiones cálidas y semiáridas de nuestro país, ya que este cultivo presenta sensibilidad al frío, destacamos que el estado de Guerrero es el principal productor de Jamaica, seguido de Oaxaca, Michoacán y Nayarit.

De sus frutos obtenemos las semillas de flor de Jamaica que nos sirven para la reproducción, de sus tallos, se obtiene una mejor fibra de mayor calidad que la del Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), también puede sustituir al yute en la fabricación de cordeles y sacos para envasar productos agrícolas. (Urbina Torres, F. 2009).

1.1 La flor de Jamaica se puede utilizar como:

- Una planta medicinal para eliminar el malestar alcohólico, estimulando la acción del hígado y los riñones, facilita la absorción de ciertos minerales.
- Los cálices de la planta de flor de Jamaica se utilizan para la fabricación de jugos, refrescos, gelatinas, vinos y en pastelerías.
- Es utilizada como planta textil, se usa en cordelería cuya fibra es fuerte y sedosa conocida como con el nombre de cáñamo de roselli, considerada buena como el yute.

1.2 Ventajas que ofrece el cultivo de flor de Jamaica:

- Se adapta a cualquier clase y tipo de suelo, ya sea fértil o no.
- Se considera una planta con baja o nula susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades, cuando está en pleno desarrollo.
- Es un cultivo resistente a la sequía, es decir, que se puede producir bajo condiciones semi-desérticos o desérticas.
- Se adapta perfectamente a los climas tropicales y sub-tropicales.
- Es un cultivo que da ocupación a bastante mano de obra familiar, generando empleo.

1.3 Situación geográfica

Cabe destacar que Michoacán es el tercer productor nacional de Jamaica, por otro lado, es importante dar a conocer que el municipio de La Huacana es el que representa la mayor superficie sembrada, seguido de Churumuco, Aquila, Tumbiscatío, Múgica, Turicato y Tzitzio. (MiMorielia.com., 2017).



Figura 1. Municipio de Michoacán. (S.A. 2018).

**Tabla 1. Municipios productores de flor de Jamaica en el Estado de Michoacán.
(S.A. 2018).**

MUNIC		PRODUCCIÓN
1	La Huacana	Ocupa el primer lugar productor de Jamaica en el estado, se localiza en el sur del estado. Limita al norte con Nuevo Urecho y Ario de Rosales, al este con Turicato, al sur con Churumuco y Arteaga, al oeste con Múgica y Apatzingán. (H. Ayuntamiento de La Huacana, 2015)
2	Churumuco	Representa el 1.90 por ciento de la superficie del estado, hasta el 2010 contaba con una población de 14,366 habitantes, es el segundo lugar productor de Jamaica en el Estado.
3	Aquila	Es la cabecera municipal, su principal actividad es la ganadería. La agricultura se practica a menor escala, produce maíz, frijol y ajonjolí. Se encuentra ubicada a 430 km de la capital del estado. (Romero Flores, Jesús. 1975).
4	Tumbiscatio	Se encuentra al suroeste del estado de Michoacán, se territorio total se extiende a 2.069.48 kilómetro cuadrados, y se localiza a una altura promedio de 900 metros sobre el nivel del mar, es el cuarto productor de Jamaica. (Municipio.mx., 2017).
5	Múgica	Representa un 0.64 por ciento del total del estado. Su relieve lo constituyen la depresión del Balsas, los cerros de Nueva Italia, Mirador, Mesas y Blanco. El clima es seco con lluvias en verano y tropical en algunas partes. Lo que lo hace el quinto municipio productor de Jamaica. (H. Ayuntamiento de Múgica, 2015).
6	Turicato	Se encuentra situado a una altura promedio de 720 metro sobre el nivel del mar. Cuenta con una población de 31,887 habitantes, es el sexto municipio productor de Jamaica. (Municipio.mx, 2017).
7	Tzitzio	Limita al norte de Charo e Indaparapeo, al este con Hidalgo, Jungapeo y Tuzantla, al sur con Tiquicheo, y al oeste con Madero y Morelia. (H. Ayuntamiento de Tzitzio, 2105).

Se han realizado investigaciones y experimentos para tener en claro la importancia y la eficacia de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) ya que hasta ahora sólo se han tomado en cuenta sus características sensoriales.

En la actualidad es de suma importancia encontrar alimentos que además de proporcionar energía para el organismo, nos puedan brindar mediante sus metabolitos principales beneficios para prevenir el riesgo a alguna enfermedad por medio de sus metabolitos.

La flor de Jamaica es un ejemplo de este tipo de alimentos debido a que contiene una gran cantidad de metabolitos secundarios con beneficios a la salud.

Es por esto que este trabajo pretende dar un encauzamiento hacia los efectos que tiene el consumo de la flor de Jamaica y semilla a nuestra salud y nutrición hacia la población en general. Un estudio que se realiza en investigación en laboratorio mediante espectrofotometría y cromatografía de gases, para destacar las propiedades de la flor de Jamaica y semilla; mediante sus aceites extraídos en diferentes solventes, con finalidad de dar a conocer en qué cantidad de aceite es rico, en base a esto seguir con una investigación e implementar la biotecnología realizando ya sea plaguicidas, medicamentos, alimentos funcionales, con los extractos de la Jamaica, aprovechar al máximo sus metabolitos secundarios. (Zaragoza, R.R., 2018).

Hasta hace poco, la mayoría de los estudios realizados a la Jamaica se centraban en los efectos de los nutrientes, así como en hidratos de carbonos, grasas, proteínas, vitaminas y minerales. Ya que los alimentos se caracterizan por ser mezclas complejas, no solo de nutrientes, sino también de otros componentes que se engloban en un grupo heterogéneo llamado “no nutrientes” que en la actualidad están siendo estudiados, como muchos fotoquímicos con supuesta acción antioxidante. (Bernácer, R., 2016).

2. ANTECEDENTES

2.1 Generalidades de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Hibiscus sabdariffa es una planta anual, erecta, arbustiva, y herbácea que alcanza hasta 2.4 m de altura, mientras que el tallo es globular, sus hojas son ovaladas y sus flores en racimos terminales, sus pétalos son blancos con un centro rojizo en la base de la columna, por lo general consiste en un cáliz con cinco sépalos de color rojo de gran tamaño. Su cáliz crece hasta la madurez y el fruto es carnoso y rojizo brillante. (Gomes Maganha, et al., 2010).

Es una planta tropical nativa de la India y Malasia, aunque crece ampliamente en los trópicos y subtrópicos de ambos hemisferios, y se ha naturalizado en muchas zonas de América. En México, es comúnmente llamada “flor de Jamaica” o “Jamaica”. En la tradición popular de este país, los cálices se secan al sol para la elaboración de bebidas artesanales altamente apreciadas por su sensación de frescura y tratamiento contra la obesidad. (Aquino y León., 2005).

En México, se estudiaron 12 genotipos de Jamaica según sus características fenotípicas, donde se observó que son propias de cada cultivar dependientes de las variaciones del medio ambiente y condiciones de cultivo. (Torres Morán, et al., 2011).

En México, existen planes de mejoramiento genético que han dado lugar a variedades con diferentes niveles de pigmentación, obteniendo cálices de color blanco, rosa y rojo intenso; pero estos materiales no han sido caracterizados en cuanto al contenido de compuestos de interés biológico. La información etnobotánica reportada sobre Jamaica indica potenciales usos medicinales como: diurético, diaforética, antibacteriano, antifúngico, laxante suave, sedante, hipotensor, trastornos gastrointestinales, tratamiento del hipercolesterolemia, tratamiento de cálculos renales y tratamiento de daños en el hígado. (Herrera Arellano, et al., 2004).



Figura 2. Ejemplares de Jamaica con diversos grados de pigmentación cultivados en México (S.A., 2016).

3. HISTORIA

La Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) pertenece a la familia de las malváceas.

Su origen se ubica en los países tropicales de Asia, particularmente la India y Malasia, de donde se dispersó hacia algunos países africanos con climas tropicales y subtropicales, así como a centro y Sudamérica por la isla de Jamaica, de allí su nombre. En México fue introducida por los españoles durante la colonización. Los principales países productores de Jamaica son China, India y Sudán. (L.A. Galicia-Flores, 2017).

En México se cultiva principalmente en los estados de Guerrero, Oaxaca, Michoacán y Nayarit. El principal productor es el estado de Guerrero que aporta más de la mitad de la producción total.

En un principio, la Jamaica se cultivaba para obtener la fibra que se extraía de sus duros tallos, utilizada como sustituto del yute utilizado para hacer arpillera. Más tarde, los cálices de la planta se emplearon como colorante alimenticio, sobre todo en Alemania, pero resultan fáciles de encontrar en los mercados de Francia, entre la comunidad senegalesa como flores o jarabe. Las hojas verdes se usan como una especie de espinacas especiadas que los senegaleses añaden a veces al arroz y al plato nacional de su país, el tiéboudienne, de arroz con pescado. (S.A. Origen de la flor de Jamaica, 2009).

A la rosa de flor de Jamaica se le atribuyen propiedades diuréticas, para aliviar la hipertensión arterial, como antiparasitaria y ligeramente laxante. En México es muy popular tomar el té frío, como acompañante de la comida y se conoce como agua de Jamaica; en algunas ocasiones lo combinan con limón.

4. TAXONOMIA

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.).
(Ortega, C. S & Guerrero B. J. 2012)

Reino	Plantae
Sub-reino	Tracheobionta
División	Anthophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malváceas
Género	Hibiscus
Especie	<i>sabdariffa</i> L.



Figura 3. Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). (S.A., 2018)

5. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Hibiscus Sabdariffa

Es una planta anual, herbácea, familia de las Malváceas, que generalmente alcanza de 1 a 2 metros de altura. La rosa de Jamaica tiene los tallos, peciolos de las hojas y cálices de un color rojo oscuro o claro, con tendencia a morado o lila y las variedades que generalmente son productoras de fibra tienen una coloración verde o amarillenta. En la mayoría de variedades las hojas son verdes con nervaduras rojas, siendo las inferiores enteras y lanceoladas y las superiores palmeadas. El peciolo es largo y termina en un engrosamiento en la base de la hoja. (Urbina Torres, F. 2009).

Desde en un punto de vista morfológico la Jamaica es una planta arbustiva semi-leñosa anual o bianual que alcanza de uno a tres metros de altura. Sus tallos son abundantes, ramificados y su corteza es roja.

El tallo tiene forma cilíndrica, ramificado y con un diámetro de 1,5 a 2 cm, contiene un color característico rojizo generalmente; también puede llegar a ser color verde.

Sus hojas superiores de 3-5 lóbulos, lineales o elípticas, finamente dentados y hojas inferiores normalmente enteras y ovaladas, en suelos verticales se desarrolla en un promedio de 1 a 1,20 metros.

Las hojas son de color verde por arriba y verde-amarillo por abajo; son alternas, palmadas, lisas, con peciolo largo y erguido, llevando una glándula pequeña en el nacimiento de las nervaduras dorsal provisto de estipulas filiformes. Están compuestas de tres a cuatro lóbulos oval-lanceoladas, siendo el centro más largo. Las hojas situadas en la parte superior del tallo son simples, son muy flexibles, dentadas con las nervaduras principalmente de carmín y su sabor es ácido ligeramente astringente.

Las flores son solitarias y hermafroditas con bractéolas de 8-10 segmentos unidos en la base del cáliz, que es rojizo y succulento acrecente en la fructificación que forma una copa grande, de color rojo oscuro, pedicuros cortos y sabor rico.

Pétalos de 4-5 cm de longitud, amarillos o blancos, con una mancha purpura en la base. Columna estaminal poco saliente. Cáliz de 2 cm de largo, 5 pétalos de 4-5 cm de largo de color amarillo o verde pálido al inicio de la floración, carnosos y rojo brillante cuando inicia el desarrollo de las semillas, y tiene un sabor ácido, estambres numerosas, ovario superior a 5 carpelos cerrados y placentación axial.

El fruto es una capsula espinosa, de 5 carpelos, con semillas duras de 15 a 20 semillas de media por baya, las semillas son pequeñas, de color café oscuro y con un peso medio de 2 gramos. (Di Lorio, E., 2018).

La flor de Jamaica se le consideran propiedades diuréticas, para aliviar la hipertensión arterial, como antiparasitaria y ligeramente laxante. Al aumentar la cantidad de orina excretada por el organismo, la flor de Jamaica ayuda a la limpieza interna, ya que elimina toxinas del cuerpo, y el exceso de agua con la consecuente pérdida de peso. (Arévalo, J. M., 2018).



Figura 4. Planta de *Hibiscus sabdariffa*. (S. A., 2018).

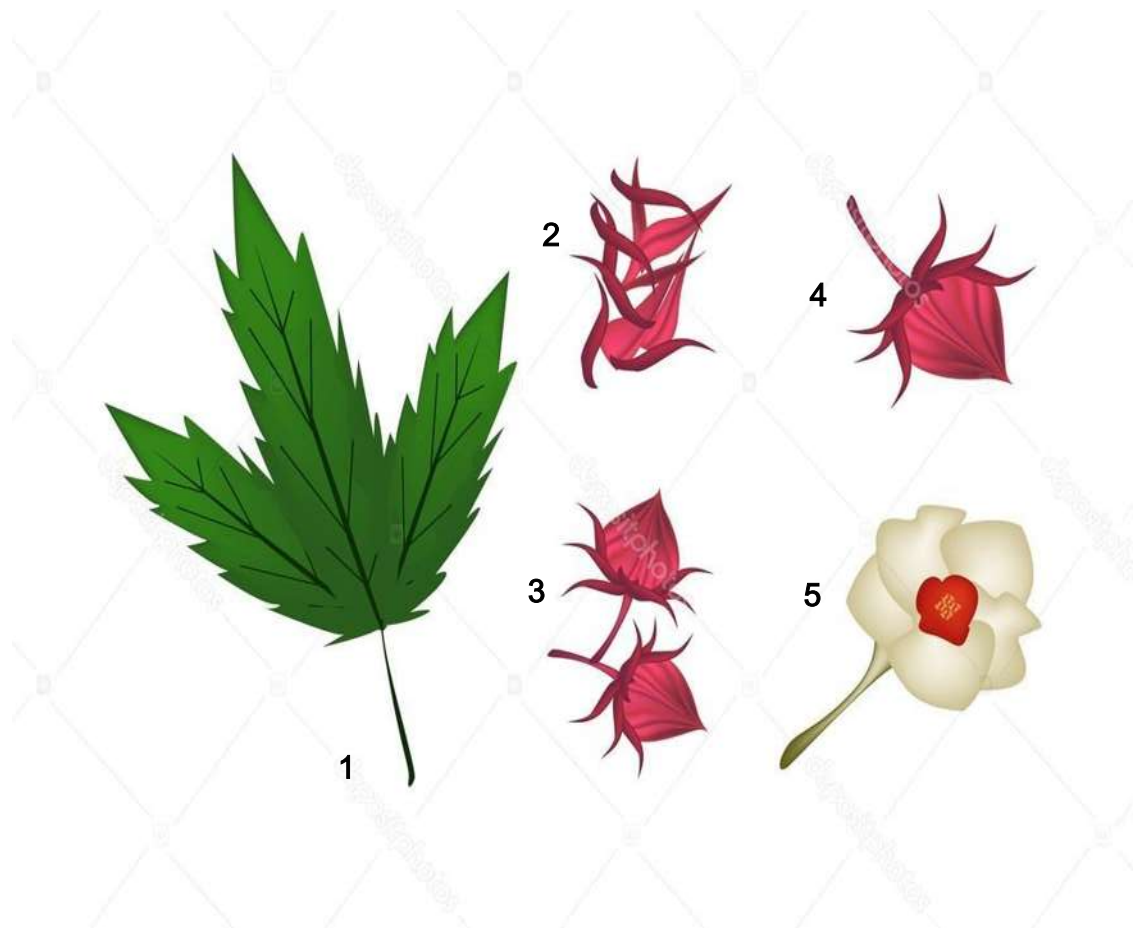


Figura 5. Partes de Flor de *H.sabdariffa*, donde con la numeración se describe cada parte.(S.A., 2018)

1. Hoja
2. Pétalos
3. Cáliz
4. Maduración del Cáliz
5. Flor de *H. sabdariffa*.

6. IMPORTANCIA DE LA FLOR DE JAMAICA

6.1 Cáliz

En la actualidad, los numerosos fotoquímicos que hay en las plantas tienen diversos usos en la medicina y en la industria farmacéutica y alimentaria.

Por otro lado, en la medicina tradicional se reconoce que la Jamaica tiene efectos terapéuticos benéficos para la salud y mínimos efectos colaterales, observándose que protege el sistema vascular humano e inhibe la enzima angiotensina. En un estudio que se realizó en animales, se apreciaron los notables efectos del té ácido de esta planta para reducir la hipertensión. Se han reportado también sus beneficios como diurético y por sus actividades antibacterianas.

Las propiedades nutricionales del aceite y la semilla hacen que sea una fuente invaluable de alimento debido a su contenido proteico y calórico (33% de proteína, 24% de carbohidratos y 22% de grasa a base de peso seco.), en cantidades de fibra (14% de peso seco en fibra) ya considerando los micronutrientes. Las flores contienen altos niveles de minerales, como el hierro (88 mg/100 g), magnesio (442 mg/100g), calcio (1.28%) y selenio (0.09 mg/kg).

La semilla Constituye una fuente excelente de aceite de cocina, los tallos tiernos, hojas y cálices se usan en la preparación de sopas y salsas. Los cálices se ocupan en preparados que se consuman como sustitutos de la carne. Las flores y frutos carnosos se utilizan en infusiones farmacéuticas para aliviar los síntomas de bronquitis y tos. (S. A., 2018).

En las investigaciones actuales que se le han realizado con los extractos de Jamaica demuestran que estos podrían actuar como un antioxidante y contribuir con las acciones anticancerígenas o cardioprotectivas. Se ha demostrado que los extractos pueden tener un efecto antiespasmódico, que reducen la hipertensión, son antimicrobianos y ayuda a propiciar la relajación del músculo uterino. (Zaragoza. R. R., 2018).

La Jamaica es una de las plantas medicinales de Tailandia, la cual se ha investigado por su efecto antimutagénico. Varias partes de la planta, tales como flores, hojas, cálices y corola, se usan para varios propósitos medicinales en varios países del oeste de África. Las hojas son emolientes y se usan comúnmente como diuréticas y sedativas, mientras que los frutos sirven para combatir el escorbuto. La infusión de los cálices se ocupa como diurético, antiséptico intestinal y laxativo suave; es refrescante y útil en condiciones que propician el enojo, en enfermedades de los nervios, el corazón y alta presión sanguínea; calcifican las arterias. (S. A, 2018).

Las antocianinas extraídas de las flores secas de Jamaica son pigmentos naturales que se usan en la medicina y manufactura de alimentos. Estos pigmentos muestran actividades antioxidantes y se emplean en oftalmología, en tratamientos de varios desordenes circulatorios y en enfermedades inflamatorias. Estas propiedades antioxidantes de estos compuestos y de los flavonoides llegan a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. (Carvajal, S. W. 2016).

7. IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE LA FLOR DE JAMAICA

Es fundamental conocer el consumo de la flor de Jamaica, ya que conoceremos las propiedades alimenticias y medicinales de esta planta que la hacen aceptable en casi todo el mundo sin importar las condiciones climáticas, debido a que es una planta optima, es decir, se adapta a cualquier clima, su consumo es común; casi siempre se toma como agua fresca o como un té. (Zaragoza. R. R., 2018).

La Jamaica es antiparasitaria, diurética y ligeramente laxante. Ayuda al proceso digestivo y renal, es útil para bajar de peso y para controlar los niveles de colesterol. Un estudio reciente ha evidenciado que la reducción del colesterol total sérico y del colesterol de baja densidad; con medicamentos disminuye la incidencia de enfermedad coronaria en un 19%. Según esta investigación el consumo de la Jamaica tiene la eficacia de poder disminuir los niveles séricos del colesterol y triglicéridos en las hiperlipidemias. Cabe destacar que la flor de Jamaica ayuda a

satisfacer las necesidades alimenticias como también conservar una buena salud. (S. A., 2017).

8. PRODUCCIÓN Y FORMA DE CULTIVO DE FLOR DE JAMAICA

La jamaica es cultivada en África, Sudán, México, China, Taiwán, Tailandia e India. Los principales países productores de flor de jamaica son China con 2 mil kilos al año e India con 1,500 kilos al año, ambos son mercados de exportación. En Centroamérica, Guatemala es el mayor país productor y abastecedor de la jamaica. Se utilizan hornos de aire caliente, es decir, deshidratadores para homogenizar la producción durante el secado. (Araya, O. R. 2011).



Figura 6. Cultivo de Jamaica
Hibiscus sabdariffa. (S.A., 2018)

Como lo hemos mencionado la jamaica es originaria del continente asiático. En México, su cultivo se ha adaptado a regiones de temporal donde se planta como una cultura tradicional. Las principales entidades productoras son Guatemala, Guerrero y Oaxaca, cuya producción representa de un 82 a 84% del total para el año. La parte más aprovechada de la planta de jamaica es el cáliz o flor que en México se utiliza para la elaboración de bebidas, mermeladas, concentrados, agua embotellada, té, licores, dulces y diferentes tipos de salsas. (Neira, M. G. 2013).

Por otro lado, el cultivo de jamaica tiene un gran arraigo en Guerrero, más allá de los aspectos nutritivos, medicinales y como bebida refrescante, ya que los productores la siembran de forma tradicional. De acuerdo a un estudio realizado por SAGARPA, en esta entidad se cultiva alrededor de 14,000 hectáreas que representan casi 75% del total nacional. Los productores de jamaica casi en su totalidad son “minifundistas”, cuentan con terrenos de temporal, con poca tecnología, y generalmente su siembra de jamaica está asociada con maíz.

Los bajos rendimientos en la producción, la falta de inocuidad del manejo del secado y envasado de la jamaica han ocasionado que el precio medio rural pagado a los productores de jamaica del estado de Guerrero sea uno de los más bajos a nivel nacional.

El cultivo de Flor de Jamaica se adapta a una gran variedad de suelos; se puede establecer en suelos de pH de 4.5 a 7.5, que tengan una pendiente no mayor del 50% y la única condición es que no permanezca inundado por más de 10 días. De acuerdo a experiencia en lugares de cultivo, la flor de jamaica se adapta mejor a suelos de color rojo (tierra topure), cálidos y pocos profundos en tanto que los suelos arcillosos son los menos aptos para este cultivo. (Arévalo, J. M. 2011).



Figura 7. Mapamundi (S.A., 2018).

El mapamundi de la imagen 7, indicamos la producción a nivel mundial de Jamaica. A nivel internacional son: **África**, **Sudán**, **México**, **China**, **Taiwán**, **India**, **Egipto**,

Senegal, Tzaní, Malí y **Colombia**. En Colombia es conocida la flor de Jamaica como gabache.

A nivel nacional: Guerrero, Oaxaca y Michoacán. En el estado de michoacán una de las entidades que destaca como mayor productor de Jamaica es La Huacana. (Zaragoza, R., 2018).

9. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *Hibiscus sabdariffa* L.

El análisis fitoquímico de la jamaica ha relevado la presencia de ciertas sustancias naturales que se encuentran en las plantas y en la mayoría de los aceites vegetales llamados fitoesteroles, además de flavonoides, saponinas y otros glucósidos, también de carbohidratos, ácido ascórbico y una mezcla de ácido cítrico y málico. Los principales pigmentos de esta planta son las antocianinas: la cianidina-3-glucósido y la delphinidina-3-glucósido, que tienen propiedades antioxidantes y que no presentan actividad **tóxica** ni mutagénica. Se ha demostrado que los compuestos fenólicos como el ácido procatecuíco, aislado de las flores de esta planta tienen fuertes propiedades antioxidantes, mientras que el ácido hibiscus, manifiesta una elevada actividad inhibitoria sobre ciertas enzimas pancreáticas. (Araya, O. R. 2011).

Los beneficios que se consiguen en la flor de jamaica son gracias a sus principios que contiene como son los siguientes:

- Ácidos Orgánicos se encuentran de un 15-30% que estabilizan las antocianinas, principalmente al ácido cítrico, málico, protocatéquico, tartárico y ascórbico.

Antocianinas se encuentran aproximadamente en un 1,5% como lo es en: 3-O-sambubiosil-delfinidina (hibiscina), 3-O-glucosil-delfinidina, delphinidina, 3-O-sambubiosil-cianidina y 3-O-β-D-glucopiranosil-cianidina.

- En polifenoles como, flavonoides (quercetina, miricetina, hibiscetina, y 3-O-glucosil-gosipetina).

Otros compuestos son trazas de aciete esencial (eugenol) y fitosteroles. (A, C. R. 2014).

Tabla 3.Composición química de la Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa L.*) (Beltrán, J. G., 2012).

ELEMENTO	TIPOS DE CÁLICES				
	Fresco	Rojos	Rojo-oscuros	Rojos	Blancos
Humedad (%)	9.20	86.50	85.30	11.00	9.30
Proteína cruda(%)	1.15	17.40	8.60	7.88	7.53
Extracto etéreo(%)	2.61	2.10	2.90	0.16	0.12
Fibra cruda (%)	12.00	8.50	9.80	13.20	12.00
Cenizas (%)	6.90	6.50	6.80	10.60	9.50
Carbohidratos (%)	68.15	65.50	71.90	51.16	61.55
Ácido ascórbico (mg/100g)	6.70	63.50	54.80	11.00	15.50
Caroteno (mg/100g)	0.03	-	-	-	-
Tiamina (mg/100g)	0.12	-	-	-	-
Riboflavina (mg/100g)	0.28	-	-	-	-
Niacina (mg/100g)	3.77	-	-	-	-

La semilla de jamaica es poco aprovechada a nivel mundial y queda tirada en los campos de cultivo. Un ejemplo claro en México es que el principal objetivo del cultivo de jamaica es la obtención de su cáliz (flor), pero la semilla es un subproducto atractivo por contener alrededor de 20% de proteína y 20% de grasa. La semilla a comparación de la flor, aun no tiene un uso definido. Debido a su alto contenido de aceite y su aceptable contenido de proteína, se realizaron estudios a nivel internacional; un estudio reciente elaborado en México fue empleando el 15% de semilla de jamaica en las dietas para engordar pollos. (Jínez, M. T. es at., 2010).

Tabla 4. Composición química de la semilla de *H.sabdariffa*. (Jínez M, T. es at., 2010).

<i>Materia seca</i>	92.53%
<i>Humedad</i>	7.47%
<i>Proteína cruda</i>	20.55%
<i>Extracto etéreo</i>	17.97%
<i>Cenizas</i>	6.70%
<i>Fibra cruda</i>	23.74%
<i>Extracto libre de nitrógeno</i>	23.57%

9.1 Estructuras químicas de los componentes de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*)

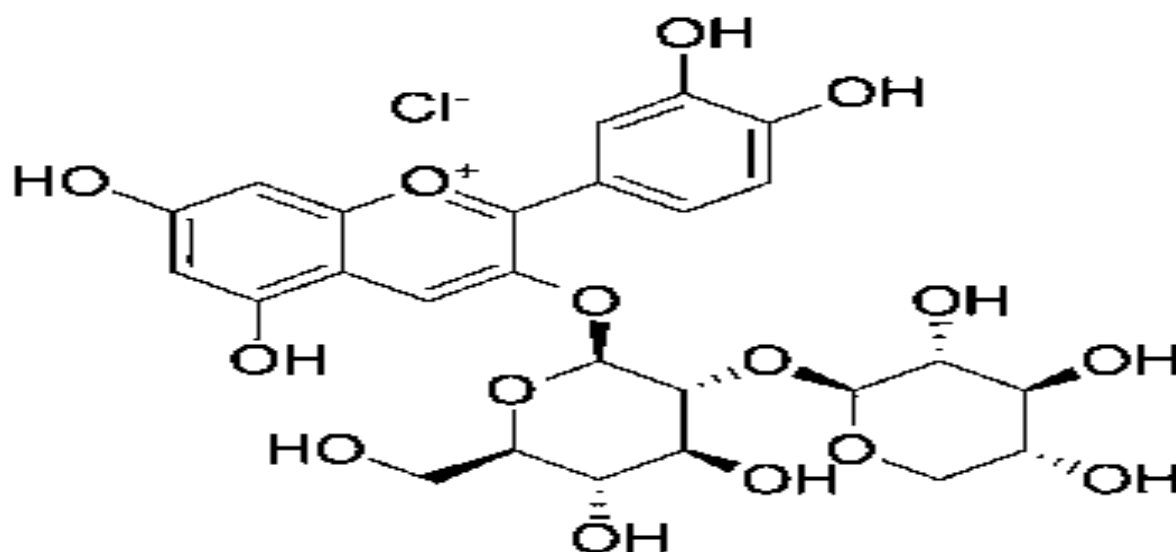


Figura 8. 3-O-sambubiósido de cianidina. (S.A., 2018)

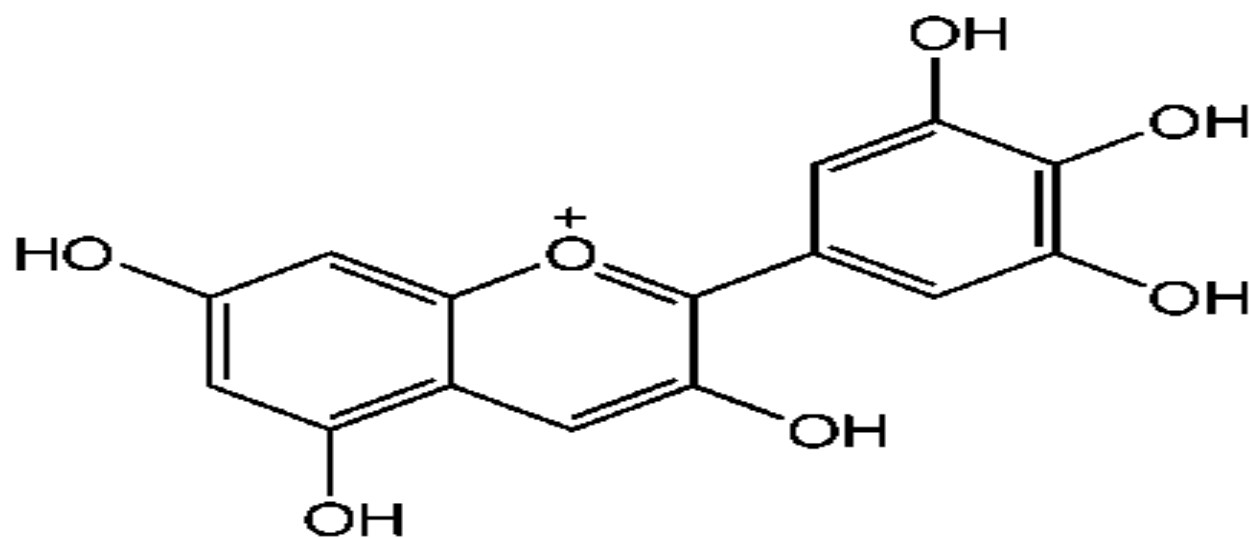


Figura 9. 3-O-sambiósido de delphinidina. (S.A., 2018)

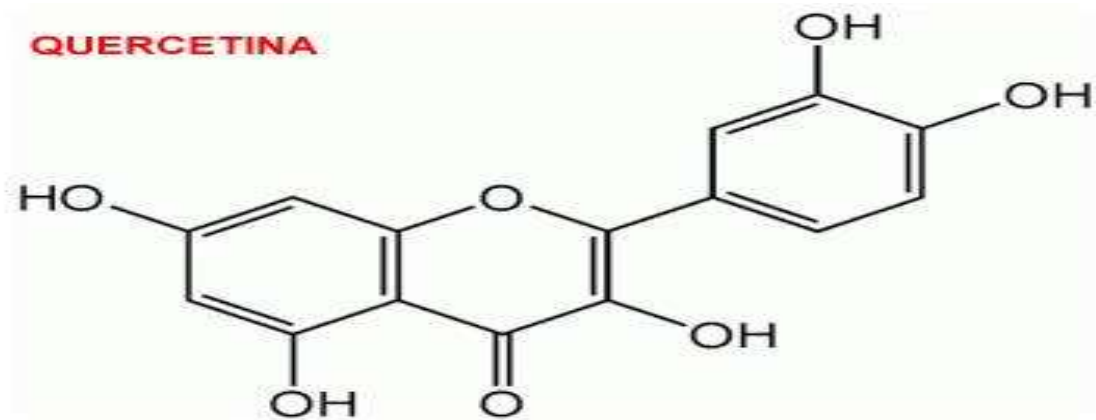


Figura 10. Molécula de la quercetina. (S.A., 2018)

10. COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DE *Hibiscus Sabdariffa*.

La flor de Jamaica es una planta que se considera una buena fuente de nutrientes, debido al contenido de proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales distribuidos en diferentes porciones según la planta y el grado de maduración de los frutos. (Ortiz, Márquez, S. 2008).

Los datos indican que el aumento de la ingesta de potasio reduce significativamente la tensión arterial en los adultos. La OMS recomienda aumentar la ingesta de potasio a través de los alimentos para reducir la tensión arterial y el riesgo de enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares y cardiopatía coronaria en adultos. Las funciones del potasio son: regular el balance de agua del cuerpo y normalizar y desechar las toxinas, mejorar la función muscular, incluyendo el ritmo cardíaco y regular la presión arterial. (Di Lorio, Estefanía, 2011).

Tabla 5. Composición en macro y micro minerales de *H. sabdariffa*. (Beltrán, J. G. 2012).

ELEMENTO	Glew et al.(1997)	Bablola et al. (2001)	Ortiz-Márquez (2008)	Cid-Ortega et al. (2010)
Calcio (mg/100g)	1130.00	1584.00	122.06	1230.00
Fósforo (mg/100g)	163.00	-	-	-
Magnesio (mg/100g)	309.00	316.00	4403.87	500.00
Potasio (mg/100g)	-	2060.00	-	2030.00
Sodio (mg/100g)	3.83	5.50	-	10.17
Hierro (mg/100g)	6.14	37.80	224.71	8.82
Manganeso	10.00	-	-	8.77
Cobre	-	-	24.19	0.35
Níquel	-	-	11.51	-
Cobalto	-	-	-	0.19
Zinc (mg/100g)	2.71	7.50	118.57	1.45

En las semillas de Jamaica se han realizado estudios de los contenidos y propiedades nutricionales, cabe destacar que contiene un 25% de proteínas y 21% de aceites, pero en la semilla de flor de Jamaica, en un estudio reportan bajos contenidos de aminoácidos comparado a los aminoácidos presenten en los cálices de la flor de Jamaica. (Abu-Tarboush et al., 1997).

Tabla 6. Aminoácidos presentes en la flor de *H.sabdariffa* (mg/g de materia seca). (Cid-Ortega et al. 2012).

<i>Aminoácidos</i>	Morton (1987)	Glew et al. (1997)
Ácido aspártico	16.30	10.50
Ácido glutámico	7.20	8.85
Prolina	5.60	5.82
Leucina	5.00	4.21
Lisina	3.90	2.77
Glicina	3.80	2.47
Valina	3.80	3.33
Alanina	3.70	3.46
Arginina	3.60	4.48
Serina	3.50	2.65
Isoleucina	3.00	2.70
Treonina	3.00	2.36
Tirosina	2.20	1.44
Histidina	1.50	1.19
Cistina o cisteína	1.30	0.87
Metionina	1.00	0.65
Fenilalanina	1.00	2.32

11. PROPIEDADES ANTIOXIDANTES EN LA FLOR DE JAMAICA.

Actualmente los seres humanos estamos expuestos a un gran número de agentes oxidantes, producto de la contaminación ambiental, situaciones de estrés, inhalación de humo del cigarro y compuestos químicos que se añaden a los alimentos. Por otra parte, como producto de las reacciones químicas el cuerpo produce radicales libres, por lo que, si bien ordinariamente son neutralizados por los antioxidantes biológicos, puedes causar la oxidación de las membranas para después dañar el ADN, desencadenando una serie de reacciones no deseables que pueden conducir al desarrollo de enfermedades como cáncer, problemas cardiovasculares, entre otros (Birute, Guzmán et al. 2009).

Los compuestos fenólicos, como el ácido protocatéquico, que se encuentra en el extracto de las flores de Jamaica, tienen fuertes propiedades antioxidantes. El ácido protocatéquico disminuye la peroxidación de lípidos, que es un mecanismo potencial del daño celular. Este ácido es un agente eficaz para inhibir la acción carcinogénica de la dietilnitroso-amina en el hígado, de la 1-óxido-4-nitroquinoleína en la cavidad oral, del azoxymetano en el colon, de la N-metil-N-nitrosourea en el tejido glandular del estómago y de la N-butl-N-(4-hidroxibutil) nitrosamina en la vesícula. (Carvajal et al., 2006).

12. COMPUESTOS VOLÁTILES EN EXTRACTOS DE JAMAICA.

El aroma exótico de la Jamaica se ha estudiado en diversos productos, se identificaron 81 compuestos en infusiones de Jamaica, los compuestos presentes fueron el tipo de los terpenos, alcoholes, ésteres, aldehídos, y cetonas; por lo que se sugiere que el aroma exótico de la Jamaica se debe principalmente a terpenoides con notas florales, ácidos grasos con notas “ácidas” y a la degradación de azúcares con olor a caramelo. Cabe mencionar que los estudios de caracterización de compuestos de Jamaica, únicamente se han realizado para materiales con pigmentación roja; a la fecha no existen reportes científicos relacionados con la determinación de compuestos volátiles en materiales con diversos grados de pigmentación. (Gonzáles, Palomares, S. et al., 2009).

Tabla 7. Efecto de extractos de diferentes partes de la planta de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) sobre algunos procesos.

Parte	Disolvente	Actividad biológica	Referencia
Semilla	Agua	Antioxidante	(Mohd-Esa et al., 2010)
	Metanol		
Hoja	Agua	Anticancerígeno	(Hui-Hsan et al., 2012)
	Metanol	Antioxidante	(Mohd-Esa et al., 2010)
Tallo	Agua	Antioxidante	(Mohd-Esa et al., 2010)
	Metanol		

12.1 GENERALIDADES DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos son los compuestos bioactivos más abundantes en la dieta humana. Se tratan de un grupo de compuestos, producto del metabolismo secundario de las plantas, que desempeñan diversas funciones de protección al ataque patógeno o herbívoros, algunos de estos son pigmentos que atraen a polinizadores. Poseen estructuras con anillos fenólicos y dobles enlaces conjugados, también pueden aparecer en formas conjugadas (glicósidos) con uno o más residuos de azúcares unidos a grupos hidroxilo o directamente al anillo fenólico. (Manach y Donovan, 2004).

Esta clase de compuestos presentes en diversas fuentes vegetales se extraen generalmente con disolventes polares. La extracción dependerá de la naturaleza química y del grado de polimerización de los propios compuestos, del método de extracción, tamaño de partículas, y de otras sustancias que pueden estar presente en dicha fuente, las cuales pueden ejercer un efecto de interferencia. A veces se requieren etapas adicionales o previas a la extracción de los compuestos fenólicos, para eliminar sustancias no deseadas que puedan interferir (grasa, carbohidratos, clorofilas) en su recuperación. (Manach y Donovan, 2004).

Los procesos de recuperación de los compuestos fenólicos están basados en una primera extracción con disolventes orgánicos o la mezcla de alguna de ellos (metanol, etanol, propanol, acetona, agua, acetato de etilo), obteniéndose en el extracto una mezcla de diferentes compuestos fenólicos. (Antolovich, et al., 2000). Además de los disolventes utilizados, también el tiempo de extracción es determinante para obtener un mayor rendimiento; las condiciones de la extracción y selección de los disolventes dependerá del tipo de muestra y naturaleza del compuesto que se quieren extraer. (Price, et al., 2008).

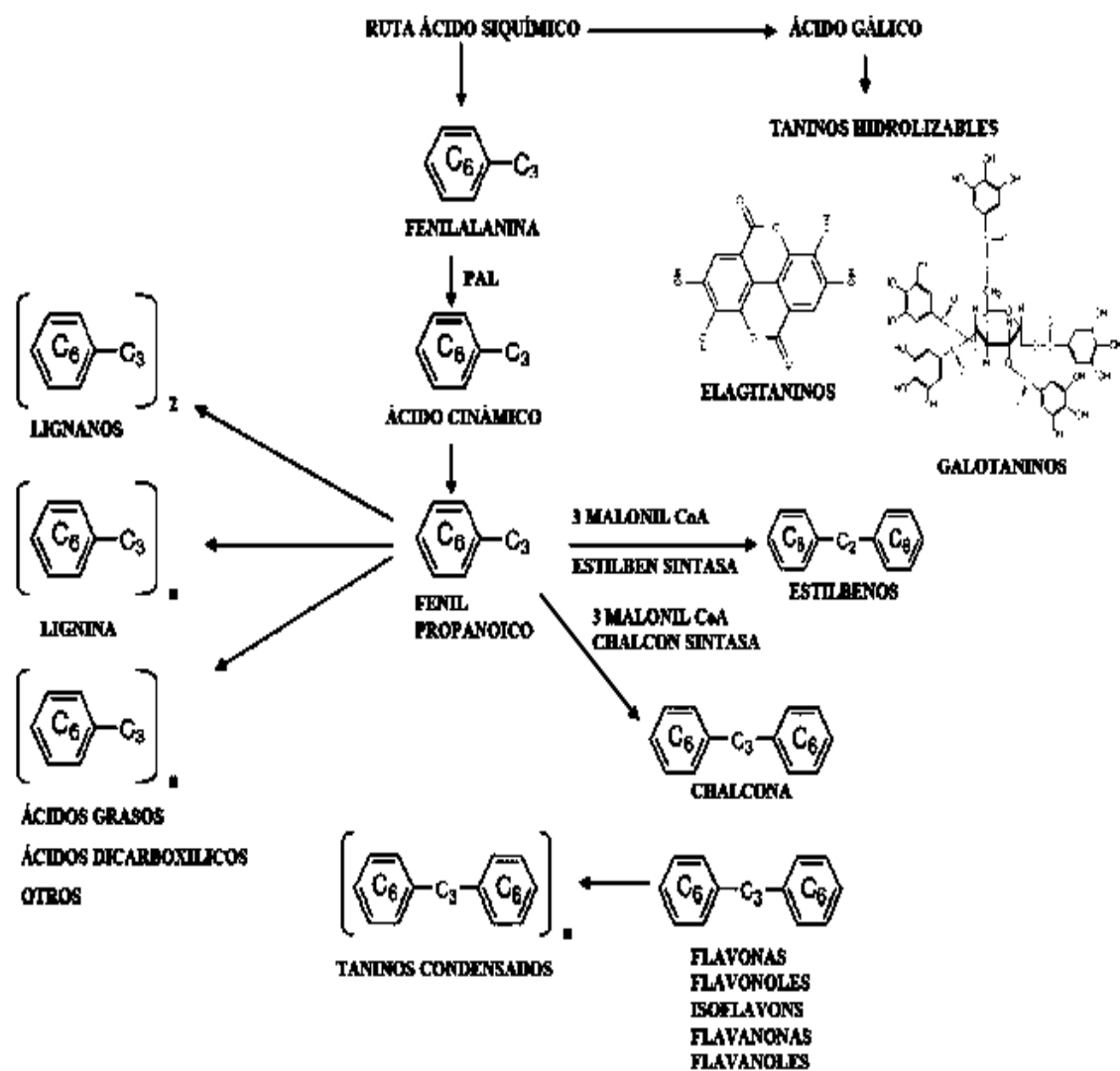


Figura 11. Ruta de biosíntesis de compuestos fenólicos. (Manach y Donovan, 2004).

13. ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICO

13.1 ESPECTROFOTÓMETRO

El espectrofotómetro es un instrumento con el que se apoya la espectrofotometría para medir la cantidad de intensidad de luz absorbida después de pasar a través de una solución muestra. Con el espectrofotómetro, la cantidad de una sustancia química conocida (concentraciones) también se puede determinar midiendo la intensidad de luz detectada. Dependiendo del rango de longitud de onda de la fuente de luz, se puede clasificar en dos tipos distintos:

1. Espectrofotómetro UV-Vis: utiliza la luz en el rango ultravioleta (185 – 400 nm) y rango visible (400 – 700 nm) de espectro de radiación electromagnética.
2. Espectrofotómetro de infrarrojos: utiliza luz en el espectro de infrarrojos (700 – 15,000 nm) del espectro de radiación electromagnética.

La estructura básica de los espectrofotómetros consiste en una fuente de luz, un colimador, un monocromador, un selector de longitud de onda, una cubeta para la solución muestra, un detector fotoeléctrico y una pantalla digital o un medidor. (S.A., 2018).

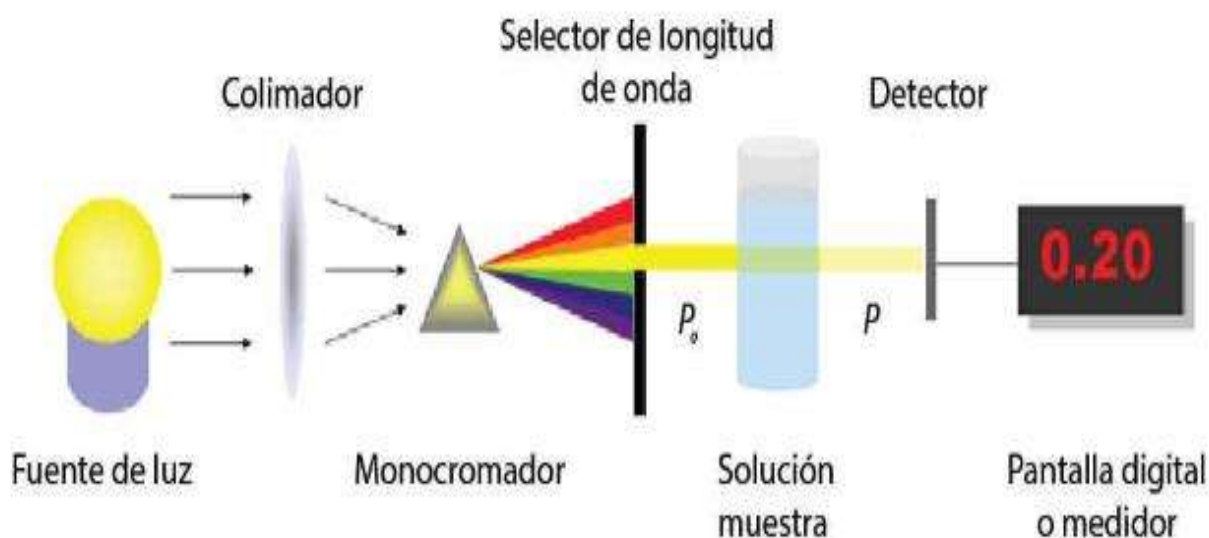


Figura 12. Estructura básica de un espectrofotómetro. (S.A., 2018)

El espectrofotómetro, en general, consta de dos dispositivos; un espectrómetro y un fotómetro. Un espectrómetro es un dispositivo que produce, dispersa y mide la luz. Un fotómetro tiene un detector fotoeléctrico que mide la intensidad de la luz.

- **Espectrómetro:** Produce un rango deseado de longitud de onda de luz. Primero un colimador (lente) que transmite un haz recto de luz (fotones) que pasa a través de un monocromador (prisma) para dividirlo en varios componentes de longitud de onda (espectro). Entonces un selector de longitud de onda (ranura) transmite solo las longitudes de onda deseada.
- **Fotómetro:** Después de que el rango deseado de longitud de onda de luz pasa a través de la solución muestra en la cubeta, el fotómetro detecta la cantidad de fotones que se absorbe y luego envía una señal a un galvanómetro o una pantalla digital.

13.1.1 TIPOS DE ESPECTROFOTÓMETRO

Estos instrumentos están disponibles en muchas formas, tamaños y configuraciones. Un instrumento de doble haz compara la intensidad de luz entre dos caminos de luz partiendo de la fuente de luz en dos haces separados. El haz de luz se utiliza para iluminar el estándar de referencia, mientras que el otro ilumina la muestra. El instrumento mide la cantidad de luz de una determinada longitud de onda absorbida por un compuesto en una muestra gas o líquida.

Por lo general, los dos haces de un espectrofotómetro de doble haz se combinan antes de que lleguen a un monocromador único, pero en algunos casos se utilizan dos monocromadores. Dependiendo de la longitud de onda, puede utilizarse una lámpara de luz ultravioleta, visible o infrarrojo eléctricamente accionada. Un espectrofotómetro de haz simple mide la intensidad relativa de la luz del haz antes de y después de introducirse una muestra prueba. (Long K., 2017).

Un espectrofotómetro de doble haz o un espectrofotómetro de haz simple compara cuantitativamente la fracción de luz que pasa a través de una solución de referencia y una solución dadas. La luz de la lámpara de la fuente se pasa a través de un monocromador, difractando luz en un “arco iris” de longitudes de onda. Las salidas son anchos de bandas estrechas de este espectro de difracción. Las frecuencias discretas son transmitidas a través de la muestra. Entonces la intensidad de la luz transmitida se mide con un fotodiodo u otro sensor de luminosidad.

El valor de la transmitancia para esta longitud de onda se compara con la transmisión a través de una muestra de referencia dada. Las principales ventajas de un instrumento de doble haz en el espectrofotómetro de haz simple son una mejora en la estabilidad de la fuente de luz, detectores y dispositivos electrónicos asociados. Las desventajas incluyen la precisión requerida en la recombinación de los haces de luz antes de llegar al monocromador, la calidad de los espejos y otras ópticas y sus capas y los problemas que pueden crear por la acumulación de polvo en estos dispositivos. (Long K., 2017).



Figura 13. Tipos de espectrofotómetros. (Long K., 2017).

14. OBJETIVOS

14.1 OBJETIVO GENERAL:

- Determinar el perfil espectrofotométrico del aceite extraído de la semilla de *Hibiscus sabdariffa* (Jamaica), producido en el estado de Michoacán.

14.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Extraer por el método de Soxhlet y solvente a fin, aceite esencial de la semilla de *Hibiscus sabdariffa*.
- Analizar el método espectrofotométrico los componentes químicos del aceite esencial de *Hibiscus sabdariffa*.
- Establecer y validar las regiones de absorción espectrofotométrica en el aceite de la semilla de *Hibiscus sabdariffa*.

15. METODOLOGÍA

Se recolecta la semilla de Jamaica, pasándola a mortero para ser triturada y pulverizada para después llevarla a secar la muestra a su totalidad en estufa por 48 horas a 50°C. Después se elaboran cartuchos de papel filtro de un aproximado de anchor de 3 cm para colocarles 3 gramos de muestra de la semilla ya pulverizada y completamente seca. Ya elaborados los cartuchos pasamos a montar el equipo soxhlet, en matraz de fondo redondo se agregan 100 ml de éter etílico, y en el soxhlet se adicionan 2 cartuchos con muestra.

El baño maría se debe ajustar a la temperatura de fusión del éter etílico, el agua debe ser fría para el condensador, y toda el agua utilizada en el proceso debe ser destilada. Al momento de haber preparado todo comenzamos con la extracción dejando pasar 4 ciclos, pasados los ciclos retiramos los cartuchos y empezamos el proceso de la recuperación de reactivo hasta dejar la extracción del aceite de semilla de jamaica.

Realizado el proceso, se retira el aceite extraído y se deposita en un vial de polipropileno, adicionalmente a este proceso se realiza un análisis espectrofotométrico en una celda de cuarzo donde se analizan las huellas espectrofotométricas específicas para las muestras obtenidas ya que este procedimiento se realiza por triplicado. Antes de leer las muestras obtenidas en espectrofotómetro, se realiza su calibración en celda con el blanco (aire). Al tener las lecturas se observan los cromatogramas.

Tabla 8. Materiales y reactivos usados en la experimentación. (Zaragoza. R. R. et al., 2018)

MATERIALES	REACTIVOS
• Equipo de soxhlet • Papel filtro • Espectrofotómetro • Mortero • Probeta • Estufa • Balanza analítica • Flor de Jamaica • Semilla de Jamaica (materia prima)	• Éter etílico

15.1 DIAGRAMA DE BLOQUES

La semilla de flor de jamaica es pulverizada en mortero y se lleva a estufa por 48 horas.

Se elaboran cartuchos de papel filtro para pesar 3 gramos de muestra de semilla de flor de jamaica.

Elaborados los cartuchos con muestras se empieza a montar el equipo soxhlet. Se utiliza agua destilada para todo el proceso.

En matraz de fondo redondo se adicionan 100 ml de reactivo a utilizar en el procedimiento y en soxhlet se agregan 2 cartuchos de muestra.

El baño maría se debe ajustar a la temperaturra de ebullición de cada reactivo, al momento de empezar la extracción se deben dejar pasar de 4 a 5 ciclos.

Hechos los ciclos de la extracción se retiran los cartuchos y comienza la parte del recuperado de reactivo, que se obtiene de forma mas sencilla, siendo así; antes de que se realice el ciclo se retira el soxhlet y se pasa el reactivo recuperado a un frasco limpio.



El recuperado se lleva a cabo hasta solo quedar en el matraz el extracto aceitoso de la semilla de flor de jamaica.



Obtenido el aceite, se pasa a un vial y se lleva a estufa para volatilizar cualquier residuo de reactivo. Se retira de la estufa y se centrifuga y se pasa a una celda para ser leído en espectrofotometro.



El espectrofotometro se calibra con una celda con aire, y después se lee la muestra a una absorbancia de 300-800 nm.



Obtenidos los cromatogramas se realizan las observaciones correspondientes.

15.2 OBSERVACIONES

1. Se toma la muestra de la semilla de flor de jamaica y se limpian y pasan al mortero para proceder al triturado, cabe destacar que las semillas de la jamaica contienen una cascara muy sólida, lo cual tomaba un poco más de tiempo triturarla. Al contener una cascara tan rígida ayuda a la planta al ser cultivada ya que es muy difícil que pueda contraer plaga alguna, se adapta a cualquier tipo de clima, esta semilla mide de 0.4 a 0.5 cm con un peso promedio de 0.0406 gr, tiene un color oscuro y forma de riñón.



Figura 14. Recolección y triturado de semilla de *H. sabdariffa*. (Zaragoza R. R. et al., 2018)

2. Una vez triturada la semilla se pasan a cajas Petri, y se llevan a estufa para un secado completo de muestra por 48 horas a 50°C, pasado el tiempo de secado se elaboran cartuchos de papel filtro para pesar 3 gramos de muestra en cada cartucho. A los cartuchos se les colocan clips para sujetar la muestra y no se derrame a la hora del proceso. Los cartuchos deben tener un ancho de entre 3 y 3.5 cm ya que de esta manera es más fácil manipularlos en el equipo.



Figura 15. Muestra pulverizada y llevada a secado a 55°C. (Zaragoza R. R. et al., 2018)

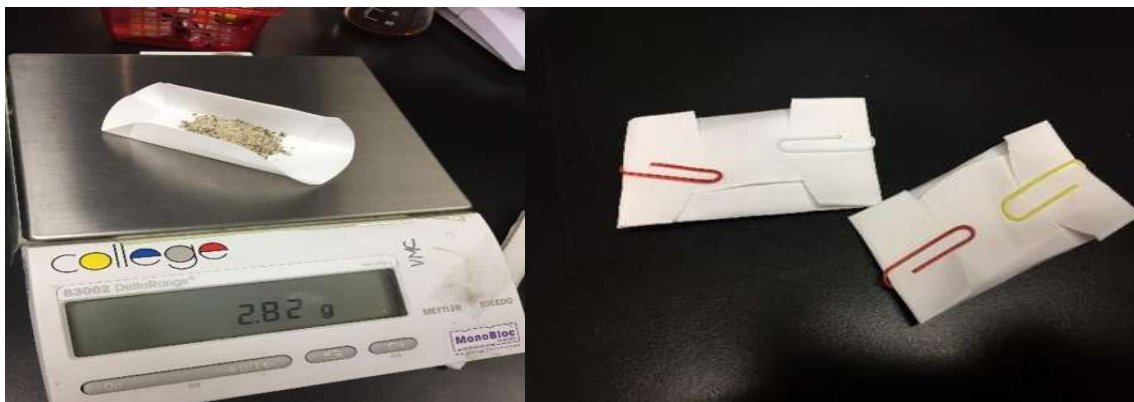


Figura 16. Elaboración de cartuchos. (Zaragoza R. R. et al., 2018)

4. Se montó el equipo de extracción soxhlet, para este procedimiento se utilizaron solventes hidrofóbicos con un proceso de 4 ciclos a 35°C, posterior a los ciclos se recuperó el solvente y se extrae el aceite para depositarlo en un vial de polipropileno esto para que el aceite se pueda conservar en atmosfera inerte de nitrógeno. Por otra parte, el agua utilizada en el baño maría y hielo para el refrigerante, utilizamos agua destilada esto para evitar la oxidación del material.



Figura 17. Extracción Soxhlet y Recuperado de reactivo. (Zaragoza R. R. et al., 2018).



Figura 18. Extracción de aceite de *H.sabdariffa* obtenido. (Zaragoza R. R. et al., 2018).

5. Adicionalmente se pasa el vial a una celda de cuarzo para hacer la lectura en espectrofotométrica, pero antes de realizar la lectura del aceite se calibra con celda vacía (aire). Una vez calibrado comenzamos con la lectura y se observan los cromatogramas y observar en que cantidades es rico el aceite.

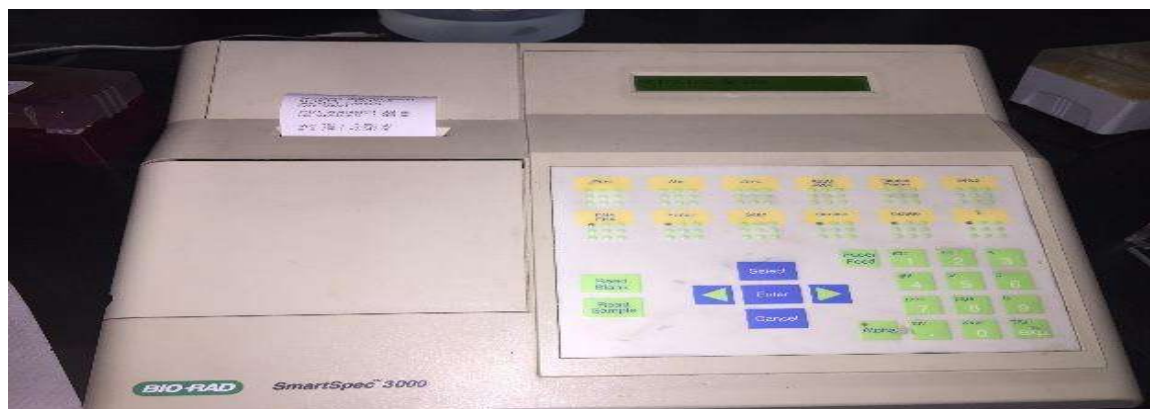


Figura 19. Lecturas en Espectrofotómetro. (Zaragoza R. R. et al., 2018).

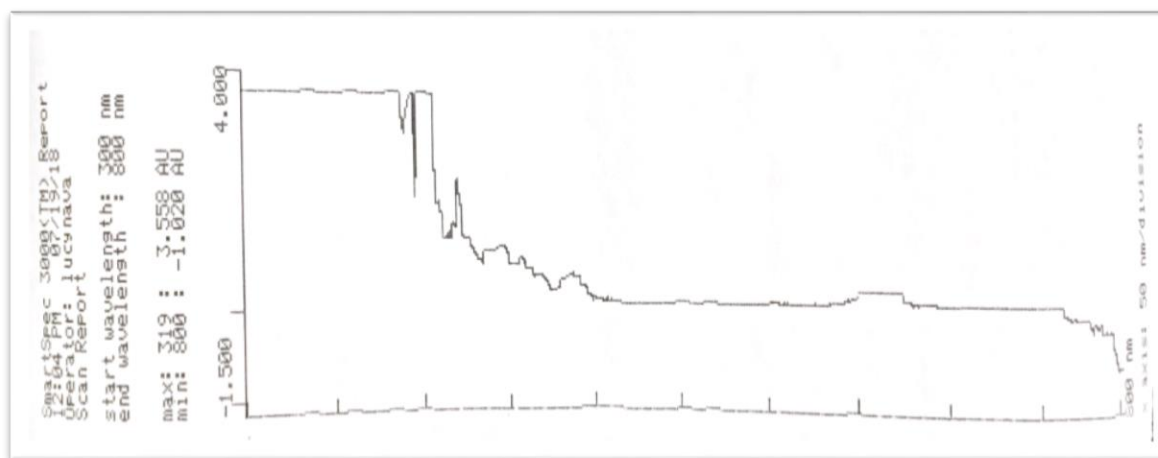


Figura 20. Cromatograma General de *H. sabdariffa*. (Zaragoza R. R. et al., 2018).

Las muestras analizadas en cada caso con éter etílico se realizaron por triplicado, su periodo de tiempo para extraer el aceite de semilla de *H. sabdariffa* era de 5 a 6 horas aproximadamente ya que este solvente orgánico es muy volátil y debía estar a su temperatura de fusión de 35°C y el proceso de extracción y recuperado llevan su tiempo.

15.3 RESULTADOS

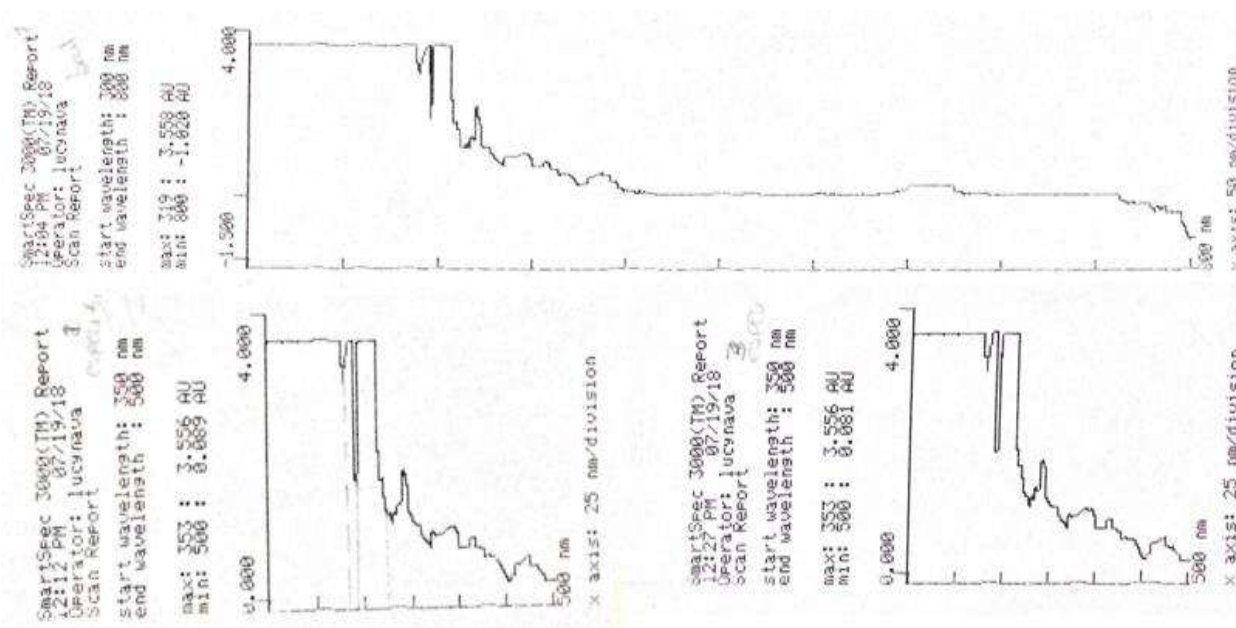


Figura 21. Cromatogramas obtenidos en la extracción de *H. sabdariffa*. (Zaragoza. R. R. et al., 2018).

En los cromatogramas obtenidos destaca el ácido oleico (C:18), ácido linoleico (C:18) y ácido palmitoleico (C:16), que son ácidos monoinsaturados y poliinsaturados que se encuentran en los aceites olivo, aguacate semillas de uva de girasol, sésamo; siendo ácidos del grupo omega 6 y 9. También se localizan en grasas de animales del cerdo, pollo y pavo. (S.A., 2018).

Cabe mencionar que en los cromatogramas de 382 a 396 nm encontramos en abundancia lo que es el ácido oleico y linoleico. Estos ácidos grasos no los puede sintetizar el organismo de manera propia por eso se tiene que consumir de manera exógena para suministrarlo al organismo y aprovechar sus beneficios a la salud. El ácido palmitoleico se encuentra en grasas trazas en absorbancias de 432 a 435 nm, está en menor cantidad que el oleico y linoleico; el ácido palmitoleico se encuentra en los derivados de los lácteos. (Zaragoza. R. R. et al. 2018).

16. DISCUSIÓN

En esta investigación realizamos tres pruebas piloto, que se fundamentaron con el cáliz de la flor de jamaica, su procedimiento fue idéntico al de la semilla de jamaica, pero en este caso lo utilizamos con éter etílico, metanol, y agua. Se realizó con la finalidad de experimentar y comparar los resultados con la semilla; en el cáliz de jamaica los resultados arrojaron a la comparación con la teoría comprobada, ya que el cáliz es rico en antioxidantes, flavonoides, antocianinas, xantonas, etc. Este resultado se destaca para la industria textil, por su colorimetría tan destacada. (Zaragoza. R. R. et al., 2018).



Figura 22. Prueba piloto con cáliz de *Hibiscus sabdariffa*. (Zaragoza R. R. et al., 2018).

17. CONCLUSIÓN

Se obtuvieron las huellas específicas en las longitudes de onda de 382 a 395 nm y de 420 a 435 nm en todos los casos analizados con la semilla de *Hibiscus sabdariffa*, se identificaron ácidos grasos como el ácido oleico (C:18), ácido linoleico (C:18) y el ácido palmitoleico (C:16), los cuales son ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, cabe mencionar que estos ácidos grasos son una fuente importante para la dieta humana e implementación de nuevas aplicaciones biotecnológicas. La semilla de *Hibiscus sabdariffa* es una materia prima a la cual se le puede dar más de un valor agregado, ya que es rica en ácidos grasos, antioxidantes, y esto permite la fabricación de nuevos productos, su uso es diverso porque su función puede destacar en la industria alimenticia y farmacéutica, así como beneficios a la salud. De tal manera que también con el presente trabajo, nos proporciona un valor agregado a la semilla de Jamaica producida en el estado de Michoacán.

18. PERSPECTIVAS

- ✓ Promover el cultivo de la jamaica en el estado Michoacán.
- ✓ Generar productos derivados a partir de la jamaica.
- ✓ Realizar investigaciones, a partir del aceite extraído de la semilla de *H.sabdariffa*.
- ✓ Crear y promover la extracción del aceite de *H. sabdariffa* (jamaica).
- ✓ Promover el consumo de la Jamaica *H. sabdariffa*.

19. GLOSARIO

Aceite: Sustancia grasa de origen mineral, vegetal o animal, líquida, insoluble en agua, combustible y generalmente menos densa que el agua, que está constituida por ésteres de ácidos grasos o por hidrocarburos derivados del petróleo.

Ácido linoleico: El ácido linoleico es un ácido graso poliinsaturado con múltiples utilidades y funciones.

Ácido oleico: El ácido oleico es un ácido graso monoinsaturados de la serie omega 9 típico de los aceites vegetales.

Ácidos grasos: Un ácido graso es una biomolécula de naturaleza lipídica formada por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de diferente longitud o número de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo.

Antioxidante: Sustancia que impide la formación de óxidos.

Antocianinas: Las antocianinas son pigmentos solubles en agua que se hallan en las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos.

Bulbo: Órgano vegetal gralte, subterráneo, formado por una yema o brote en cuyas hojas se acumulan sustancias de reserva; como la cebolla.

Cáliz: Está formado por los sépalos y de los cuatro verticilos florales es el más externo y el que muestra con mayor claridad su descendencia de hojas vegetativas.

Cromatograma: Cromatograma es el resultado gráfico de la cromatografía.

Destilación fraccionada: Proceso por el que la sustancia volátil de una mezcla se separa de otra que no lo es mediante evaporación y posterior condensación de la misma.

Destilación simple: es una operación donde los vapores producidos son inmediatamente canalizados hacia un condensador, el cual los enfría (condensación) de modo que el destilado no resulta puro.

Espectro: Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.

Etanol: Es un compuesto químico, mejor conocido como alcohol etílico que en situaciones de temperatura normal se caracteriza por ser un líquido incoloro e inflamable.

Éter etílico: Es un líquido, incoloro, muy inflamable, con un bajo punto de ebullición, de sabor acre y ardiente.

Fenoles: Los fenoles son compuestos químicos llamados aromáticos. Las sustancias provienen de los alcoholes aromáticos.

Flavonoides: Los flavonoides son pigmentos vegetales con un marcado poder antioxidante, que previenen el envejecimiento celular y los procesos degenerativos.

Metanol: Líquido incoloro y muy tóxico, obtenido por destilación de la madera a baja temperatura o mediante la reacción del monóxido de carbono y el hidrógeno, que se emplea para desnaturalizar el alcohol etílico y como aditivo de combustibles líquidos.

Omega 3: Los ácidos grasos Omega-3 son un tipo de grasa poliinsaturada (como los omega-6), considerados esenciales porque el cuerpo no puede producirlos.

Pentano: Hidrocarburo saturado muy volátil que se emplea como disolvente.

Semilla: Grano contenido en el interior del fruto de una planta y que, puesto en las condiciones adecuadas, germina y da origen a una nueva planta de la misma especie.

Soxhlet: El soxhlet es un aparato de extracción continua para materias sólidas.

Topure: Tierra de color rojo arenoso.

20. Bibliografías:

- A, C. R. (2014). Compuestos bioactivos y propiedades terapéuticas de los cálices de rosa de Jamaica. Laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT), Universidad de San Carlos Guatemala., 1-18.
- Abu, T. H. M.; Ahmed, S. A. B. and Al, K. H. Á. (1997). Some nutritional and functional properties of karkade (Hibiscus sabdariffa) seed products. Cereal Chem. 74 (3):352-355
- Andrew, L. K. (2017). El espectrofotómetro. Obtenido de <https://elespectrofotometro.com/tipos-de/>
- Antolovich M, Prenzler P, Robards K, Ryan D. (2000). Sample preparation in the determination of phenolic compounds in fruits. Analyst 125(5): 989-1009
- Aquino YD, y León A. 2005. Flor de Jamaica orgánica de México. Obtenido de vinculado.org. revista Electrónica Latinoamericana: Visto Online. Disponible en el URL: <http://vinculado.org/mercado/>.
- Araya, O. R. (2011). blogs post. Obtenido de <http://rosadejamaica-orodriguez.blogspot.com/2011/07/importancia-en-el-mundo.html>
- Araya, O. R. (2011). Rosa de Jamaica (Hibiscus sabdariffa). Obtenido de <http://rosadejamaica-orodriguez.blogspot.com/2011/07/componentes-y-caracteristicas-quimicas.html>
- AUTOR, S. (2018). CARACTERISTICAS DE LA FLOR DE JAMAICA. Obtenido de <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/Fulltext/ADME0000765/C1.pdf>
- Beltrán, J. G. (2012). Propiedades funcionales de Hibiscus sabdariffa L. temas selectos de ingeniera alimentaria, 43-63.
- Biruete-Guzmán, A. Juárez Hernández, E. Sieiro Ortega, E. Romero Viruegas R y Silencio Barrita, J. L. (2009). Los nutaceuticos. Lo que es conveniente saber. Revista Mexicana de Pediatría. 76 (3): 236-245.

- Carvajal, O., Waliszewski, S. y Infanzón, R. M. (2006). Los usos y maravillas de la Jamaica. *La ciencia y el Hombre*, 19(2): 37-40.
- Elvira, A. (2018). Ácido Palmítico: Estructura Química, propiedades y alimentos. Obtenido de <https://www.lifeder.com/acido-palmitico/#>
- Gomes Maganha E, da Costa Halmenschlager R, Moreira Rosa R, Pegas Henriques JA, Lia de Paula Ramos AL, Saffi J. 2010. Pharmacological evidences for the extracts and secondary metabolites from plants of the genus *Hibiscus*. *Food Chemistry* 118.
- Gonzales Palomares S, Estarán Espinoza M, Gómez Leyva JF, Andrade González I. (2009). Effect of the temperature on the spray drying of roselle extracts (*Hibiscus sabdariffa* L.).
- Herrera Arellano A, Miranda Sánchez J, Avila Castro P, Herrera Alvarez S, Jiménez Ferrer JE, Zamilpa A, Román Ramos R, Ponce Monter H, Tortoriello J. (2007). Clinical effects produced by a standardized herbal medicinal product of *Hibiscus sabdariffa* on patients with hypertension. A randomized, double blind, Lisinopril controlled clinical trial. *Planta medica*.
- INEGI. (2015). DIVISION MUNICIPAL. Obtenido del estado de Michoacán de Ocampo está dividido en 113 municipios.: http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/territorio/div_municipal.aspx?tema=me
- Jínez M, T., Cortés C, A., Ávila G, E., Casaubon, M., & Salcedo E, R. (2010). Efectos de niveles elevados de semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en dietas para pollo sobre el comportamiento productivo y funcionamiento hepático. Universidad Autónoma de México.
- Manach C, Donovan JL. (2004). Pharmacokinetics and metabolism of dietary flavonoids in humans. *Free radical research* 38(8).

Neira, M. G. (2013). Producción de Jamaica. Obtenido de <http://www.google.com.mx/amp/s/www.eleconomista.com.mx/amp/opinion/produccion-de-jamaica.20130306-0010.html>

Octavio Carvajal, S. W. (2016). Los usos y maravillas de la jamaica. Obtenido de <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol19num2/articulos/jamaica/index.html>

Parés, C. &. (2018). Ácido Linoleico. Obtenido de <https://cailapares.com/acido-linoleico/>

Price RK, Welch RW, Lee-Manion AM, Bradbury I, Strain JJ. (2008). Total phenolics and antioxidant potential in plasma and urine of humans after consumption of wheat bran. *Cereal Chemistry* 85(2).

Reserva de la biosfera Zicuirán, Infiernillo, Michoacán. (s.f.). <http://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioInfiernillo.pdf>

Rodríguez-Abrego, G., Peña, J.E., Garza, R. B. Z., y Ramírez-Sánchez, T. (2010). Burden of Disease Between Two Time Frames: Mexico Perspectives. En V. R. Preedy y R.R. Watson (Eds.), *Handbook of Disease Burdens and Quality of Life Measures* (pp. 483-503). Springer New York. http://doi.org/10.1007/978-0-387-78665-0_29

Román, C. B. y Ortiz, A. R. (2017). Uso de *Lippia graveolens* (Kunt) como inhibidor en películas activas en los frutos del género *Rubus* spp, producidos en Michoacán, Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

S.A. (2018). ÁCIDO OLEICO» Conoce Propiedades Y Beneficios De Este Ácido Graso. Obtenido de <https://acidos.info/oleico/>

S.A. (2018). El Espectrofotómetro. Obtenido de <https://elespectrofotometro.com/partes-del/espectrofotometro>

S.A. (2018). mapa mandí. Obtenido de <https://www.google.com.mx/search?biw=1242&bih=557&tbm=isch&sa=1&ei=>

KrlpW4jwOYPcsAWFzZSQCg&q=mapamundi&oq=mapamundi&gs_l=img.12
...0.0.3.263.0.0.0.0.0.0.0.0..0.0....0...1c..64.img..0.0.0....0.P8DRaScMEF0#im
grc=_

Silvana, O. M. (2008). Composición en macronutrientes, minerales y metales pesados en cálices de Jamaica cultivada en el estado Monagas. Revista voces: Tecnología y pensamientos.

stock. (2014). Partes de la planta de Hibiscus sabdariffa o roselle. Obtenido de <https://mx.depositphotos.com/45383703/stock-illustration-parts-of-hibiscus-sabdariffa-or.html>

Su consumo, además, ayuda a controlar los niveles de glucosa en la sangre y reduce el colesterol, los triglicéridos y la hipertensión. (2017). Obtenido de <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/04/28/1155492>

Torres Morán MI, Escoto Delgadillo ME, Ron Parra J, Parra Tovar G, Mena Munguía S, Rodríguez García A. (2011). Relationships among twelve genotypes of roselle cultivated in western Mexico. *Industrial crops and Products* 34, 1079-1083.

Urbina Torres, F. (2009). Cultivo de Flor de Jamaica. Chemonics Internacional, Inc., 8.

Zaragoza, R. R., Rivera, T. E. M., Ortiz, A. R., Nava, B.L.M. (2018). Análisis espectrofotométrico del aceite de semilla de Hibicus sabdariffa (Jamaica), producido en el estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Zaragoza, R. R., Rivera, T. E. M., Ortiz, A. R., Nava, B.L.M. (2018). Análisis espectrofotométrico del aceite de semilla de Hibiscus sabdariffa (Jamaica), producido en el estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

20.1 Referencias electrónicas de imágenes

- INEGI. (2015). DIVISION MUNICIPAL. Obtenido del estado de Michoacán de Ocampo está dividido en 113 municipios.: http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/territorio/div_municipal.aspx?tema=me
- <http://rosadejamaica-orodriguez.blogspot.com/2011/07/importancia-en-el-mundo.html>
- (n.d.).
- A, C. R. (2014). Compuestos bioactivos y propiedades terapéuticas de los cálices de rosa de Jamaica. Laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT), Universidad de San Carlos Guatemala., 1-18.
- Al-Kahtani, H. & Hassan, B. (1990). Spray drying of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Journal of Food Science*, 55, 1073-1076. doi: 10.1111/j.1365-2621.1990.tb01601.x
- Andrew, L. K. (2017). El espectrofotómetro. Retrieved from <https://elespectrofotometro.com/tipos-de/>
- Andrew, L. K. (2017). El espectrofotómetro. Obtenido de <https://elespectrofotometro.com/tipos-de/>
- Araya, O. R. (2011). blogs post. Obtenido de:
- Araya, O. R. (2011). blogs post. Retrieved from <http://rosadejamaica-orodriguez.blogspot.com/2011/07/importancia-en-el-mundo.html>
- Araya, O. R. (2011). Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). Retrieved from <http://rosadejamaica-orodriguez.blogspot.com/2011/07/componentes-y-caracteristicas-quimicas.html>
- AUTOR, S. (2018). CARACTERISTICAS DE LA FLOR DE JAMAICA. Retrieved from <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/Fulltext/ADME0000765/C1.pdf>
- Beltrán, J. G. (2012). Propiedades funcionales de *Hibiscus sabdariffa* L. temas selectos de ingeniera alimentaria, 43-63.
- Elvira, A. (2018). Ácido Palmítico: Estructura Química, propiedades y alimentos. Retrieved from <https://www.lifeder.com/acido-palmitico/#>

- INEGI. (2015). DIVISION MUNICIPAL. Retrieved from el estado de Michoacán de Ocampo está dividido en 113 municipios.: http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/territorio/div_municipal.aspx?tema=me
- Jínez M, T., Cortés C, A., Ávila G, E., Casaubon, M., & Salcedo E, R. (2010). Efectos de niveles elevados de semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en dietas para pollo sobre el comportamiento productivo y funcionamiento hepático. Universidad Autonoma de México, 30-60.
- Neira, M. G. (2013). Producción de Jamaica. Retrieved from <http://www.google.com.mx/amp/s/www.eleconomista.com.mx/amp/opinion/produccion-de-jamaica.20130306-0010.html>
- Octavio Carvajal, S. W. (2016). Los usos y maravillas de la jamaica. Retrieved from <https://www.uv.mx/cienciahumano/revistae/vol19num2/articulos/jamaica/index.html>
- Parés, C. &. (2018). Ácido Linoleico. Retrieved from <https://cailapares.com/acido-linoleico/>
- S.A. (2018). mapa mundi. Obtenido de https://www.google.com.mx/search?biw=1242&bih=557&tbn=isch&sa=1&ei=KrlpW4jwOYPcsAWFzZSQCg&q=mapamundi&oq=mapamundi&gs_l=img.12...0.0.3.263.0.0.0.0.0.0.0.0.0..0.0....0...1c..64.img..0.0.0....0.P8DRaScMEF0#imgrc=_
- S.A. (2018). El Espectrofotómetro. Retrieved from <https://elespectrofotometro.com/partes-del/espectrofotometro>
- S.A. (2018). map mundi. Retrieved from https://www.google.com.mx/search?biw=1242&bih=557&tbn=isch&sa=1&ei=KrlpW4jwOYPcsAWFzZSQCg&q=mapamundi&oq=mapamundi&gs_l=img.12...0.0.3.263.0.0.0.0.0.0.0.0.0..0.0....0...1c..64.img..0.0.0....0.P8DRaScMEF0#imgrc=_
- S.A. (2018). ÁCIDO OLEICO» Conoce Propiedades Y Beneficios De Este Ácido Graso. Retrieved from <https://acidos.info/oleico/>

- S.A. (2018). El Espectrofotómetro. Obtenido de <https://elespectrofotometro.com/partes-del/espectrofotometro>
- Silvana, O. M. (2008). Composición en macronutrientes, minerales y metales pesados en cálices de Jamaica cultivada en el estado Monagas. Revista voces: Tecnología y pensamientos, 1-15.
- stock. (2014). Partes de la planta de *Hibiscus sabdariffa* o roselle. Retrieved from <https://mx.depositphotos.com/45383703/stock-illustration-parts-of-hibiscus-sabdariffa-or.html>
- stock. (2014). Partes de la planta de *Hibiscus sabdariffa* o roselle. Obtenido de <https://mx.depositphotos.com/45383703/stock-illustration-parts-of-hibiscus-sabdariffa-or.html>
- Su consumo, además, ayuda a controlar los niveles de glucosa en la sangre y reduce el colesterol, los triglicéridos y la hipertensión. (2017). Retrieved from <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/04/28/1155492>
- Urbina Torres, F. (2009). Cultivo de Flor de Jamaica. Chemonics Internacional, Inc., 8.
- Zaragoza, R. R., Rivera, T. E. M., Ortiz, A. R., Nava, B.L.M. (2018). Análisis espectrofotométrico del aceite de semilla de *Hibiscus sabdariffa* (Jamaica), producido en el estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



El Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, a través del
Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado,

otorgan la presente

CONSTANCIA

Raúl Zaragoza Rodríguez,

A:

Por su ponencia en la "Mesa 3.- Ciencias Agrícolas y Biotecnología", titulada: **ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICO DEL ACEITE DE SEMILLA DE HIBICUS SABDARRIFA (JAMAICA)**, PRODUCIDO EN EL ESTADO DE MICHOACÁN
En el marco de las actividades académicas del **13º Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Séptimo Encuentro de Jóvenes Investigadores** del Estado de Michoacán.

Morelia, Michoacán; a 19 de octubre de 2018.

Dr. José Luis Montañez Espinosa

Director General del Instituto de Ciencia,
Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán





13.º Congreso
Estatad de Ciencia
Tecnología e Innovación
70 Aniversario del Instituto de Investigación y Desarrollo Científico del Estado de Michoacán



18 y 19
octubre
2018
Centro de Convenciones
y Exposiciones de Morelia

El Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, a través del
Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado,

otorgan la presente

CONSTANCIA

RAUL ZARAGOZA RODRIGUEZ

A:

En el marco de su asistencia a las actividades académicas organizadas por el
e Innovación y el Séptimo Encuentro de Jóvenes Investigadores del Estado de Michoacán.

Morelia, Michoacán; a 19 de octubre de 2018.

Dr. José Luis Montañez Espinosa

Director General del Instituto de Ciencia,
Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán

