



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

TEMA

**BIOPESTICIDA A PARTIR DE PRODUCTO ORGÁNICO DEL
METABOLITO *Hibiscus sabdariffa* L. COMO ALTERNATIVA DE
PESTICIDA ORGÁNICO**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICO FARMACOBIOLOGO

TESISTA:

ANAHI ESPERANZA GASCA COVARRUBIAS

DIRECTOR DE TESIS:

D.C. LUCÍA MATILDE NAVA BARRIOS

MORELIA, MICHOACÁN.

FEBRERO DE 2021.

Este trabajo se realizó en las instalaciones de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en el laboratorio de Neurobiología, bajo la dirección de mi asesora la D.C Lucía Matilde Nava Barrios y su equipo de trabajo.

Se obtuvo con este trabajo una ponencia en el 5^o Congreso Virtual Internacional Multidisciplinario de la Universidad Virtual del Estado de Michoacán, 2020. Morelia Michoacán.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a DIOS y a la Santísima Virgen María por haber estado conmigo en todo momento y ayudarme a culminar esta etapa de mi vida, gracias papá DIOS por demostrarme tu amor y cariño a lo largo de mi carrera profesional, por bendecirme con la capacidad y fuerza necesaria, gracias virgencita por darme cobijo en todo momento y ser mi luz en el camino.

Dedico esta tesis a Juan Manuel Gasca Ortiz por ser el mejor padre que DIOS me regalo, por toda tu confianza, trabajo y sacrificio, por haber estado conmigo en esta carrera profesional juntos y de la mano, por haber sido mi mejor equipo, te amo papi y te la dedico con todo mi corazón, gracias infinitas por ser mi motivación día con día, por ser mi motor de lucha, gracias por todo el apoyo, amor y trabajo que nos brindaste, te amo papi con amor y orgullo te hago este regalo.

A mi madre Josefina Covarrubias Navarro gracias por tu amor incondicional, tú bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, gracias por darme tu fuerza, te admiro mami la gran mujer que eres, este proyecto no habría sido posible sin tu apoyo, esta tesis es un logro y sin lugar a dudas ha sido en gran parte gracias a ti, no sé en donde me encontraría de no ser por tu dedicación, paciencia, esfuerzo y tu amor, compartimos este logro juntas, te doy mis más sinceras gracias mamita, te amo.

A MI HERMANA

Para mi mejor amiga y hermana Liliana Elvira Gasca Covarrubias por tu amor incondicional, trabajo y esfuerzo, por toda la confianza que depositaste en mí, muchas gracias; por tus ganas de salir adelante y juntas de la mano, por las noches de desvelo estudiando y haciendo tareas, cuidando las batas de laboratorio, haciendo bitácoras, preparándonos para cada uno de nuestros exámenes, cuidándonos mutuamente en todo momento, y sé que dentro de todo hicimos nuestro mayor esfuerzo y trabajo, porque le pusimos todo el corazón a este sueño compartido y sé que hoy tengo la dicha de compartirlo contigo, y festejarlo juntas como grandes amigas, a lo largo de mi carrera profesional fuiste tú mi motor y mi motivo de lucha constante, gracias porque cuando pensé en rendirme estuviste tu ahí conmigo, diciéndome lo mucho que puedo lograr, por las veces que planeábamos nuevas estrategias de triunfo, gracias por amanecer conmigo para ir a la facultad, despertarnos juntas y decirme que no olvidara nunca mi sueño, todo fue mutuo y una bonita experiencia, pero también con días de interdecimos juntas, estoy muy orgullosa de todo lo que logramos, sé que DIOS estuvo con nosotras en todo momento y que él siempre nos estaba cuidando en todo momento, muchas gracias.

Hermana Lili, gracias por todos los momentos compartidos que fueron muchos y son los mejores, por todo el arduo trabajo, y quiero decirte que fuimos el mejor equipo de la escuela y sé que para nosotras fue una escuela de vida, gracias por tanto aprendizaje lo llevo conmigo, solo di nieve de limón y se te abrirá la puerta, extrañaremos con mucho amor y alegría esos días, pero hoy compartimos este logro juntas te lo agradezco a ti y con todo el amor y cariño que tengo te dedico mi proyecto Lili te amo.

AGRADECIMIENTOS

A MI INSTITUCIÓN

A mi Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, “Cuna de héroes, crisol de pensadores”, por darme la oportunidad de una formación profesional y satisfactoria, en especial gracias a la facultad de Químico Farmacobiología.

A MIS MAESTROS

A mi asesora, mi director de tesis D.C. Lucía Matilde Nava Barrios y a su equipo de trabajo, gracias por brindarme una oportunidad de crecimiento profesional y personal, por ser mi guía en el campo de la investigación, gracias por la confianza que deposito en mí y por todo su apoyo y trabajo fueron muy importantes para mí.

Maestra gracias por llevar en alto el nombre de la facultad y cultivar en mí una semilla de aprendizaje, dedicación, trabajo y amor por la investigación, tuve la gran oportunidad y el orgullo de realizar este proyecto con usted, una persona de excelencia y grandes conocimientos.

Para mí fue y es un honor realizar mi tesis con su dedicación y confianza, de corazón muchas gracias bendiciones.

Al profesor D.C. Rafael Ortiz Alvarado gracias por ser parte de mi carrera profesional y mesa de sinodales, gracias por apoyarme en este proyecto y así crear grandes oportunidades de éxito laboral, en especial gracias a su familia bendiciones por siempre.

Al profesor Q.F.B.Tellitudo Hilario Sosa Ruiz por ser un buen maestro en mi carrera profesional, por sus conocimientos y apoyo, por su confianza y oportunidad de estar en el Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo, muchas gracias.

A MI FAMILIA

A mi sobrinita Analí eres mi impulso y mi motor, gracias por siempre esperarnos en Zamora con los brazos abiertos, son correspondidos, tu cariño fue fundamental durante mi estancia fuera de casa, tú me hiciste sentir que nunca me fui y por todo eso muchas gracias mi niña.

A mi hermana Rosy gracias por tu acompañamiento, sé que pusiste tu esfuerzo y dedicación junto con mis padres, gracias por nunca oponerte a que yo lograra este sueño.

A MIS AMIGOS

A mi novio y mejor amigo Abraham P. gracias por apoyarme siempre, por compartir buenos momentos juntos y ser mi compañero de generación, al igual que de aventuras a lo largo de estos 5 años de carrera profesional, por estudiar juntos y ser mi equipo en los laboratorios de microbiología.

Gracias por ser mi gran amigo y compañero de viaje, por decirme en todo momento lo grande que soy y lo mucho que puedo lograr, que no existen los límites para la felicidad, gracias por tu confianza y no dejarme renunciar a este mi sueño, tu apoyo y amor significó mucho para mí, gracias por eso y más, te amo.

A mis amigos de la facultad gracias por su acompañamiento y lucha incansable juntos, por los tantos momentos compartidos en la escuela y consejos brindados, los quiero y llevo en mi corazón por siempre.

A mi amigo Miguel Ángel Peña Odilón por ser parte de mi equipo de trabajo en la investigación, escritura y redacción de mi tesis proyecto, por ser un impulso de todos los días y ayudarme a salir adelante, muchas gracias amigo.

A mi amiga Diana C. gracias por darme tú confianza y amistad, por ser el vehículo adecuado para conocer a la persona que me ayudaría, te quiero mucho.

A mi amigo Irepan P. gracias por tu apoyo y acompañamiento, fueron fundamentales, bendiciones amigo 4's.

A mis compañeros de sección en la facultad por apoyarnos en todo momento, y ser unidos como grupo.

A mi amiga Fernanda gracias por tu amistad y compañerismo.

A mi amiga Paulina gracias por todo y por impulsarme a lograr mis sueños, por darme esa motivación, cariño, y confianza.

Por último pero no menos importante gracias a mi dedicación, esfuerzo y trabajo, entrega, lucha constante, sabiduría, trabajo y constancia, valentía en todo momento, y ganas de salir adelante, de la mano de DIOS, por todas las noches de estudio completos, por dejar el amor y las distracciones a un lado para conseguir mis sueños, por dejar buenos momentos para vivir mejores, por ser fuerte y grande de corazón, por nunca haber soltado mi sueño y esforzarme día con día con más entusiasmo y valentía, por perder el miedo y salir adelante, por haber entregado el corazón en la facultad y salir victoriosa, con ganas y ánimo de lograr un día mi sueño, por superar tantos obstáculos y levantarme al día siguiente para seguir luchando, hoy con orgullo y amor los ama y agradece la Química Anahí Esperanza Gasca Covarrubias.

GRACIAS A TODOS

ÍNDICE

	PÁGINA
DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	3
ÍNDICE.....	6
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	9
ÍNDICE DE TABLAS E IMÁGENES.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo General.....	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3. HIPÓTESIS.....	18
4. HISTORIA.....	19
5. MORFOLOGÍA.....	20
5.1 Ecotipos de <i>H. sabdariffa</i> L.....	21
6. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	22
7. CULTIVO DE <i>H. sabdariffa</i> L.....	23
a) Requerimientos climáticos.....	23
b) Requerimientos del terreno.....	23
c) Diseño agroforestal.....	24
d) Siembra.....	25
e) Fotoperíodo.....	25
f) Demanda de agua.....	26
g) Floración.....	26
h) Cálices o flor deshidratada.....	26
8. PROPIEDADES QUÍMICAS.....	27
a) Metabolitos primarios.....	28
b) Metabolitos secundarios.....	29
8.7 Valor nutricional.....	32
9. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL CULTIVO DE LA FLOR DE JAMAICA.....	35

9.2 Países en los que se cultiva la flor de jamaica.....	36
9.3 Estados de la República Mexicana donde se cultiva la flor de jamaica	37
9.5 Producción Nacional de flor de jamaica.....	38
9.7 Municipios del Estado de Michoacán donde se cultiva la flor de jamaica.....	39
10. PROPIEDADES TERAPÉUTICAS DE LA FLOR DE JAMAICA.....	40
10.1 Mecanismo Anti-hipertensivo.....	41
10.3 Efecto diurético.....	43
10.4 Control de hiperlipidemias y obesidad.....	44
10.5 Actividad antioxidante.....	45
11. USOS DE <i>H. sabdariffa</i> L.....	47
11.1 Industria alimentaria.....	48
11.3 Industria farmacológica y medicina tradicional.....	50
11.4 Industria textil.....	51
11.6 Industria cosmetológica.....	51
11.7 En artesanías	51
12. BIOPESTICIDA ORGÁNICO.....	52
a) Biopesticidas orgánicos.....	53
b) Pesticidas más usados a nivel mundial.....	54
13. IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE.....	56
13.1 Origen de los plaguicidas.....	57
13.2 Clasificación.....	57
13.4 Maquinaria para la aplicación de plaguicidas.....	58
14. DAÑO AL SER HUMANO.....	59
14.1 Efectos del consumo y manipulación inadecuada de plaguicidas	60
14.2 Propiedades Físicas y químicas.....	61
14.4 Espectrofotómetro.....	63
a) Longitud de onda.....	63
b) Transmitancia.....	63
c) Absorbancia.....	63
d) Ley de Lambert-Beer.....	63
15. METODOLOGÍA.....	64

15.1 Reactivos y materiales.....	65
16. Metodología.....	66
17. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	67
18. RESULTADOS.....	71
18.1 Interpretación de resultados.....	78
19. CONCLUSIÓN.....	79
20. PERSPECTIVAS.....	80
21. GLOSARIO.....	81
22. BIBLIOGRAFÍA.....	83

ÍNDICE DE IMÁGENES

FIGURA	PÁGINA
1.1 Flor de jamaica <i>H. sabdariffa</i> L.....	15
4.1 Estructura química de <i>H. sabdariffa</i> L.....	22
7.1 Cultivo flor de jamaica.....	23
7.2 Materia seca de <i>H. sabdariffa</i> L.....	26
8.1 Estructura de las antocianinas.....	27
8.2 Quercetina.....	28
8.3 Cianidina-3-sambubiósido.....	28
3.4 Delfinidina.....	29
8.6 Pelos eglandulares unicelulares flexuosos. (Aumento 200x).....	31
9.4 República Mexicana.....	37
9.8 Michoacán.....	39
10.3 Estructura molecular uricosúrico.....	43
10.6 Actividad antioxidante.....	45
11.2 Extracto.....	49
11.5 Colorantes naturales.....	51
12.1 Neem.....	53
12.3 Estructura química endosulfán.....	54
12.4 Estructura química DDT.....	54
12.5 Estructura química paraquat.....	54
12.6 Estructura química Atrazina.....	55
12.7 Estructura química lindano.....	55
13.3 Aplicación aérea de plaguicidas.....	57
13.5 Maquinaria para la aplicación de plaguicidas.....	58
14.2 Plaguicidas.....	60

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

TABLA	PÁGINA
5.1 Cultivo de <i>H. sabdariffa</i> L.....	23
8.5 Metabolitos secundarios.....	30
8.7 Valor nutricional de <i>H. sabdariffa</i> L.....	32
8.8 Compuestos obtenidos por decocción de los cálices.....	33
9.1 Gráfica Producción de flor de jamaica en el mundo.....	35
9.2 Países en los que se cultiva la flor de jamaica	36
9.5 Producción Nacional de flor de jamaica	38
9.6 Gráfica producción de flor de jamaica	38
10.1 Mecanismo	42
12.1 Biopesticidas Orgánicos.....	53
12.2 Pesticidas mas usados a nivel mundial.....	54
14.1 Efectos del consumo y manipulación inadecuada de plaguicidas.....	60
14.3 Propiedades físicas y químicas de los reactivos utilizados.....	61

RESUMEN

Hibiscus sabdariffa L. es un hibisco de la familia de las malváceas, como fuente importante de vitaminas, minerales y compuestos bioactivos como ácidos orgánicos, fitoesteroles y fenoles, estos últimos tienen propiedades antioxidantes altamente importantes. Su consumo puede proteger al organismo contra daños provocados por los radicales libres y la peroxidación lipídica, con los metabolitos de la planta se pretende demostrar su capacidad inhibitoria y plaguicida.

Los cálices de *H. sabdariffa* L. tienen como compuesto las antocianinas en 1.5 % (delfinidina-3- sambubiósido o hibiscina, cianidina 3- sambubiósido, cianidina 3- monoglucósido, delfinidina 3- monoglucósido), ácidos orgánicos en un 15-30% que estabilizan las antocianinas (principalmente ácido cítrico, málico, protocatéquico, tartárico y ascórbico), polisacáridos mucílaginosos en un 50% (ácidos urónicos en forma de sal y el resto ramnosa, arabinosa y pequeñas cantidades de glucosa, xilosa y manosa), flavonoides (principalmente quercetina, gosipetina), saponinas (β -sitosterol- β -D-galactopiranosido), fitosteroles (β - sitosterol, campesterol, ergosterol, estigmasterol), pectina y fibra.

Los biopesticidas son un componente clave en los programas de control integrado, y están ganando importancia como medio para reducir la cantidad de pesticidas sintéticos utilizados en el control de plagas y enfermedades en los cultivos.

En la mayoría de los sistemas de producción no se contemplan como sustitutos totales de los pesticidas sintéticos, sino como un complemento y una forma de poder rotar los productos utilizados de modo que retrase o elimine la aparición de resistencias a los insecticidas.

Se busca crear un impacto social, con una investigación enriquecida sobre las medidas de protección y cuidado al medio ambiente y la salud del ser humano, desarrollando un biopesticida orgánico para erradicar los efectos colaterales debido al uso de plaguicidas sintéticos.

PALABRAS CLAVE: *Hibiscus sabdariffa* L., antocianinas, compuestos fenólicos, biopesticida, cálices.

ABSTRACT

Hibiscus sabdariffa L. is a hibiscus of the malvaceae family, as an important source of vitamins, minerals and bioactive compounds such as organic acids, phytosterols and phenols, the latter have highly important antioxidant properties. Its consumption can protect the body against damage caused by free radicals and lipid peroxidation, with the metabolites of the plant it is intended to demonstrate its inhibitory and pesticide capacity.

The calyces of *H. sabdariffa* L. are composed of anthocyanins in 1.5% (delphinidin-3-sambubioside or hibiscin, cyanidin 3-sambubioside, cyanidin 3-monoglycoside, delphinidin 3-monoglycoside), organic acids in 15-30% that stabilize anthocyanins (mainly citric, malic, protocatechic, tartaric and ascorbic acids), mucilaginous polysaccharides by 50% (uronic acids in the form of salt and the rest rhamnose, arabinose and small amounts of glucose, xylose and mannose), flavonoids (mainly quercetin, gossipetin), saponins (β -sitosterol- β -D-galactopyranoside), phytosterols (β -sitosterol, campesterol, ergosterol, stigmasterol), pectin and fiber.

Biopesticides are a key component in integrated control programs, and they are gaining importance as a means of reducing the amount of synthetic pesticides used to control pests and diseases in crops.

In most production systems they are not considered as total substitutes for synthetic pesticides, but as a complement and a way to rotate the products used in a way those delays or eliminate the appearance of resistance to insecticides.

It seeks to create a social impact, with enriched research on protection measures and care for the environment and human health, developing an organic biopesticide to eradicate the collateral effects due to the use of synthetic pesticides.

KEY WORDS: *Hibiscus sabdariffa* L., anthocyanins, phenolic compounds, biopesticide, calyces.

BIOPESTICIDA A PARTIR DE PRODUCTO ORGÁNICO DEL METABOLITO *Hibiscus sabdariffa* L., COMO ALTERNATIVA DE PESTICIDA ORGÁNICO.

1. INTRODUCCIÓN

La flor de jamaica es un hibisco de la familia de las malváceas su nombre científico es *Hibiscus sabdariffa* L., originario de África y Asia Tropical, desde Egipto y Sudán hasta Senegal, es cultivada en todo el mundo incluido el sur de China (Arias, 2020).

Se la conoce por los nombres comunes de acedera roja de Guinea, rosa de jamaica, rosa de abisinia, flor de jamaica, rosella, agrio de Guinea en Cuba y saril en Panamá, en las Américas ingresó por la isla de Jamaica, de allí su nombre, su presencia en el territorio data de alrededor de unos 100 años (Arias, 2020).

El género *H. sabdariffa* L. posee más de 200 especies, siendo muy heterogéneo tanto por su variabilidad morfológica como cromosómica es fuente importante de vitaminas, minerales y compuestos bioactivos como ácidos orgánicos, fitoesteroles y fenoles (Sagarpa. 2012).

En el mundo se producen más de 97.975 toneladas de flor de jamaica; China ocupa el primer lugar con 27.76% de la producción, seguido por la India (17.91%), Sudán (9.1%), Uganda (8.40%), Indonesia (6.23%), Malasia (5.53%) y México (5.14%) (Sagarpa. 2012).

La flor de jamaica es propiamente de climas secos, subtropicales y montañosos, mide aproximadamente 2.5 metros de altura y puede variar desde 1 a 3 metros de altura (Chávez, 2018).

Su forma de reproducción es por medio de la autofecundación, su flor tiene como compuesto las antocianinas y un elevado contenido de ácidos orgánicos, entre ellos cítrico, málico y tartárico (Chávez, 2018).

H. sabdariffa L. destaca por sus propiedades medicinales ya que su consumo reduce el colesterol y disminuye la presión arterial entre otros. Se le atribuyen propiedades diuréticas, antihipertensivas, antiparasitarias y ligeramente laxantes (Barral, 2018).

Cabe mencionar que los compuestos bioactivos cumplen funciones en el cuerpo que pueden promover la buena salud.

Están en estudio para la prevención del cáncer, las enfermedades del corazón y otras enfermedades, estos últimos tienen propiedades antioxidantes esta capacidad depende de la biodisponibilidad y absorción de estos compuestos (Barral, 2018).

El desarrollo de alimentos funcionales con actividad antioxidante a base de flor de jamaica permitirá la diversificación de su comercialización, no sólo como cálices secos sino como un ingrediente o excipiente de alto valor para la industria alimentaria entre otras (Meza, 2012).

Entre las principales características que demanda el mercado de los cálices se encuentran: integridad, pureza física, inocuidad, color rojo oscuro, aroma floral característico, sabor ácido y astringente, humedad máxima de 12 % y materia seca mínimo de 88 % (Ramírez, *et al*, 2010).

H. sabdariffa L. contiene dos pigmentos coloridos: la hibiscina y la gosipetina, que se usan como base natural de jarabes y licores coloridos, su contenido de ácidos orgánicos le confiere el sabor ácido a las bebidas de jamaica, y el color rojo intenso se debe al contenido de antocianinas (Ramírez, *et al*, 2010).

Las antocianinas son altamente reductoras, por lo que exhiben fuerte actividad antioxidante, su consumo puede proteger al organismo contra daños provocados por los radicales libres y la peroxidación lipídica (López, *et al*, 2011).

La flor de jamaica puede utilizarse con diferentes fines medicinales, que incrementan el bienestar de la salud en el ser humano (Espinosa, 2018).

La flor de jamaica cuenta con un período vegetativo de cuatro a cinco meses; la inducción floral ocurre cuando los días tienden a ser más cortos, la transición de la floración a la fructificación es gradual, porque la antesis de las flores jóvenes continúa después de que las flores viejas ya han formado las cápsulas (Ramírez, *et al*, 2010).

La planta de *H. sabdariffa* L. puede ser cultivada en regiones con una altitud de 300 a 1000 msnm, de clima seco tropical o subtropical con una temperatura de 22° a 25°C y con un régimen pluvial de entre 400 a 500 mm por año (Cano, 2004).

Esta malvácea se adapta bien a diferentes tipos de suelos y sustratos. La planta *H. sabdariffa* L. puede ser cultivada en suelos arenosos dado a que desarrolla un sistema radicular largo y profundo (Martínez, 1992).

Es un cultivo con buena adaptación y se puede establecer en suelos aluviales, franco arcillosos, pedregosos, o franco arenosos.

Generalmente los agricultores cosechan la jamaica hasta el final del ciclo, lo que origina que se obtengan cálices tanto maduros como inmaduros (Martínez, 1992).

Figura 1.1



Figura 1.1. Flor de jamaica *Hibiscus sabdariffa* L.
(Chele, 2015).

El color de los cálices de la jamaica *H. sabdariffa* L. es un criterio de calidad considerado por el consumidor y se relaciona con la concentración de ciertos fitoquímicos (Salinas, *et al*, 2012).

Las variedades de cálices oscuros presentan entre cinco y siete veces más antocianinas que las de cálices claros, el color es un atributo de calidad que tiene un papel importante en la selección de los alimentos (Salinas, *et al*, 2012).

Los cálices deshidratados de la flor de jamaica se utilizan ampliamente para elaborar extractos (Salinas, *et al*, 2012).

Los cálices oscuros poseen mayor contenido de antocianinas, siendo así los cálices claros o blancos poseen un alto contenido en vitamina C (Babalola, 2001).

La concentración de antocianinas puede incluso duplicarse en algunas variedades, de acuerdo al sitio de producción es un factor que altera la composición química del producto (Juliani, *et al*, 2009).

Las variedades de *Hibiscus sabdariffa* L. se derivan de tres ecotipos: criolla, china, reyna y criolla, marcando la diferencia en su color del cáliz (Ramírez, *et al*, 2010).

'Alma Blanca' es una mutación natural de la variedad criolla regional. La característica distintiva de esta variedad son sus tallos y hojas de color verde, con cálices de la flor de color amarillo claro hasta la madurez fisiológica (Wang, 2007).

Es recomendable buscar diferentes alternativas en obtención de colorantes y que estos se comercialicen tanto en la industria textil, cosmética, farmacéutica y alimenticia, y así disminuir el uso de colorantes sintéticos y por ende la contaminación del medio ambiente (Cortazar, *et al*, 2007).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Demostrar un biopesticida a partir del metabolito de *H. sabdariffa* L. como alternativa de un pesticida orgánico, en base a la protección del medio ambiente y a la salud del ser humano, protegiendo el área de la agricultura, al ser un producto de origen orgánico.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Investigar las propiedades y metabolitos del tallo de *H. sabdariffa* L.
- 2) Extraer y determinar los metabolitos del tallo de *H. sabdariffa* L. cualitativamente.
- 3) Demostrar el efecto plaguicida de los metabolitos de *H. sabdariffa* L.

3. HIPÓTESIS

Se puede determinar el efecto plaguicida de los metabolitos identificados del tallo de *H. sabdariffa* L. en los cultivos agrícolas.

4. HISTORIA

La planta *H. sabdariffa* L., fue descrita por Carl von Linneo y publicado en *Species Plantarum*, en el año 1753. Carl von Linneo (1707/05/23 - 1778/01/10) nació en una pequeña ciudad de la región rural de Rashult; en 1735 publicó su sistema natural, el primero de una serie de trabajos en los que presentó su nueva propuesta taxonómica para los reinos animal, vegetal y mineral (Moreno, 2007).

En 1751 Linneo publicó Filosofía botánica, su obra más influyente, en ella afirmaba que era posible crear un sistema natural de clasificación a partir de la creación divina, original e inmutable, de todas las especies demostró la reproducción sexual de las plantas y dio su nombre actual a las partes de la flor, creó un esquema taxonómico basado únicamente en estas partes sexuales, utilizando el estambre para determinar la clase y el pistilo para determinar el orden, utilizó su nomenclatura binómica para nombrar plantas específicas, seleccionando un nombre para el género y otro para la especie (Moreno, 2007).

En la tercera década del siglo XIX se registró la mayor diáspora africana conocida, producto del comercio de esclavos hacia el nuevo mundo, en los cargamentos del barco una gran diversidad de plantas cruzo el Atlántico como provisiones alimenticias, productos medicinales o para usos generales; entre ellas destaca la flor de jamaica (Mortón, 1987).

Fueron cultivadas en las áreas de siembra y subsistencia de los esclavos, la mayoría de ellas se convirtieron en los únicos recursos disponibles por los esclavos para tratar sus enfermedades; desarrollaron una rica y amplia farmacopea basada en plantas que aun hoy en día sobrevive en la práctica de muchas culturas caribeñas se le conoce con los nombres de serent y aleluya (Mortón, 1987).

Sin embargo Wilson en 1994 con base en estudios citogenéticos se ha determinado que el centro de la biodiversidad genética del género *Hibiscus* sección *Furcaria*, se localiza en la región del Sub Sahara del África.

5. MORFOLOGÍA

Es una planta malvácea anual propia de climas secos, subtropicales y montañosos, *H. sabdariffa* L., mide aproximadamente 2.5 metros de altura y puede variar desde 1 a 3 metros de altura (Chávez, 2018).

Su forma de reproducción es por autofecundación.

RAIZ: sus raíces no profundizan mucho tienen un promedio de 1m (Chávez, 2018).

TALLO: es color rojo, cilíndrico, liso y suave cuenta con un diámetro de 1.5 cm aprox. (Chávez, 2018).

HOJAS: son color verde crecen de manera alterna y miden de 7.5 a 12.5 cm de longitud (Carvajal, et al, 2016).

Las hojas de la parte baja pueden contener de tres a siete lóbulos con márgenes dentados, se observan en ellas venas de color rojo que pueden ser largas o cortas (Carvajal, et al, 2016).

FLOR: su flor es de color rojo intenso con tendencia a morado o lila, de 4 a 5 cm de largo, formada por cinco pétalos y tiene forma cónica, asemejando una pequeña amapola (Salinas, et al, 2012).

Sus flores son axilares y solitarias abren un solo día y después de un corto tiempo la corola se marchita y cae quedando sólo los cálices adheridos al fruto, que es una cápsula donde se encuentran las semillas (Ramírez, et al, 2011).

Su flor tiene un elevado contenido de ácidos orgánicos, entre ellos cítrico, málico y tartárico (Ramírez, et al, 2011).

La infusión de flores de Jamaica es de color rojo vino, debido a su contenido de antocianinas (Barral, 2018).

SEMILLAS: contienen de 3 a 4 semillas por válvula color ligeramente café en forma de riñón que miden de 3 a 5 milímetros de longitud (Carvajal, et al, 2016).

CÁLIZ: mide de 3.2 a 5.7 centímetros de longitud, es típicamente rojo y consiste de cinco largos sépalos con un collar (epicáliz) y de ocho a doce hojas delgadas de 3.2 a 5.7 centímetros dispuestas alrededor de la base (Carbajal, 2016).

El cáliz, presenta altas concentraciones de ácido L-ascórbico, ácido araquídico, ácido cítrico, ácido esteárico y ácido málico, aparte de pectinas, fitoesteroles y polifenoles (Carbajal, 2016).

El collar comienza a engrandecerse o ensancharse haciéndose carnosos, quebradizo, jugoso y envuelve completamente la cápsula aterciopelada de 1.25 a 2 centímetros de longitud (Laines, 2019).

La cápsula es color verde cuando está inmadura y cambia a color café cuando se encuentra en estado de maduración y se separa, cuenta con cinco válvulas (Laines, 2019).

5.1 ECOTIPOS DE *H. sabdariffa* L.

Existen variedades en cálices de la planta de *H. sabdariffa* L. por ejemplo con tres ecotipos que son: (china, reina y criolla), también existen más variedades y se distinguen por las siguientes características (Ramírez, et al, 2010).

a) cálices oscuros se encuentran: colima, sudán y china.

b) cálices claros: colima 3, colima 5, colima 7, coneja (Ramírez, et al, 2010).

c) cálices blancos: alma blanca (Ramírez, et al, 2010).

1. Ecotipo china: presentó el contenido más alto desde la floración con un diámetro mayor en sus cálices (Ramírez, et al, 2010).
2. Ecotipo reina: aumentó gradualmente con cálices de longitud mayor (Ramírez, et al, 2010).
3. Ecotipo criolla: presentó un pico máximo sus características son más pequeñas en cuestión de rendimiento (Ramírez, et al, 2010).

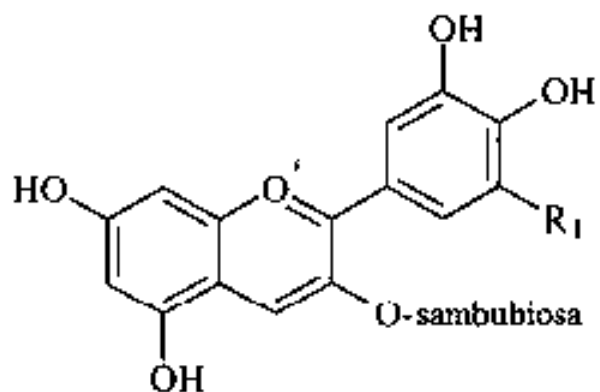
6. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

TAXONOMÍA (CRONQUIST, 1981).

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Subfamilia:	Malvoideae
Género:	Hibiscus
Especie:	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L., 1753

Figura 6.1 Estructura química de H. sabdariffa L.

Figura 6.1



Nombre del compuesto	R ₁
Delfinidina-3-sambubiosido	OH
Cianidina-3-sambubiosido	H

(Rocha, 2014).

7. CULTIVO DE *H. sabdariffa* L.

CUADRO 5.1: REQUERIMIENTOS DE CULTIVO DE FLOR DE JAMAICA

Figura 7.1

Proceso de cultivo de la
flor de Jamaica

H. sabdariffa L.



Figura 7.1 Cultivo.
(González, 2011).

a) Requerimientos climáticos

La planta de *H. sabdariffa* L. puede ser cultivada en regiones con una altitud de 300 a 1000 msnm, de clima seco tropical o subtropical con una temperatura de 22° a 25°C y con un régimen pluvial de entre 400 a 500 mm por año (Cano, 2004).

b) Requerimientos del terreno

Esta malvácea se adapta bien a diferentes tipos de suelos y sustratos. La planta *H. sabdariffa* L. puede ser cultivada en suelos arenosos dado a que desarrolla un sistema radicular largo y profundo (Martínez, 1992).

Es un cultivo con buena adaptación y se puede establecer en suelos aluviales, franco arcillosos, pedregosos, o franco arenosos (Martínez, 1992).

La flor de jamaica no tolera los encharcamientos propios de los suelos pesados o arcillosos, se recomienda que el suelo tenga un contenido de materia orgánica mayor del 2.5% con

Requerimientos del terreno

un pH de 4.5 a 8.2, libre de sales y con una conductividad no mayor de 1.5 mΩ/cc. (Cano, 2004).

En el cultivo de flor de jamaica, se necesitan suelos ácidos, con un pH óptimo de 6.5, y un rango de entre 4.5 y 7.5.

La flor de jamaica prefiere suelos de color rojo, cálidos y de poca profundidad, los suelos más recomendados son los ricos en materia orgánica de fertilidades medias o moderadas, drenadas y húmedos con el fin de evitar que la planta crezca mucho y para que produzca más cálices, la pendiente del terreno no debe ser mayor del 50% ni permanecer inundada por más de cinco días (facilitar drenaje), se recomienda evitar terrenos excesivamente ricos o la aplicación de abonos nitrogenados ya que ello tiende a producir plantas sumamente desarrolladas a expensas de la producción floral (Meza, 2012).

c) Diseño agroforestal

La flor de jamaica se puede asociar con otros cultivos con el fin de aprovechar el suelo de acuerdo con la región, puede asociarse con cultivos de maíz, frijol o especies forestales como madero negro (*Gliricidia sepium*), leucaena (*Leucaena sp*), laurel (*Cordia alliodora*), entre otras especies afines. se recomienda una alineación de cada 15 m entre calles y 3 m entre plantas entre las calles se establecerá el cultivo de maíz/frijol y rosa de jamaica, ubicando un promedio de 2 surcos de maíz/frijol y 9 surcos de rosa de jamaica (Cisse, 2009).

Otra opción sería sembrar entre las calles de los árboles la flor de Jamaica intercalada entre plantas de maíz, es decir, 130 cm entre surcos y 75 cm entre plantas (Cisse, *et al*, 2009).

d) Siembra

Se recomienda colocar entre tres y cinco semillas por golpe, la siembra puede ser directa o mediante trasplante y la germinación comienza luego de dos o tres días de enterrada la semilla debe hacerse una limpieza del terreno, también es propicia la construcción de un semillero almacigo para cuidar las plantas en sus primeras fases para luego realizar el trasplante, con lo cual no sólo se ahorrará tiempo sino recursos (Nicholls, 2014).

El cultivo del semillero se realiza con una distancia de 10 cm al cuadro enterrándolas con 1 cm de profundidad, el trasplante puede realizarse cuando las plantas alcanzan 10 cm de altura (Martínez, 1992).

Actualmente, se manejan como semilleros las bandejas plásticas de plantular de 50, 72, 128, 172 y 200 alvéolos, en las cuales se individualizan las semillas y se emplea un sustrato como la turba u otros que garanticen la buena germinación y el desarrollo de la semilla (Torres, 2009).

SIEMBRA DIRECTA: se aconseja colocar de tres a cinco semillas por postura con una distancia de 90 cm entre plantas y 130 cm entre surcos la semilla es muy pequeña y por esto le será difícil competir con las herbáceas y otras dificultades (Murrieta, *et al*, 2018).

e) Fotoperíodo

La planta requiere de un fotoperíodo de doce horas luz, los primeros 4-5 meses durante el periodo de reproducción requiere de un periodo de oscuridad mínimo de 13.5 horas y para la época de floración un periodo de 12 a 13 horas luz por día en cuanto a horas de luz es muy exigente ya que cuenta con un fotoperíodo mayor de 13-12 horas luz (Cano, 2004).

f) Demanda de agua	Se recomienda la aplicación de riegos ligeros cada ocho días después del trasplante <i>H. sabdariffa</i> L. es una planta que exige hidratación durante el desarrollo vegetativo pero no tolera el encharcamiento ni la densidad poblacional que le reduzca la penetración de luz solar (Meza, 2012).
g) Floración	<i>H. sabdariffa</i> L. Comienza a florecer en tiempo semi-seco, alrededor de los 100 o 120 días de sembrada de forma definitiva cuando termina la floración se recomienda dejar 20-25 días para la formación y madurez del cáliz, es ahí cuando se puede cortar por primera vez (Cano, 2004).
h) Cálices o flor deshidratada	Algunos productores aún utilizan el secado al sol, pero por cuestiones de inocuidad no es recomendable, el proceso de secado de charolas consiste en retirar la humedad a la flor de jamaica, dando como beneficio una vida de anaquel promedio de un año, es un proceso sencillo, y después del secado se envasa en una envasadora al vacío (Nichols, 2014). Este proceso normalmente utiliza el secado por charolas.

Figura 7.2



Materia seca de *H. sabdariffa* L.

8. PROPIEDADES QUÍMICAS

Los cálices de *H. sabdariffa* L. tienen como compuesto las antocianinas en 1.5 % (delfinidina-3- sambubiósido o hibiscina, cianidina 3- sambubiósido, cianidina 3- monoglucósido, delfinidina 3- monoglucósido), ácidos orgánicos en un 15-30% que estabilizan las antocianinas (principalmente ácido cítrico, málico, protocatéquico, tartárico y ascórbico), polisacáridos mucilaginosos en un 50% (ácidos urónicos en forma de sal y el resto ramnosa, arabinosa y pequeñas cantidades de glucosa, xilosa y manosa), flavonoides (principalmente, quercetina, gosipetina), saponinas (β -sitosterol- β -Dgalactopiranósido), fitosteroles (β - sitosterol, campesterol, ergosterol, estigmasterol), pectina y fibra (Barral, 2018).

Las antocianinas figura (8.1), son pigmentos hidrosolubles se encuentran en las vacuolas de las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las plantas, son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace glucosídico (Willstätter y Clamor, 1942).

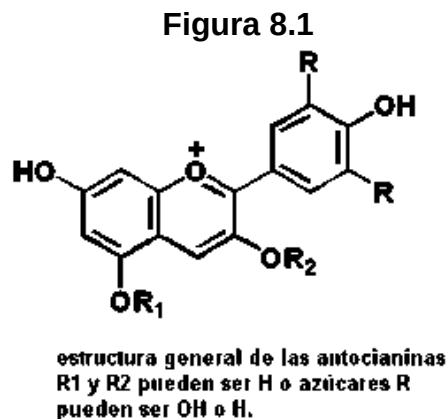


Figura 8.1 Estructura de las antocianinas.
(Aguilera, 2017).

a) METABOLITOS PRIMARIOS

- I. **Quercetina:** es un flavonoide que se encuentra presente generalmente como O - glicósidos en altas concentraciones, tienen grupos de azúcar unidos a ella.

Estudios científicos han demostrado que una dieta rica en flavonoides, como la quercetina, puede ayudar a prevenir el cáncer (Duarte, 2015).

Figura 8.2

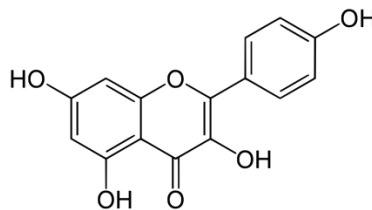


Figura 8.2 Quercetina.
(Yikrazuul, 2014).

- II. **Cianidina 3-sambubiósido:** compuesto orgánico natural pertenece al grupo de las antocianidinas, posee efectos antioxidantes y de captación de radicales libres (Lopéz, *et al*, 2019).

Figura 8.3

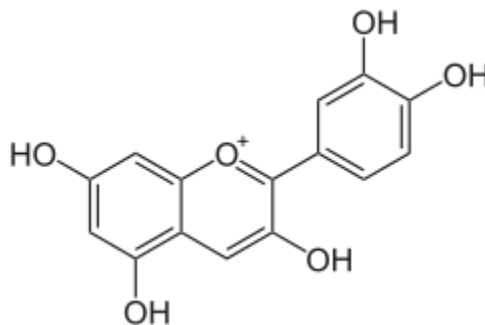


Figura 8.3 cianidina 3-sambubiósido.
(Anónimo).

- III. **Sambubiósido de delphinidina:** La delphinidina es una antocianidina, uno de los principales pigmentos de las plantas y también un antioxidante. La delphinidina brinda colores azules a las flores (Aguilera, *et al*, 2011).

Figura 8.4

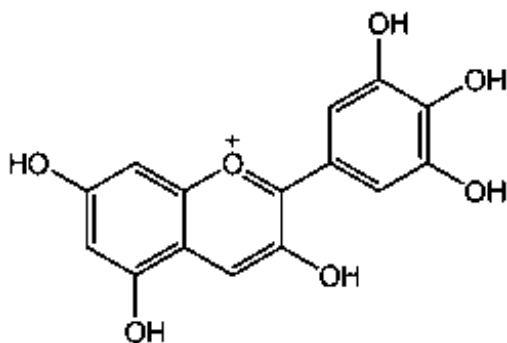


Figura 8.4 Delphinidina.
(Shaddack. 2005).

b) METABOLITOS SECUNDARIOS

Son compuestos químicos sintetizados a partir de excedentes del metabolismo primario. Los productos provenientes del metabolismo primario (aminoácidos, carbohidratos, lípidos, ácidos nucleicos) participan directamente en el crecimiento y supervivencia de las plantas, pero los metabolitos secundarios (fenoles, terpenos, alcaloides) actúan como mediadores (aleloquímicos), interviniendo en las funciones de la planta, participan en las respuestas a innumerables variables (CONACYT. 2019).

La variación de las condiciones ambientales, incidencia de luz, precipitación y nutrientes e interacciones bióticas herbivoría, ataque por microorganismos, competencia por el espacio en suelo, influyen en la síntesis de metabolitos secundarios (Ávalos, 2009).

Los metabolitos secundarios pueden actuar como fitoalexinas (como por ejemplo contra microorganismos que les causan enfermedades), matando o retardando el crecimiento de otras plantas o como antialimentarios hacia herbívoros (Sepúlveda, 2003).

TABLA 8.5

METABOLITOS SECUNDARIOS	Ejemplos
a) Ácidos orgánicos	• Ácido cítrico • Ácido málico • Ácido tartárico
b) Antocianinas	• Delfinidina-3-sambubiósido • Cianidina-3-sambibiósido • 3-O-glucosil-delfinidina,definidita • 3-O-β-D-glucopiranosil-cianidina.
c) Polifenoles	• Flavonoides (quercetina, miricetina, hibiscetina, hibiscitrina y 3-O-glucosil-gosipetina).
d) Ácidos fenóles	• Ácido protocatéquico, p-cumárico y ferúlico.
e) Otros componentes.	• Trazas de aceite esencial (con eugenol) y fitosteroles.
f) Polisacáridos mucilaginosos.	

Tabla 8.5 Metabolitos secundarios.
(Cancela, 2011).

Si bien el “hibisco” es empleado principalmente bajo la forma de infusión, la realización de extractos hidroalcohólicos presenta una alternativa interesante como fuente de compuestos bioactivos, con especial interés en las antocianinas, dadas sus reconocidas propiedades antioxidantes entre otros compuestos (Vivas, *et al*, 2013)

Los tricomas son finos crecimientos o apéndices epidérmicos con diversa forma, estructura y función, se encuentran en plantas algas, líquenes y algunos protistas. Algunos ejemplos son pelos glandulares, escamas y papilas, pueden estar en cualquier órgano de la planta, pueden persistir durante toda la vida de esos órganos o ser efímeros (Gonzalez, 2019).

Las células pueden permanecer vivas o perder el protoplasto; hay varios tipos de tricomas en la misma planta, y varían entre distintas especies, a veces son poco pronunciados, y se parecen más bien a abultamientos de células epidérmicas (células papilosas (Gonzalez, 2019).

Los tricomas son de dos tipos: glandulares (es decir, los que elaboran sustancias, ya que presentan células secretoras) y los no glandulares, que sólo secretan su propia pared.

En el microscopio figura (8.6) se observa que los pelos eglandulares se presentaron en mayor medida en la parte media de los cálices de *H. sabdariffa* L. (Vivas, *et al*, 2013).

Figura 8.6



Figura 8.6 Pelos eglandulares unicelulares flexuosos (200x).
(Vivas, *et al*, 2013).

8.7 VALOR NUTRICIONAL DE *H. sabdariffa* L.

TABLA 8.7

PROPIEDADES ALIMENTICIAS	
Cálices	Hojas
Proteínas	Carbohidratos
Grasa	Ácido málico
Fibra	
Cenizas	
Calcio	Semillas
Fósforo	Proteínas
Hierro	Aceite graso
Tiaminas	Celulosa
Riboflavina	Pentosas
Niacina	Almidón
Ácido ascórbico	Aminoácidos como: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, tirosina, valina, ácido aspártico, ácido glutámico, alanina.

B) VALOR NUTRICIONAL POR CADA 100 G	VALOR DIARIO
Carbohidratos	13.31g
Grasas	0.64g
Proteínas	0.96g
Retinol (vit. A)	14 µg (2%)
Tiamina (vit. B1)	0.013 mg (1%)
Riboflavina (vit. B2)	0.028 mg (2%)
Niacina (vit. B3)	0.31 mg (2%)
Vitamina C	12mg (20%)
Magnesio	51 mg (14%)
Fósforo	37 mg (5%)
Potasio	208 mg (4%)
Sodio	6 mg (0%)

C) % DIARIA PARA ADULTOS	VALOR DIARIO
Calcio	215 mg (22%)
Hierro	1.48 mg (12%)

Tabla 8.7 Valor nutricional de *H. sabdariffa* L.

(Sáyago, S. 2010).

Las flores de *H. sabdariffa* L., contienen un porcentaje importante de fibra antioxidante y 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 digestibles (Sáyago, S. 2010).

En un estudio reciente se demostró la presencia de fibra dietética y compuestos bioactivos antioxidantes. (Sáyago, S. 2010).

TABLA 8.8

COMPUESTOS OBTENIDOS POR DECOCCIÓN DE LOS CÁLCES	VALOR DIARIO
Fibra dietética	(0,66 gr) Fibra soluble por litro
Compuestos bioactivos oxidantes	(66 mg/100 mL) Compuestos fenólicos

Tabla 8.8 Compuestos obtenidos por decocción de los cálces.

(Sáyago, S. 2010).

La composición proximal puede cambiar dependiendo de la variedad genética y tipo de suelo de cultivo, los valores de proteína son muy variables, posiblemente debido a la variedad analizada (Sáyago, S. 2010).

El componente mayoritario de los cálces de la flor de jamaica es la fibra dietética, siendo porcentualmente importante el contenido de fracción de fibra soluble (Sáyago, S. 2010).

En los cálces de *Hibiscus* se ha identificado una apreciable cantidad de compuestos bioactivos, como es sabido, son componentes minoritarios de los alimentos, considerados no nutrientes, parcialmente biodisponibles en el organismo y que han demostrado tener diversos efectos positivos en la salud del consumidor (Logan, 2019).

Una parte considerable de los polifenoles pueden estar asociados a la fracción de fibra insoluble, principalmente los compuestos de mayor grado de polimerización como taninos condensados y taninos hidrolizables (Sáyago, S. 2010).

Mientras que asociados a la fracción de fibra soluble, se asocia polifenoles de menor peso molecular como algunos flavonoides, ácidos fenólicos, dímeros y trímeros de proantocianidinas (Logan, 2019).

La capacidad antioxidante de los polifenoles justifica sus acciones vasodilatadoras, antitrombóticas, antiinflamatorias y antiapoptóticas, así como sus propiedades antilipidémicas, y antiaterogénicas (Guardiola y Mach, 2014).

La actividad antioxidante de los polifenoles es 10 veces superior a la de la vitamina C, y 100 veces superior a la de la vitamina E o los carotenoides (Guardiola y Mach, 2014).

Su capacidad antioxidante depende de su biodisponibilidad y absorción, se ve afectada por factores como el clima, tipo de suelo, y tipo de cultivo (Guardiola y Mach, 2014).

Los alimentos funcionales producen efectos fisiológicos benéficos al ser consumidos de manera regular, debido a que son fuente de componentes biológicamente activos (Apáez, *et al*, 2017).

El concentrado en fibra, su adición en la formulación de un alimento, tiene la ventaja obvia para la salud del consumidor de incrementar la ingesta de fibra que suele ser deficiente en la población, como antioxidante ofrece la posibilidad de disminuir el estrés oxidativo del individuo, factor de riesgo de múltiples patologías (Logan, 2019).

Los cálices de jamaica, contienen un elevado porcentaje de fibra soluble (4,87%), superior al de otros alimentos, lo que nos permite saber que la utilización de sus cálices, favorece las características de fibra dietética (Sáyago, 2010).

Así como reducción de la velocidad de entrada de glucosa en sangre, control en la secreción de insulina, aumento del volumen intestinal e incremento del peristaltismo, mayor producción de ácidos grasos de cadena corta durante la fermentación, mantenimiento de un ecosistema intestinal saludable (Sáyago, 2010).

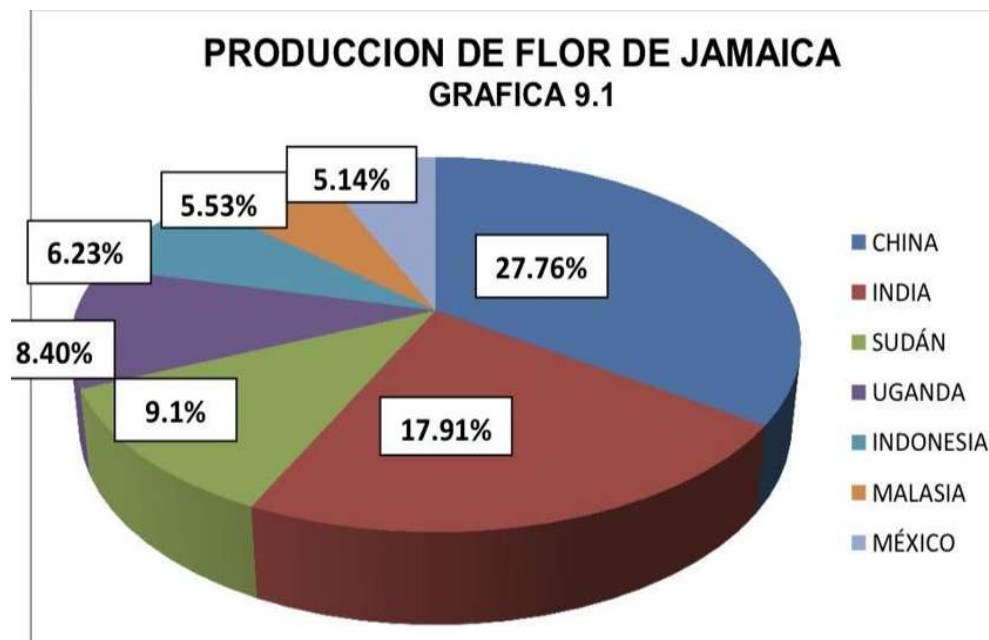
9. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL CULTIVO DE LA DE FLOR DE JAMAICA

En el mundo se producen más de 97.975 toneladas de flor de jamaica; China ocupa el primer lugar con (27.76%) de la producción, seguido por la India (17.91%), Sudán (9.1%), Uganda (8.40%), Indonesia (6.23%), Malasia (5.53%) y México (5.14%) (Sagarpa. 2012).

Se considera que en América Latina, el mayor productor es México, país donde se cosechan aproximadamente 19.000 hectáreas con rendimientos promedios de 289 kilos MS/ha (Sagarpa. 2012).

Actualmente, toda la producción proviene de una variedad criolla, que se siembra únicamente en el ciclo agrícola de Primavera-Verano, esta especie es de fotoperiodo (día) corto, por lo que la producción se concentra en una sola época del año y su rendimiento es bajo (Mengo, 2013).

En lo que respecta a los rendimientos mundiales, China reporta el mayor rendimiento con 2,000 kg/ha de jamaica deshidratada, muy superior al rendimiento del cultivo en México que ese mismo año se reporta 291 kg/ha. (CONACYT. 2010).



9.2 PAÍSES EN LOS QUE SE CULTIVA LA FLOR DE JAMAICA

TABLA 9.2

NO.	PAÍS	PRODUCCIÓN (TON)	PARTICIPACIÓN (%)	RENDIMIENTO (KG/HA)
1	CHINA	27,200	27.76 %	2,000
2	INDIA	17,550	17.91 %	1,500
3	SUDÁN	8,920	9.1 %	910
4	UGANDA	8,230	8.40 %	730
5	INDONESIA	6,100	6.23 %	310
6	MALASIA	5,420	5.53 %	300
7	MÉXICO	5,030	5.14 %	291
8	OTROS	19,525	19.93	
	MUNDIAL	97,975.00	100.00	

Tabla 9.2 Países productores de jamaica.

(Sagarpa. 2012).

La importación afecta la competitividad de las variedades de jamaica mexicanas, la baja producción y/o productividad de la jamaica en nuestro país se debe a causas multifactoriales (Sagarpa. 2012).

Por una parte, la escasa tecnificación en el proceso de producción, cosecha y secado significan altos costos principalmente en la cosecha cuando se demanda una gran cantidad de mano de obra que no está disponible.

Además, tanto la cosecha como el secado tradicional constituyen dos puntos críticos de contaminación física y microbiológica del producto (Sagarpa. 2012).

9.3 ESTADOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA DONDE SE CULTIVA LA FLOR DE JAMAICA

En los Estados de Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Nayarit, figura (9.4) se cultiva 91 % de la superficie cosechada y se obtiene 85 % de la producción nacional (SIAP, 2012).

En el estado de Guerrero la jamaica se cultiva en los municipios de Tecoanapa, Ayutla, Juan R. Escudero y San Marcos, Siendo los tres primeros municipios los de mayor importancia (Ariza, *et al.* 2014).

Figura 9.4



Figura 9.4 República Mexicana.

9.5 PRODUCCIÓN NACIONAL DE FLOR DE JAMAICA

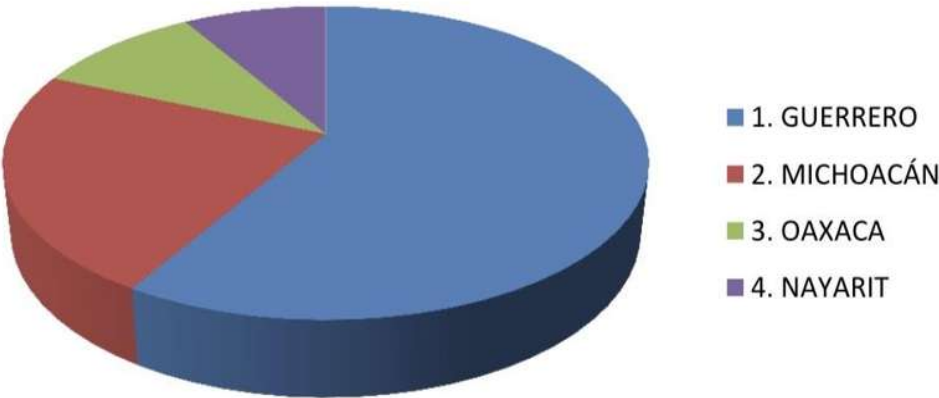
TABLA 9.5

NO.	ESTADO	PRODUCCIÓN (TON) EN MATERIA SECA.
1	Guerrero	3,794
2	Michoacán	922
3	Oaxaca	782
4	Nayarit	277

Tabla 9.5 Producción Nacional.
(Sagarpa, 2010).

GRAFICA 9.6

PRODUCCIÓN DE FLOR DE JAMAICA



9.7 MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MICHOACÁN DONDE SE CULTIVA LA FLOR DE JAMAICA.

Michoacán es el segundo productor nacional, con un promedio de 922 toneladas cosechadas, mismas que se obtienen en 1,412 hectáreas, figura (9.8) (Ochoa, 2013).

En tiempo real el kilo de flor de jamaica oscila los \$150 pesos mexicanos.

Los municipios que cultivan la flor de jamaica son:

1. La Huacana
2. Churumuco
3. Aquila
4. Tzitzio
5. Mújica
6. Tumbiscatío
7. Coahuayana
8. Huetamo
9. Turicato

Figura 9.8

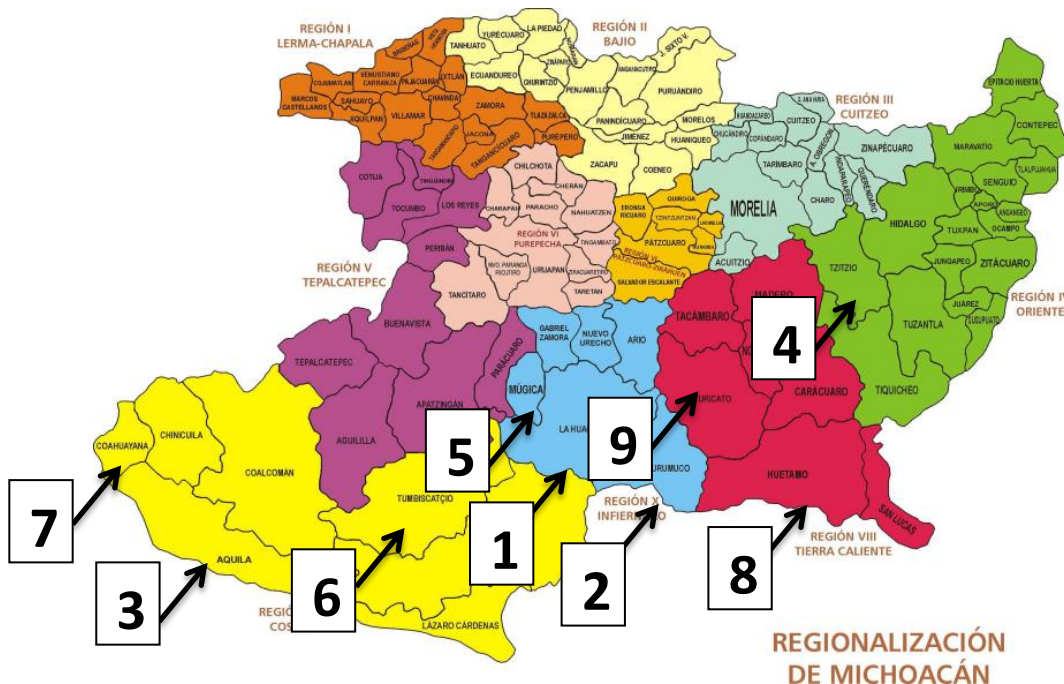


Figura 9.8 Michoacán
(Anónimo. 2020).

10. PROPIEDADES TERAPÉUTICAS DE LA FLOR DE JAMAICA

A la flor de jamaica se le atribuyen propiedades diuréticas, propiedades antihipertensivas, antiparasitarias y ligeramente laxantes , las investigaciones con los extractos de la jamaica demuestran que estos podrían actuar como antioxidantes y contribuir a las acciones anticancerígenas o cardioprotectoras (Barral, 2018).

Se ha reportado que tales extractos pueden tener un efecto antiespasmódico, reducen la hipertensión, son antimicrobianos y de propiciar la relajación del músculo uterino (Carvajal, *et al*, 2006).

La dieta desempeña un papel importante en el desarrollo de muchas enfermedades, especialmente las relacionadas con los trastornos cardiovasculares y el cáncer, las cuales se consideran asociadas con el estrés oxidativo (Zorrilla, 2002).

Se reporta que los extractos de sépalos y semillas de jamaica mezcladas en agua y aceite presentan alta capacidad antioxidante, que puede proteger a las células contra daños por radicales libres (Usoh, 2005).

Por esto, se ha puesto la atención a los agentes anticancerígenos que se encuentran en forma natural o que son adicionados a los alimentos y bebidas para el consumo humano (Carvajal, *et al*, 2006)

Estos agentes quimioprotectores naturales, presentes en la dieta, revelan una acción inhibitoria sobre la iniciación, promoción y los estados progresivos en la carcinogénesis.

Los polifenoles constituyen un grupo muy numeroso y heterogéneo de moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos fenólicos, numerosos estudios epidemiológicos avalan las propiedades antioxidantes de los polifenoles (Pin-Der y Gow-Chin, 1997).

Aunque su capacidad antioxidante depende de su biodisponibilidad y absorción, esto a su vez se ve afectado en gran medida por varios factores como el clima, el tipo de suelo, el tipo de cultivo y la exposición al sol, entre otros (Guardiola y Mach 2014).

La mayoría de los polifenoles son metabolizados por los microorganismos del colon antes de ser absorbidos y los productos generados por esta fermentación son responsables de parte de sus efectos sistémicos (Quiñones, 2012).

La capacidad antioxidante de los polifenoles justifica sus acciones vasodilatadoras, antitrombóticas, antiinflamatorias y antiapoptóticas, así como sus propiedades antilipídicas y antiaterogénicas (Quiñones, 2012).

Su actividad antioxidante de los polifenoles es 10 veces superior a la de la vitamina C, y 100 veces superior a la de la vitamina E o los carotenoides (Quiñones, 2012).

10.1 MECANISMO ANTI-HIPERTENSIVO

Angiotensina-convirtiéndose (ACE) los inhibidores enzimáticos son drogas usadas para tratar la tensión arterial y la insuficiencia cardiaca congestiva alta, también se utilizan para prevenir enfermedad de riñón en ciertos pacientes (Ratan, 2020).

Estas drogas dilatan los vasos sanguíneos y bajan la presión arterial inhibiendo las acciones de la enzima angiotensina-que convierte (ACE), una enzima que las ayuda a regular la presión arterial (Ratan, 2020).

Los inhibidores de ACE trabajan interfiriendo con el sistema de la renina-angiotensina-aldosterona de la carrocera (RAAS) (Ratan, 2020).

Los RAAS son un sistema complejo responsable de regular la presión arterial de la carrocera (Ratan, 2020).

Los riñones liberan una enzima llamada renina en respuesta a volumen inferior de la sangre, a niveles poco salados (del sodio) o a altos niveles del potasio, el angiotensinógeno (glicoproteína), que se sintetiza en el hígado, es el sustrato principal para la renina (Ratan, 2020).

TABLA 10.2

PROPIEDADES TERAPÉUTICAS	MECANISMO O EFECTO	REFERENCIA
a) Anti-hipertensivo	a) Inhibición ciclo-oxigenas. b) Vasodilatación ruta óxido nítrico/GMPc o flujo de Ca ²⁺ c) Inhibición de ACE I.	(Christian, 2006). (Ajay, 2007). (Herrera, 2004).
b) Control de hiperlipidemias y obesidad	a) Inhibición de oxidación LDL y arterioesclerosis. b) Reducción del nivel sérico de lípidos (Triacilglicéridos, colesterol y LDL). c) Inhibición en la diferenciación de adipocitos. d) Absorción de colesterol.	(Chang, 2006). (Wang, 2003). (Kim, 2003). (Dickel, 2007).
c) Efecto diurético	a) Herbolaria tradicional. b) Tipo electrolítico. c) Uricosúrico.	(Wright, 2007). (Marquez. 2007). (Herrera, F 2007).
d) Protección contra hepatotoxicidad	a) Inducida por cadmio y ter-butil hidroperóxido. b) Inducida por paracetamol. c) Lipoperoxidación. d) Inducida por Azatioprina. e) Inducida por tetracloruro de carbono.	(Tseng. 2007). (Ali. 2003). (Asagaba. 2007). (Hamza. 2005). (Liu. 2006).
e) Quimiopreventivo	a) Citotoxicidad y apoptosis en células del carcinoma gástrico. b) Inhibición tumores en piel. c) Apoptosis en células leucémicas humanas.	(Liu. 2007). (Tseng; Lee. 2006) (Chang. 2005).

Tabla 10.2 Mecanismo.

(Murrieta, *et al*, 2018)

10.3 EFECTO DIURÉTICO

Uricosúrico es una sustancia, generalmente un medicamento, que aumenta la excreción de ácido úrico en la orina, reduciendo la concentración de ácido úrico en plasma sanguíneo (Buchbinder y Bombardier, 2014).

Por lo general, este efecto se logra por acción sobre el túbulo contorneado proximal de la nefrona renal, donde interfieren con la absorción del ácido úrico desde los riñones de vuelta a la sangre (Goicoechea, M. 2019).

Se conoce que algunos uricosúricos actúan bloqueando la función de una proteína codificada por el gen SLC22A12, conocido como transportador de urato 1 (URAT1) (Esparza y García, 2011).

Éste es un intermediario clave en el envío del ácido úrico desde el riñón hacia la sangre (Esparza y García, 2011).

En algunas personas con mutaciones que resultan en pérdida funcional del URAT1, los uricosúricos losartan y benzbromarona son ineficaces, indicando que son fármacos que actúan sobre el URAT1 in vivo (Goicoechea, M. 2019).

Figura 10.3

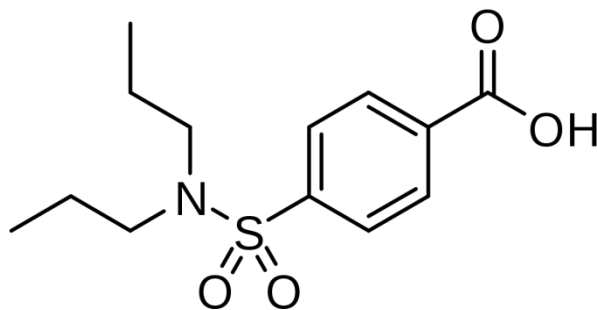


Figura 10.3 Estructura molecular uricosúrico.
(Harbinary. 2009)

10.4 CONTROL DE HIPERLIPIDEMIAS Y OBESIDAD

La capacidad de los polifenoles de la flor de jamaica disminuye la acumulación de triglicéridos en células de tejido adiposo, sus propiedades beneficiosas se han probado en 31 pacientes hipertensos con un índice de masa corporal de 31 (se considera obeso a partir de 30), en el Hospital Universitario de Sant Joan de Reus (Hernández, 2021).

En estos ensayos se ha observado que se mejoran los principales valores del cuadro patológico relacionado con la obesidad tras un mes tomando entre 6 y 8 gramos diarios de extracto de *H. sabdariffa* L., disueltos en agua (Hernández, 2021).

Los resultados globales concluyen una disminución tanto de la presión arterial sistólica (alta) como la diastólica (baja) en un 20% y un 10%, respectivamente, así como una reducción significativa del colesterol (10%) y de la hemoglobina glicosilada (marcador de diabéticos) en un 25% y, también, una disminución significativa de la frecuencia cardíaca. Este estudio, además de comprobar las facultades del *H. sabdariffa* L., ayuda a comprender los mecanismos que participan en las enfermedades asociadas a la obesidad, lo que puede facilitar posteriores aplicaciones farmacológicas (Hernández, 2021).

La obesidad es un padecimiento de origen multifactorial, el factor más importante para el desarrollo de la obesidad y sus desordenes inflamatorios es el exceso de ingesta de grasa en la dieta, debido principalmente a un desbalance entre la ingesta y el gasto energético (Suárez, *et al*, 2017).

Se sabe que una dieta con un alto contenido nutricional ayuda a reducir tanto el sobrepeso y por lo tanto a mejorar los desórdenes inflamatorios relacionados con la obesidad, lo cual indica que las patologías asociadas a la obesidad pueden prevenirse o disminuirse mediante la ingesta de alimentos que contengan nutrientes capaces de regular la inflamación en pacientes obesos (Socarrás, *et al*, 2010).

Existe evidencia que indica que las terapias antioxidantes y dietas ricas o enriquecidas en antioxidantes ayudan a prevenir o a disminuir el deterioro funcional originado por un estrés oxidativo (Coronado, *et al*, 2015).

10.5 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

En la figura (10.6) se observa la capacidad antioxidante de los polifenoles del *Hibiscus* representados por hexágonos coloreados que pueden reaccionar directamente con las especies reactivas de oxígeno y sus productos intermedios o indirectamente regulando la sobreexpresión de enzimas antioxidantes y la activación de proteínas (Barral, 2018).

Figura 10.6

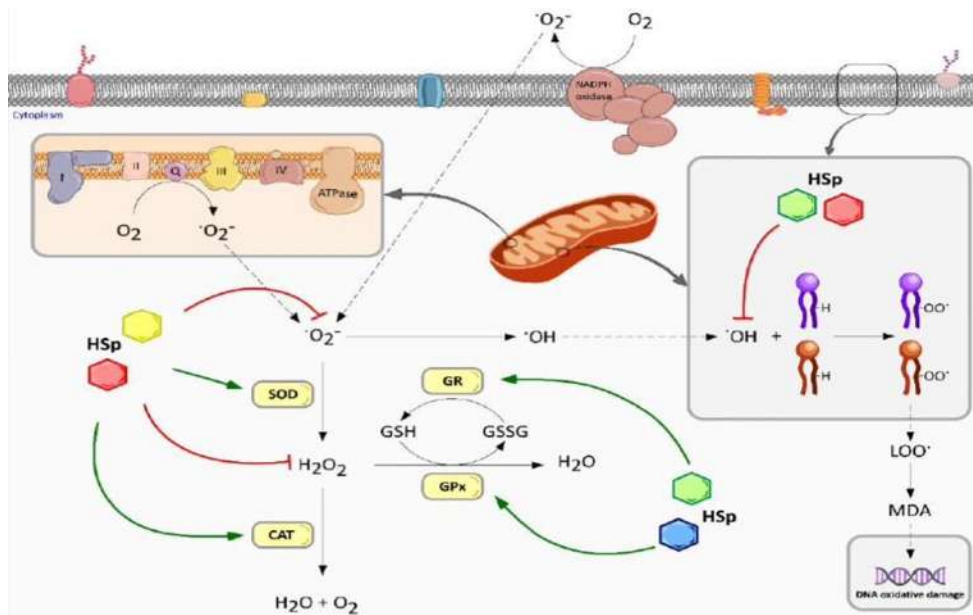


Figura 10.6 Actividad antioxidante.
(Barral, 2018).

Los ROS son una serie de moléculas inestables y radicales libres derivados del oxígeno molecular (O_2) generados principalmente en la cadena respiratoria mitocondrial, el anión superóxido ($\cdot O_2^-$) es el precursor de la mayoría de los ROS y puede conducir a la formación de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y del radical $\cdot OH$ (Barral, 2018).

El daño oxidativo generalmente se previene con enzimas antioxidantes tales como la superóxido dismutasa (SOD), la catalasa (CAT), la glutatión peroxidasa (GP_x) y la glutatión reductasa (GR) además de sustancias como el ácido ascórbico (Barral, 2018).

Adicionalmente las especies $\cdot\text{O}_2^-$ y el H_2O_2 pueden ser generados también por la NADPH oxidasa, un complejo enzimático transmembrana en la proliferación celular, respuesta inmune contra microorganismos aunque su sobreexpresión está relacionada con varias enfermedades neurológicas y algunos tipos de cáncer (Barral, 2018).

Los compuestos fenólicos del *H. sabdariffa* L. (HS), como el ácido protocatéquico que se encuentra en el extracto de las flores de jamaica posee fuertes propiedades antioxidantes (Ortega y Guerrero, 2012).

Disminuye la peroxidación de lípidos, que es un mecanismo potencial de daño celular, reduce significativamente la formación de malondialdehído, principal compuesto usado como indicador de la peroxidación de lípidos (Ortega y Guerrero, 2012).

La pérdida de equilibrio entre las especies reactivas de oxígeno (ROS) y la ineficacia del sistema de defensa intracelular para eliminar estos agentes oxidantes conducen a la oxidación y daño de macromoléculas como carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos que finalmente provocan disfunción de orgánulos y células y contribuye a la progresión de la patología (Piña, N/A).

La peroxidación lipídica o lipoperoxidación hace referencia a la degradación oxidativa de los lípidos, es el proceso a través del cual los radicales libres capturan electrones de los lípidos en las membranas celulares (Céspedes y Castillo, 2008).

Este proceso es iniciado por un mecanismo de reacción en cadena de un radical libre, en la mayoría de los casos afecta los ácidos grasos poliinsaturados, debido a que contienen múltiples dobles enlaces entre los cuales se encuentran los grupos metileno ($-\text{CH}_2-$) que poseen hidrógenos particularmente reactivos (Céspedes y Castillo, 2008).

Al igual que cualquier reacción con radicales, esta se modela en tres pasos fundamentales: iniciación, propagación y terminación (Piña, E. N/A).

11. USOS DE *H. sabdariffa* L.

El uso de la flor de jamaica está relacionado con la medicina tradicional o naturista, demostrándose que fue la práctica empírica la que permitió descubrir sus propiedades benéficas, utilizada principalmente en el área rural donde se conocen experiencias en el tratamiento de múltiples enfermedades entre otros (Meza, 2012).

Los diferentes usos de la flor de jamaica tienen una gran aplicación en diferentes industrias por ejemplo: es mayormente utilizada en la industria de alimentos, en la industria farmacológica y medicina tradicional, en industria textil y cosmetológica, también se utiliza en artesanías.

En la actualidad su cultivo es promovido en el marco de cultivos no tradicionales con gran potencial medicinal para su exportación y consumo a nivel interno por parte de la población que demanda productos naturales sanos y desde un enfoque de medicación alternativa (Meza, P. 2012).

Algunos estudios indican que los compuestos de extracción acuosos de los sépalos pueden utilizarse como un tratamiento eficaz contra la leucemia (Alarcón y Porfirio, 2013).

La jamaica es afrodisíaco, astringente, colagogo, digestivo, emoliente, purgativo, sedativo, estomáquico, tónico, se usa en condiciones biliares, cáncer, tos, debilidad, dispepsia, disuria, antiescorbútico, reduce la presión arterial, estimula el peristaltismo intestinal, como aperitivo y combinado con jugo de piña pulveriza los cálculos en el riñón, útil en lavados intestinales, cicatrizante de heridas, evita el cáncer del colon, entre otros (Sagarpa. 2012)

Existe otra opción de González-Palomares (2009), para extraer el colorante rojo y el saborizante de los cálices mediante secado por aspersión, conservando los compuestos volátiles responsables del aroma y sabor, y las antocianinas responsables del color rojo de la jamaica.

11.1 INDUSTRIA ALIMENTARIA

El desarrollo de alimentos funcionales con actividad antioxidante a base de jamaica permitirá la diversificación de su comercialización, no sólo como cálices secos sino como un ingrediente o excipiente de alto valor para la industria alimentaria entre otros; se puede utilizar en colorantes naturales para los alimentos, la semilla constituye una fuente excelente de aceite de cocina (Sumaya, *et al*, 2014).

Se ha desarrollado un proceso de fermentación en el cual no interviene ningún tipo de tratamiento con insumos químicos, permitiendo la elaboración de un vino basado en la rosa de jamaica y también una producción de mermeladas, jaleas, salsas, tés, refrescos entre otros (Rodríguez, 2011).

Los cálices se cosechan cuando adquieren un tono semejante al vino, y se dejan secar para usarlos principalmente en la preparación de bebidas refrescantes sin cafeína o mermeladas (Vanaclocha y Cañigüeral, 2003).

a) TÉ DE JAMAICA

Consiste en triturar la flor de jamaica deshidratada, en un molino de martillos y envasarla en bolsas que permitan escapar el color y sabor al momento de sumergirlas en un vaso de agua caliente, la elaboración de té es algo sencillo, y es un proceso que en poco tiempo se puede obtener el té de jamaica para comercializarlo. Ayuda a reducir el insomnio y la gripa (González, 2009).

b) MERMELADA DE JAMAICA

En algunas regiones de México, ya se comercializa la mermelada de jamaica, incluso de manera artesanal, es un proceso sencillo y confiable, la mermelada de jamaica ha tenido buena aceptación porque es un producto innovador a la alza en la comercialización, ya que muchas personas buscan consumir alimentos no tradicionales (Sánchez, 2015).

c) EXTRACTO DE JAMAICA

En México existen extractos de jamaica en goteros de 20 y 100 ml, la etiqueta señala que se debe de agregar 20 gotas en un vaso de agua purificada, esta es una opción que también se puede considerar por productores de jamaica, ya que es fácil de elaborar y comercializar (González, *et al*, 2009).

Sirve para disminuir la resaca alcohólica y es un antiséptico intestinal, mejorando la digestión. (González, 2009).

Figura 11.2



Figura 9.2 Extracto
(Anónimo 2019).

d) LICOR DE JAMAICA

En México también tiene mucha demanda el licor de jamaica, se trata de un licor de mesa que se acostumbra tomar de forma moderada, comúnmente después de la comida.

Se ha visto a la venta el licor de jamaica en el estado de Chiapas y Jalisco, entre otros estados de la república mexicana, ayuda a prevenir la ceguera, fortalece los huesos y disminuye el estrés (González, *et al*, 2009).

11.3 INDUSTRIA FARMACOLÓGICA Y MEDICINA TRADICIONAL

Varios estudios reportan propiedades terapéuticas de los extractos de jamaica, especialmente aquellas relacionadas con la prevención de enfermedades cardiovasculares e hipertensión, hiperlipidemias, obesidad, efecto diurético, protección contra hepatotoxicidad y propiedades quimio protectoras efecto de antioxidantes y contribuir a las acciones anticancerígenas o cardioprotectoras (Barral, 2018).

- Se utiliza como diurético, antiséptico intestinal y laxativo suave, y se utilizan en infusiones farmacéuticas para aliviar los síntomas de bronquitis y tos (Herrera, 2015).
- El uso curativo está relacionado con múltiples enfermedades de ahí que se le atribuyen propiedades relacionadas con el manejo de cálculos renales y cistitis (chistata o mal de orina). Así como para el tratamiento de la disentería y dolor de estómago es decir tiene efectos antiespasmódicos además de antihelmínticos (teniasis) y antibacteriales (Herrera, 2015).
- La efectividad de un extracto acuoso de *H. sabdariffa* L., en el tratamiento de la hipertensión arterial de leve a moderada fue confirmada en un estudio clínico en el que participaron 39 pacientes (Prieto, *et al*, 2013).

a) PROPIEDADES MEDICINALES

Actualmente las enfermedades cardiovasculares son una de las causas más importantes de mortalidad universal (OMS. 2020).

La hiperlipidemia como el colesterol y triglicéridos, provoca un significativo número de enfermos y muertes debido en gran parte a que el tratamiento médico de las enfermedades coronarias es muy caro (Alcocer y García, 2013).

La humanidad presenta factores de riesgo muy elevados para enfermedades coronarias por lo que instituciones del sector salud en México han propuesto el estudio en el consumo de la jamaica como una alternativa viable y efectiva para la prevención y reducción de grasas (Alcocer y García 2013).

11.4 INDUSTRIA TEXTIL

Se utiliza mayormente como colorante natural figura (11.5) de esa forma prevenimos la contaminación al medio ambiente; el colorante se obtiene a través de pétalos secos de *H. sabdariffa* L. (Espinosa, 2018).

Figura 11.5



Figura 11.5 Colorantes naturales
(Domanico, *et al*, 2019).

11.6 INDUSTRIA COSMETOLÓGICA

La flor de jamaica es un ingrediente muy valioso por sus propiedades tonificantes, emolientes e hidratantes, su esencia se utiliza para crear perfumes a base de la flor de jamaica, otros: jabones corporales y exfoliantes (Carola, *et al*, 2015).

11.7 EN ARTESANÍAS

Se usa incluso como planta ornamental, en un principio, esta planta 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 alimentario, sobre todo en Alemania (Ramírez, 2020).

Las hojas verdes se usan como una especie de espinacas especiadas.

12. BIOPESTICIDA ORGÁNICO

Los biopesticidas son ciertos tipos de plaguicidas derivados de materiales naturales, como animales, plantas, microorganismos y minerales, las principales ventajas del desarrollo de éstos, es que afectan sólo a la plaga y a los organismos estrechamente relacionados, en contraste con los pesticidas convencionales de amplio espectro, que pueden afectar a organismos tan diferentes como aves, insectos y mamíferos (Boulloza, 2014).

Los pesticidas derivados de las plantas están adquiriendo un nuevo uso como alternativa a los plaguicidas de uso convencional, los que hoy en día resultan perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana.

Un ejemplo es *H. sabdariffa* L.

a) Los seres humanos están expuestos a los plaguicidas por diferentes vías de exposición.

- **INHALACIÓN**
- **INGESTIÓN**
- **CONTACTO CON LA DERMIS**

En México es un problema grave para la sociedad ya que no solo afecta a los agricultores sino también a sus alrededores, se llevó a cabo un estudio en donde se comprobó que en Uruapan-Michoacán lugar de cultivo de aguacates, dejaban caer de manera aérea los plaguicidas con tóxicos y químicos, que afectaron de manera drástica a la población, dejando consecuencias toxicológicas para la salud humana.

Se genera un aumento en la contaminación del medio ambiente.

En un estudio, se demostró que los agricultores tienen enfermedades como el cáncer, y las mujeres tienen embarazos complicados o malformaciones en los bebés e incluso llegan al aborto espontáneo, estos son los riesgos por el uso de plaguicidas.

Es por esto, mi objetivo en donde realizó investigación y trabajo para reemplazar a estos productos químicos sintéticos por una alternativa derivada del metabolito de *H. sabdariffa* L., que es más seguro y no causa efectos toxicológicos sobre el medio ambiente y sobre todo protegiendo la salud del ser humano.

La ventaja del desarrollo de biopesticidas orgánicos, es que afectan solo a la plaga y a los organismos estrechamente relacionados, en contraste con los pesticidas convencionales de amplio espectro, que pueden afectar a organismos tan diferentes como aves, insectos y mamíferos entre otros (Devine, *et al*, 2008).

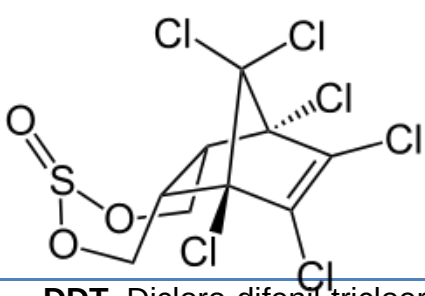
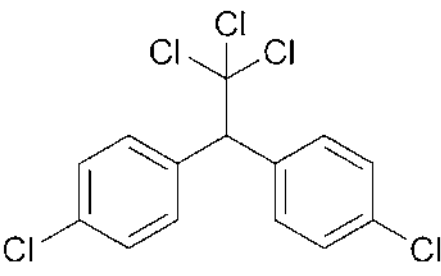
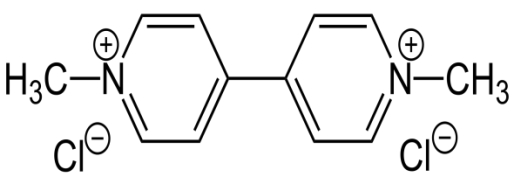
12.1 BIOPESTICIDAS ORGÁNICOS

Tabla 12.1

NO.	BIOPESTICIDA ORGÁNICO	EFFECTO EN EL MEDIO AMBIENTE
1	NEEM Familia: <i>Meliaceae</i> Extracto de corteza 	No producen residuos peligrosos persistentes, impactan menos sobre las especies no tratadas. Evitan las consecuencias negativas de los plaguicidas químicos derivados del petróleo, al ser biodegradables e inocuos para personas (Tello, 2010).
2	PIMIENTA BLANCA Y NEGRA Familia: <i>Piperaceae</i> Extracto foliar	No genera ningún daño al medio ambiente.
3	AJO Familia: <i>Liliaceae</i> Extracto	Insecticida, Acaricida, Nematicida, Herbicida, Fungicida y Bactericida No genera ningún daño al medio ambiente. (Tello, 2010).
4	BRÓCOLI Y RÁBANO Familia: <i>Brassicaceae</i> Extracto	Insecticida, Acaricida, Nematicida, Herbicida, Fungicida y Bactericida No genera ningún daño al medio ambiente.

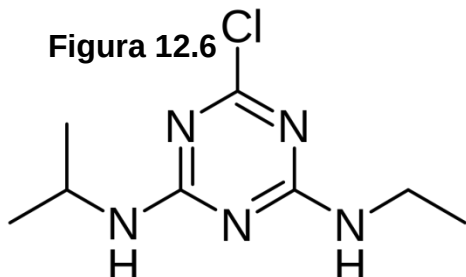
12.2 PESTICIDAS MÁS USADOS A NIVEL MUNDIAL

TABLA 12.2

NO.	PESTICIDA	EFEECTO EN EL MEDIO AMBIENTE
1	ENDOSULFÁN Figura 12.3 	Insecticida y acaricida organoclorado, es un disruptor endocrino y es altamente tóxico en forma aguda. Ha sido prohibido en más de 50 países (Steven, 1996-1997). Altamente tóxico, no se degrada del medio ambiente, genera daños al ecosistema y a la salud.
2	DDT Dicloro-difenil-tricloroetano Figura 12.4 	Actúa sobre los nervios motores y sensitivos de los invertebrados, alterando el transporte de iones sódicos y potásicos, y, por consiguiente, los potenciales de membrana. Actualmente es una sustancia prohibida en prácticamente en todo el mundo debido a su gran persistencia y bioacumulación en el medio ambiente (Hernández, 2017).
3	PARAQUAT Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridilo (V). Figura 12.5 	Altamente tóxico y altamente persistente en el ambiente, por esta razón ha sido prohibido su uso en la agricultura en numerosos países. En el ambiente contamina las napas subterráneas. Moderadamente tóxico para aves y peces; influye en la reproducción de aves y estudios indican efectos mutágénicos en plantas (Steven, 1996-1997). Prohibido en: Finlandia, Noruega y Suecia Restringido en: Uruguay, Alemania, Israel.

4 **ATRAZINA**

2-cloro-4-(etilamina)-6-(isopropilamina)-1,3,5-triazina



Altamente contaminantes del agua.

En Alemania, Italia y otros países de Europa ha sido prohibida para cumplir con normas rigurosas de la Unión Europea sobre el agua potable.

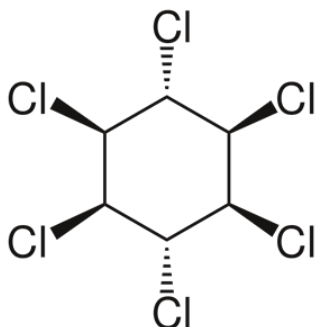
Estudios de laboratorio han demostrado que provoca alteraciones en las funciones del corazón, hígado y riñón.

Interfiere con el sistema endocrino provocando problemas en la reproducción (Steven, 1996-1997).

5 **LINDANO**

(1r,2R,3S,4r,5R,6S)- 1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano

Figura. 12.7



Produce efectos adversos en el ambiente.

Su alto factor de bioconcentración conduce a la biomagnificación en la cadena alimentaria, además contiene impurezas persistentes en el ambiente.

Altamente tóxico para los organismos acuáticos como peces y crustáceos, tóxico para abejas, se evapora rápidamente en zonas cálidas depositándose posteriormente en regiones polares, por un efecto de "destilación".

Se puede encontrar Lindano a distancias de 5 km del área de aplicación. Se bioacumula en peces, aves, mamíferos marinos y a través de la cadena alimentaria llega al ser humano (Steven, 1996-1997).

13. IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE

El uso de plaguicidas pone en riesgo la calidad del agua en las zonas cercanas a los campos de cultivo ya que estos compuestos se transportan a través del agua y la atmósfera (deriva de plaguicidas) y contaminan tanto las aguas superficiales como las subterráneas (Bourguet, 2018).

Incluso en algunos casos, los insecticidas se aplican directamente sobre las masas de agua (por ejemplo, para controlar las poblaciones de mosquitos) (O.M.S. 1982).

En cuanto a las aguas superficiales, la concentración y el tipo de plaguicidas detectados dependen de varios factores como la estación del año, las propiedades físicas y químicas del compuesto (solubilidad en agua, la persistencia o la capacidad de retención en el suelo y otros factores como por ejemplo, la topografía del terreno y la frecuencia de la lluvia (Bourguet, 2018).

Todos estos factores hacen muy difícil predecir el destino de un plaguicida en el medio acuático y su bioacumulación en general, y mucho más difícil conocer el destino de todos los plaguicidas utilizados en los campos y áreas públicas (Bourguet, 2018).

Una vez en el agua, los plaguicidas y sus metabolitos se vuelven biodisponibles para los organismos acuáticos expuestos a través de la piel, agallas y por la alimentación, y dependiendo de su solubilidad, se bioacumulación en sus tejidos (Blakley, 2009).

El fitoplancton contaminado con plaguicidas es una fuente de exposición para invertebrados, peces y otros organismos; Los organismos expuestos pueden ser consumidos tanto por animales silvestres como por los seres humanos (Azcona, 2018)

A su vez los peces y mariscos contaminados con plaguicidas son fuente de exposición para mamíferos pequeños y además de para los seres humanos (Blakley, 2009).

El uso de plaguicidas cerca de las aguas superficiales somete a un elevado riesgo al ecosistema acuático, sus especies y a los organismos que dependen de él (O.M.S. 1982).

13.1 ORIGEN DE LOS PLAGUICIDAS

Las principales causas o factores que dieron su origen son:

- Ausencia de educación o cultura ante su impacto.
- Desarrollo insostenible.
- Revolución industrial.
- Agricultura convencional.
- Globalización.
- Otros factores de promoción.
- 9 de 12 plaguicidas son contaminantes orgánicos peligrosos y persistentes (Pineda, 2019).

13.2 CLASIFICACIÓN

- **Aplicación:** Plaguicidas de uso fitosanitario, ganadero, en la industria alimentaria, ambiental, higiene personal y doméstico (Pineda, 2019).
- **Acción específica:** insecticida, acaricida, fungicidas, desinfectante y bactericida, herbicida, fitorregulador, post-cosecha-siembradas, protectores de maderas, fibras y derivados, específicos varios. (Pineda, 2019).
- **Grado de peligrosidad:** Tóxicos, nocivos y muy tóxicos (Pineda, 2019).

Figura 13.3



Figura 13.3 Aplicación Aérea de plaguicidas.
(Chavarria, 2017).

13.4 MAQUINARIA PARA LA APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS

La Comisión Europea ha adoptado un marco de actuación destinado a reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente derivados de la utilización de plaguicidas cuyas bases se encuentran en la Comunicación titulada “Estrategia temática sobre el uso sostenible de los plaguicidas”. Como consecuencia de ello, se aprobó la Directiva 2009/128/CE, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas (Cano, 2015).

Al mismo tiempo se consideró necesaria la aprobación de la Directiva 2009/127/CE por la que se modifica la Directiva 2006/42/CE, relativa a las máquinas, figura (13.5), con el fin de introducir los requisitos esenciales de seguridad y de salud para la protección del medio ambiente que se aplicarán únicamente a las máquinas para la aplicación de plaguicidas (Cano, 2015).

La protección del medio ambiente está íntimamente relacionada con la protección de la seguridad y salud de los usuarios, de los trabajadores durante las actividades posteriores al tratamiento y de las personas ajenas al tratamiento (Cano, 2015).

Figura 13.5



Figura 13.5 Maquinaria para la aplicación de plaguicidas.
(Kostic, 2020).

14. DAÑO AL SER HUMANO

La exposición a sustancias químicas causa efectos de diversa índole para la salud, si se concentra en diferentes órganos del cuerpo, según la clase de plaguicida de que se trate, la dosis recibida y la vía de exposición o penetración los grados de toxicidad pueden manifestarse en forma aguda y crónica (Bartual y Berenguer, 2017).

Los plaguicidas organoclorados, tienen una característica común, una elevada toxicidad crónica, la tendencia a acumularse en los tejidos, particularmente aquellos ricos en grasas, su elevada persistencia en el suelo y los alimentos, ha significado que su uso sea restringido o prohibido en muchos países (Zaragoza, *et al*, 2016).

Las intoxicaciones en México son frecuentes y abarcan a todas las regiones, así lo demuestran estudios realizados por diversos investigadores (Danzoos, 2007).

En los países subdesarrollados se tiene un gran número de fallecimientos debido a envenenamiento por plaguicidas sintéticos (OMS. 1990).

Este tipo de intoxicación es un problema, principalmente por la aplicación de estos productos sin protección e inadecuada manipulación y se agrava, debido al analfabetismo y la pobreza de las comunidades agrícolas (Zaragoza, *et al*, 2016).

De acuerdo a la OMS, entre 500,000 y 1 millón de personas se intoxican con plaguicidas químicos anualmente y entre 5,000 y 20,000 pierden la vida. Más del 50 % de los que fallecen son trabajadores agrícolas, los demás son envenenamientos por consumo de alimentos contaminados (OMS. 1990).

Entre los dos grupos la mortalidad alcanza la cantidad de 220 mil muertes al año (O.M.S. 1990).

Los plaguicidas clasificados como extrema o altamente peligrosos por la FAO y la OMS, incluidos los prohibidos, se siguen utilizando en los países en desarrollo, muchos agricultores siguen expuestos a los plaguicidas, ya sea al almacenarlos o por estar cerca de los lugares donde se aplican (Eddleston, 2002).

14.1 EFECTOS DEL CONSUMO Y MANIPULACIÓN INADECUADA DE PLAGUICIDAS

TABLA 14.1

• Abortos	• Enfermedades crónicas como
• Alteraciones en el comportamiento	• Hepatitis crónica
• Alteraciones en el sistema reproductivo y endocrino	• Inclusive la muerte
• Anemia aplásica	• Interfiere en la fertilidad masculina
• Cáncer cerebral en niños	• Malformaciones congénitas
• Cefaleas.	• Neuropatías periféricas
• Cirrosis	• Rinitis
• Coma	• Reacción alérgica y exantema
• Convulsiones	• Sensibilización cutánea.
• Conjuntivitis	• Somnolencia.
• Dolores indistintos	• Vómitos.
• Eczemas	

(Organización Mundial de la Salud. 2016).

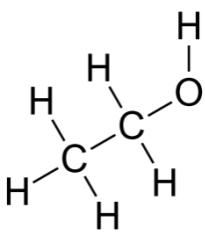
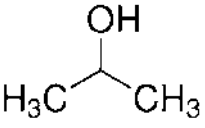
Figura 14.2

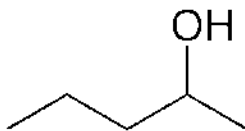
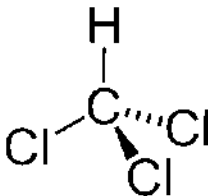


Figura 14.2 Plaguicidas. (Anónimo).

14.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS REACTIVOS UTILIZADOS

TABLA 14.3

COMPUESTO	ETANOL	PROPANOL
	 (Roth, C.2015).	 (Dengo, O. 2016).
Formula	C ₂ H ₆ O, CH ₃ CH ₂ OH.	CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH
Peso molecular	46.07 g/mol.	60,1 g/mol
Punto de ebullición	78.3 °C	82-83°C
Punto de fusión	130°C	-89°C
Índice de refracción	1.361	
Densidad	0.7893 a 20°C	0,79 g/cm ³
Presión de vapor	59 mm de Hg a 20°C.	43 hPa 20°C
Densidad de vapor	1.59 g /ml	2,07g/m
Temperatura de ignición	793°C	623 K (350 °C)
Punto de congelación	114.1°C	-89°C
Temperatura	243.1°C	425°C
Presión crítica	63.116 atm.	47 atm

COMPUESTO	PENTANOL	CIOROFORMO
	 (Roth, C.2015).	 (Campus, B. 2011).
Formula	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	CHCl_3
Peso molecular	88.15 g/mol	119,38 g/mol
Punto de ebullición	137,5 °C	334,2 K (61 °C)
Punto de fusión	-79°C	209,5 K (-64 °C)
Índice de refracción	1.409 - 1.411	1,4459
Densidad	0,8144 g/cm ³	1483 kg/m ³ ; 1,483 g/cm ³
Presión de vapor	20°C 0,4 kPa	159 mm de Hg a 20°C
Densidad de vapor	3	4.12
Temperatura de ignición	533 K (260 °C)	mayor de 1000 °C.
Punto de congelación	-79°C	-63,5°C
Temperatura	580 K (307 °C)	263.4 °C
Presión crítica	n/d atm	53.79 atm

14.4 ESPECTROFOTÓMETRO

La espectrofotometría UV-visible es una técnica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución. Se basa en que las moléculas absorben las radiaciones electromagnéticas y a su vez que la cantidad de luz absorbida depende de forma lineal de la concentración (Abril, *et al*, 2016).

El espectrofotómetro mide el espectro de transmitancia o reflectancia de un objeto, su objetivo es comparar la radiación para cada longitud de onda a la salida del objeto con la incidente, la energía emitida por la fuente pasa a través del sistema óptico y conecta la fuente con el monocromador, este dispersa la radiación y la transmite como una estrecha banda de (λ) a través de la rendija de salida que está comunicada ópticamente con la cámara de iluminación y visión, que contiene el objeto a medir (Abril, *et al*, 2016).

El sistema detector recibe la radiación reflejada o transmitida por el objeto y el estándar y genera un cociente de las señales que, posteriormente, se transmite al ordenador para su análisis y presentación (Abril, *et al*, 2016).

a) Longitud de onda (λ): Distancia física entre dos puntos a partir de los cuales la onda se repite, se mide en unidades de longitud (λ). Las ondas se propagan a velocidad constante y línea recta en medios homogéneos, al encontrar la onda un material de diferentes características, parte de la onda se transmite al segundo medio, mientras que otra parte se refleja y esta (λ) se propaga en dirección opuesta, a la onda incidente conserva (λ), la onda que penetra en medio diferente experimenta cambio de velocidad y refracción (González, 2010).

b) Transmitancia (T): es la relación entre la cantidad de luz transmitida que llega al detector una vez que ha atravesado la muestra (I_t) y la cantidad de luz que incidió sobre ella (I_o) y se representa: $\% T = I_t/I_o \times 100$ (González, 2010).

c) Absorbancia (A): es un concepto más relacionado con la muestra puesto que nos indica la cantidad de luz absorbida por la misma, y se define como el logaritmo de $1/T$, en consecuencia: $A = \log 1/T = -\log T = -\log I_t/I_o$ (González, 2010).

d) Ley de Lambert-Beer: expresa la relación entre absorbancia de luz monocromática (de longitud de onda fija) y concentración de un cromóforo en solución $A = \log I/I_o = \epsilon \cdot c \cdot l$ (González, 2010).

15. METODOLOGÍA

15.1 REACTIVOS Y MATERIALES

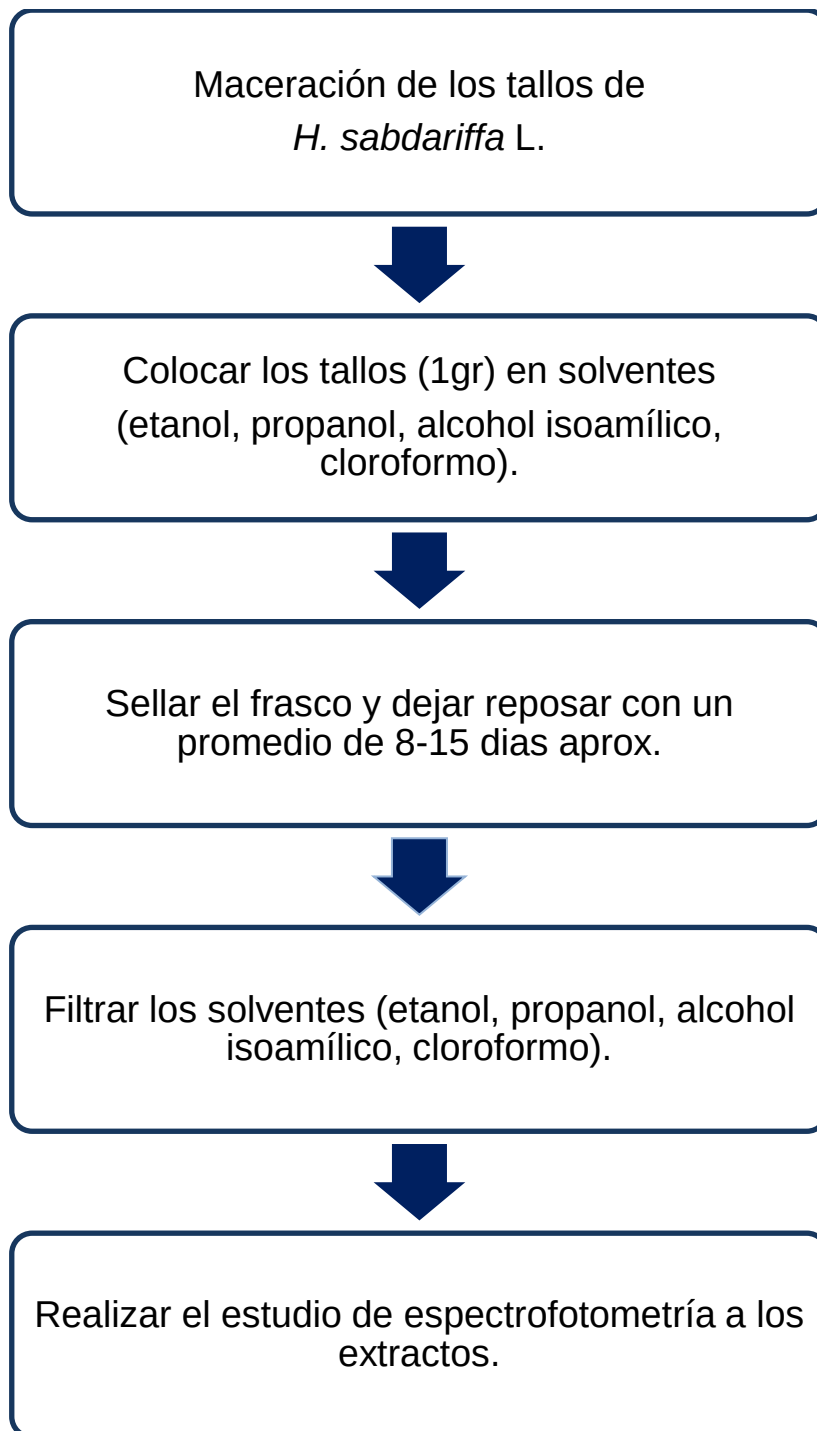
15.2 REACTIVOS

- Etanol
- Propanol
- Alcohol isoamílico
- Cloroformo
- Pentanol

15.3 MATERIAL Y EQUIPO DE LABORATORIO

- Espectrofotómetro
- Vaso de precipitado
- Matraz de Erlenmeyer
- Frasco ambar
- Embudo
- Papel filtro
- Pipeta
- jeringa 5 ml

16. METODOLOGÍA



17. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

1. Se realizó el procedimiento de maceración de los tallos de *H. sabdariffa* L. en el laboratorio de la facultad de Químico Farmacobiología.



Tallos de *H. sabdariffa* L.

2. Colocamos el tallo de *H. sabdariffa* L. (1 gr) aprox. en 8 frascos.



3. Utilice 4 solventes diferentes (Etanol, Propanol, Pentanol y Cloroformo), para agregar al tallo de *H. sabdariffa* L. sellando y agitando de manera moderada en cada solvente (etanol, pentanol, propanol, cloroformo).

- Se creó un duplicado para realizar las pruebas correspondientes y con diferencia de tiempo para el extracto de 8 a 10 días más de reposo que la serie No 1°.



4. Se dejó reposar con un periodo de tiempo de 8 días la serie No. 1°.

- La serie No. 2° fue un reposo de 15-20 días aproximadamente



5. Filtre los extractos (etanol, propanol, isopropanol y cloroformo) en tiempo de 1 hr con 33 minutos y observe un cambio de coloración amarilla o ligeramente verde claro en la muestra que era incolora debido a la presencia del tallo de *H. sabdariffa* L. en el extracto de propanol.

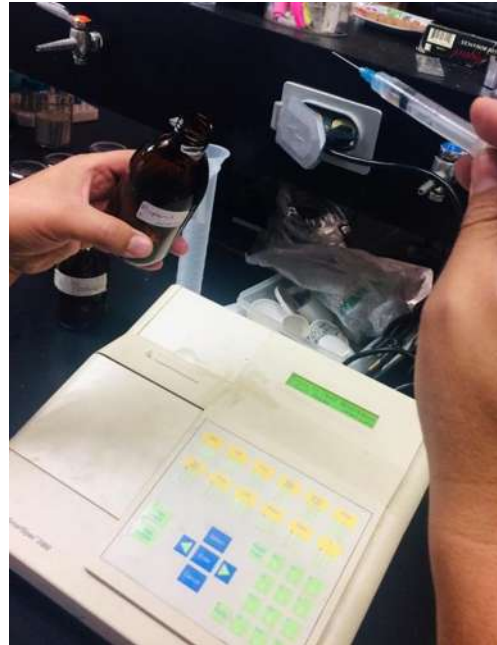
El filtrado del cloroformo fue más rápido en comparación a los demás solventes.

Este procedimiento fue aplicado en la 2° serie de extractos con tiempo de diferencia 15-20 días aproximadamente.

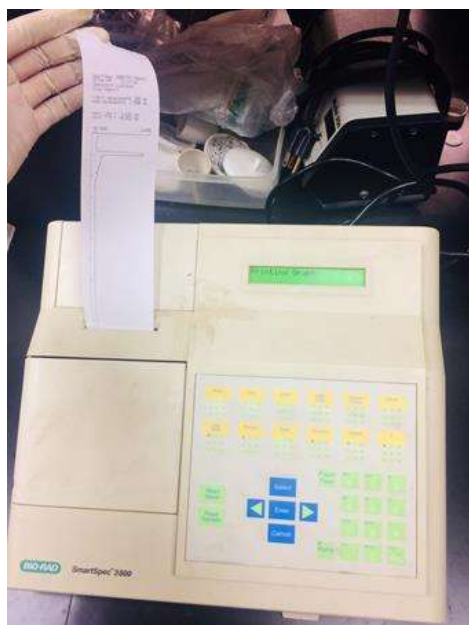


6. Realice el estudio de espectrofotometría a los extractos de la serie 1 el día 27 de noviembre de 2020. Colocamos la muestra en la celda para obtener los resultados de longitud de onda y absorbancia

- Etanol
- Propanol
- Alcohol isoamilico
- Cloroformo



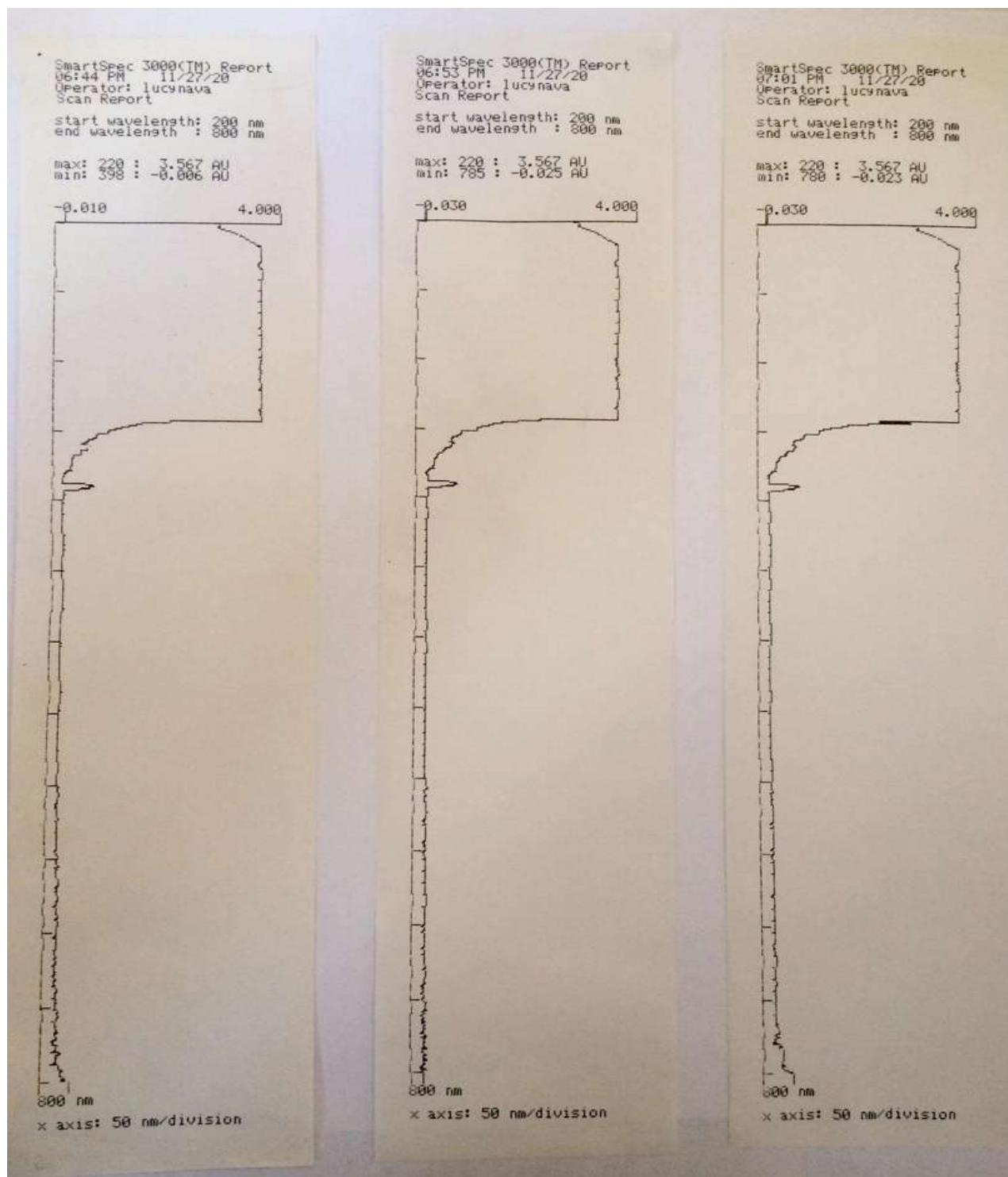
En la serie 2° pudimos comparar resultados de las primeras 4 muestras de la lectura del espectrofotómetro y observamos un cambio de longitud de onda en el extracto de Pentanol y Cloroformo.



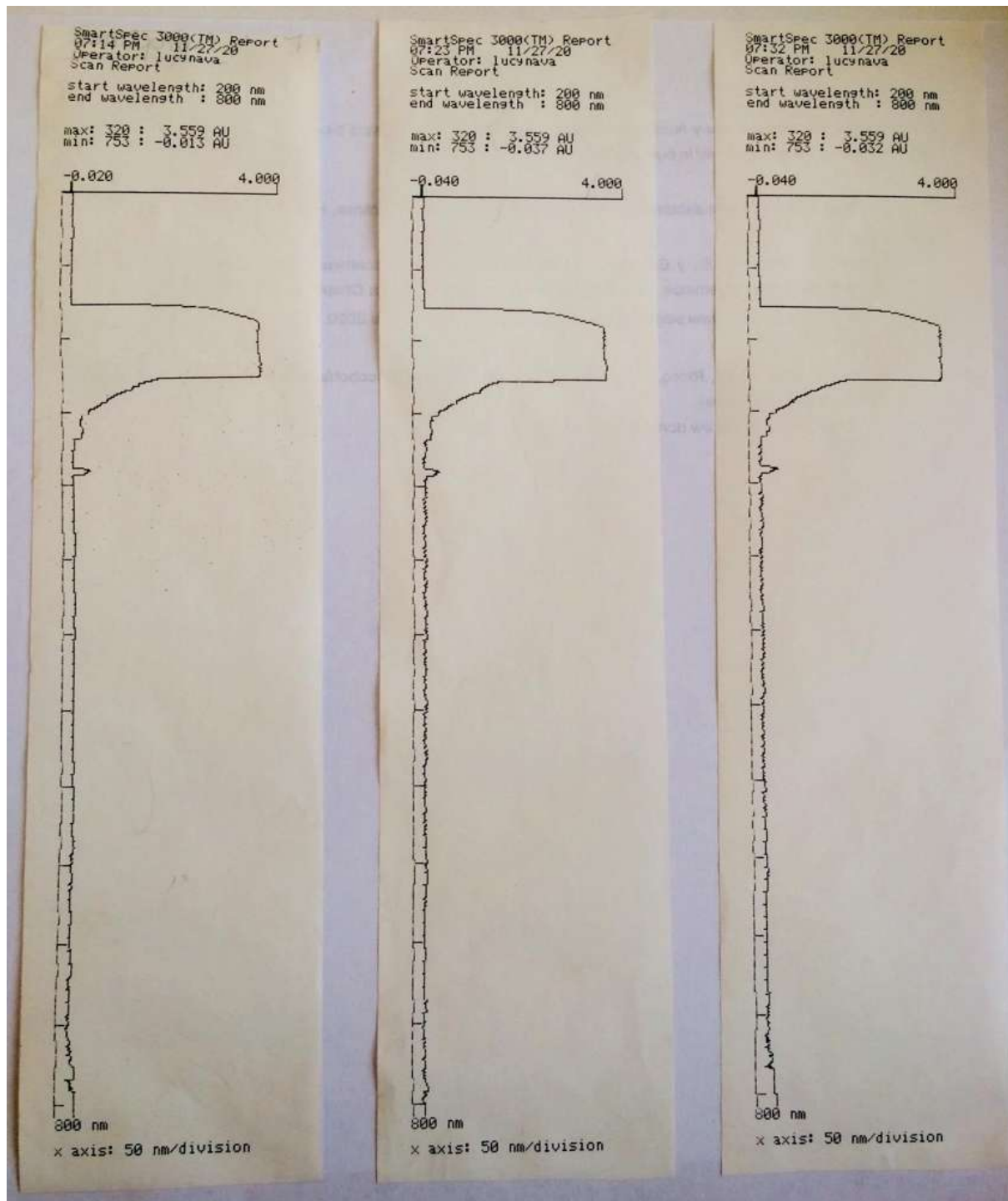
18. RESULTADOS

Muestra del extracto de los tallos de *H. sabdariffa* L.

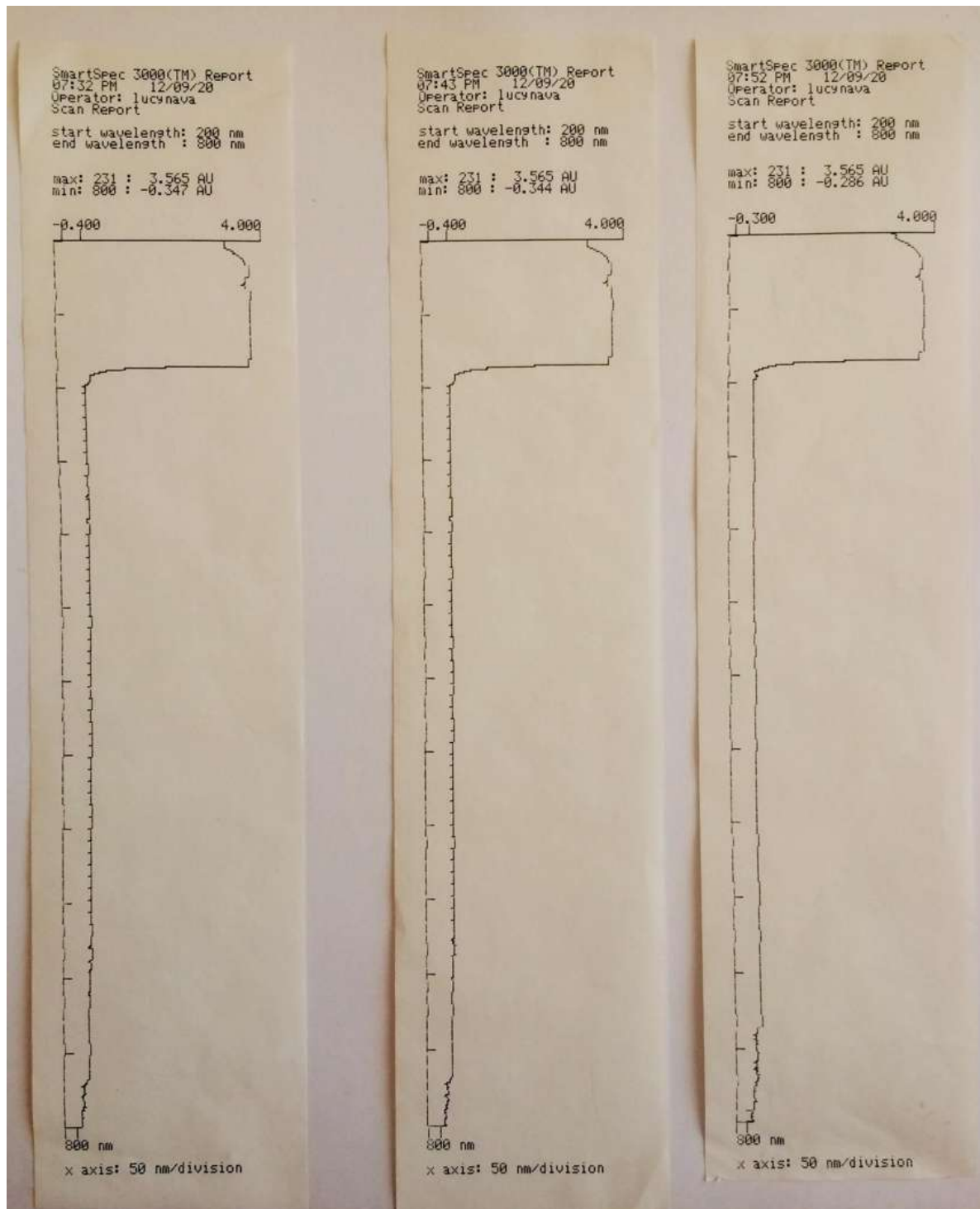
1. Solvente etanol 1er extracto solvente muestra en el espectrofotómetro, con un periodo de tiempo de 8 días.



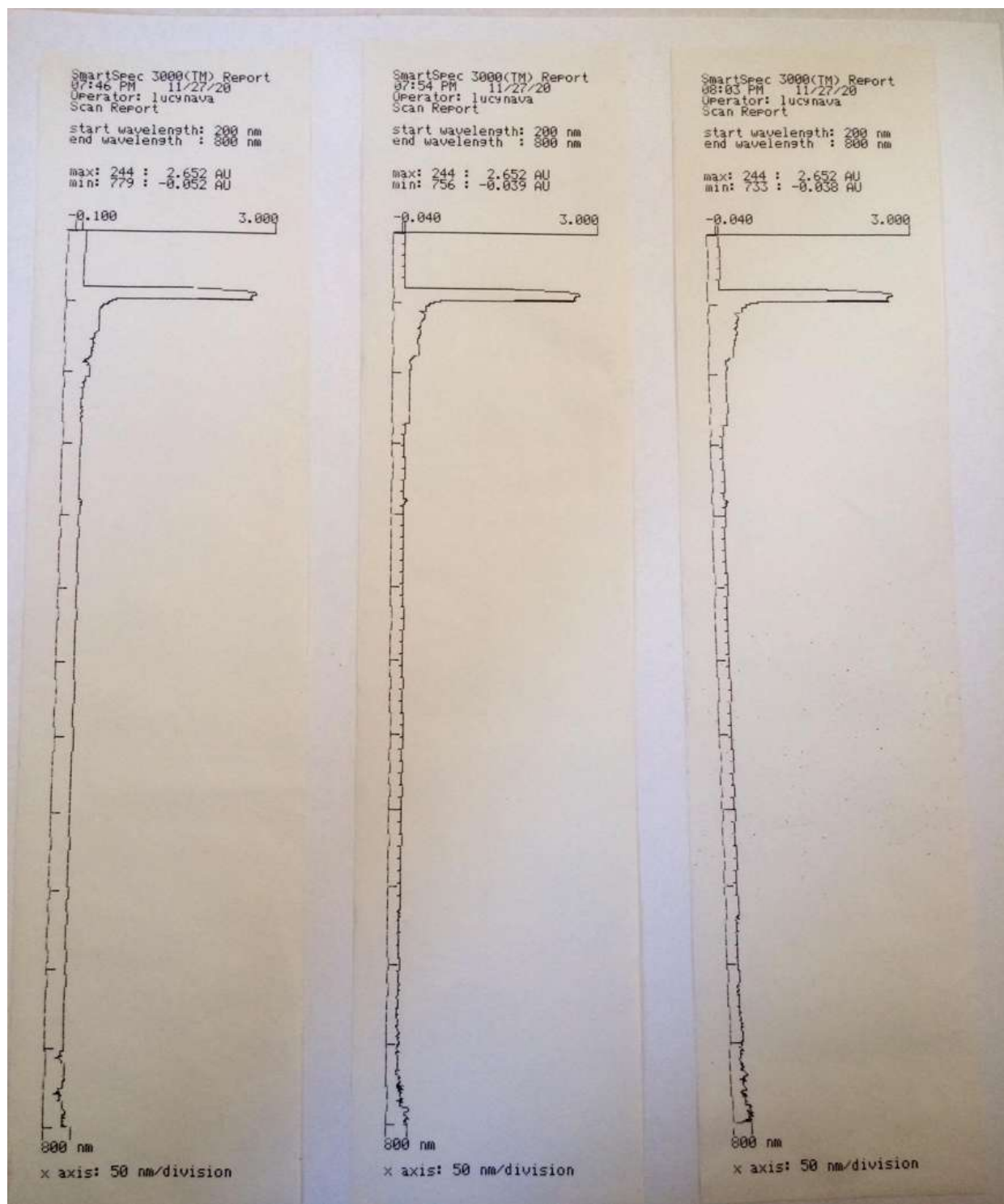
2. Solvente isopropanol extracto resultado del espectrofotómetro.



3. Solvente pentanol extracto resultados del espectrofotómetro.

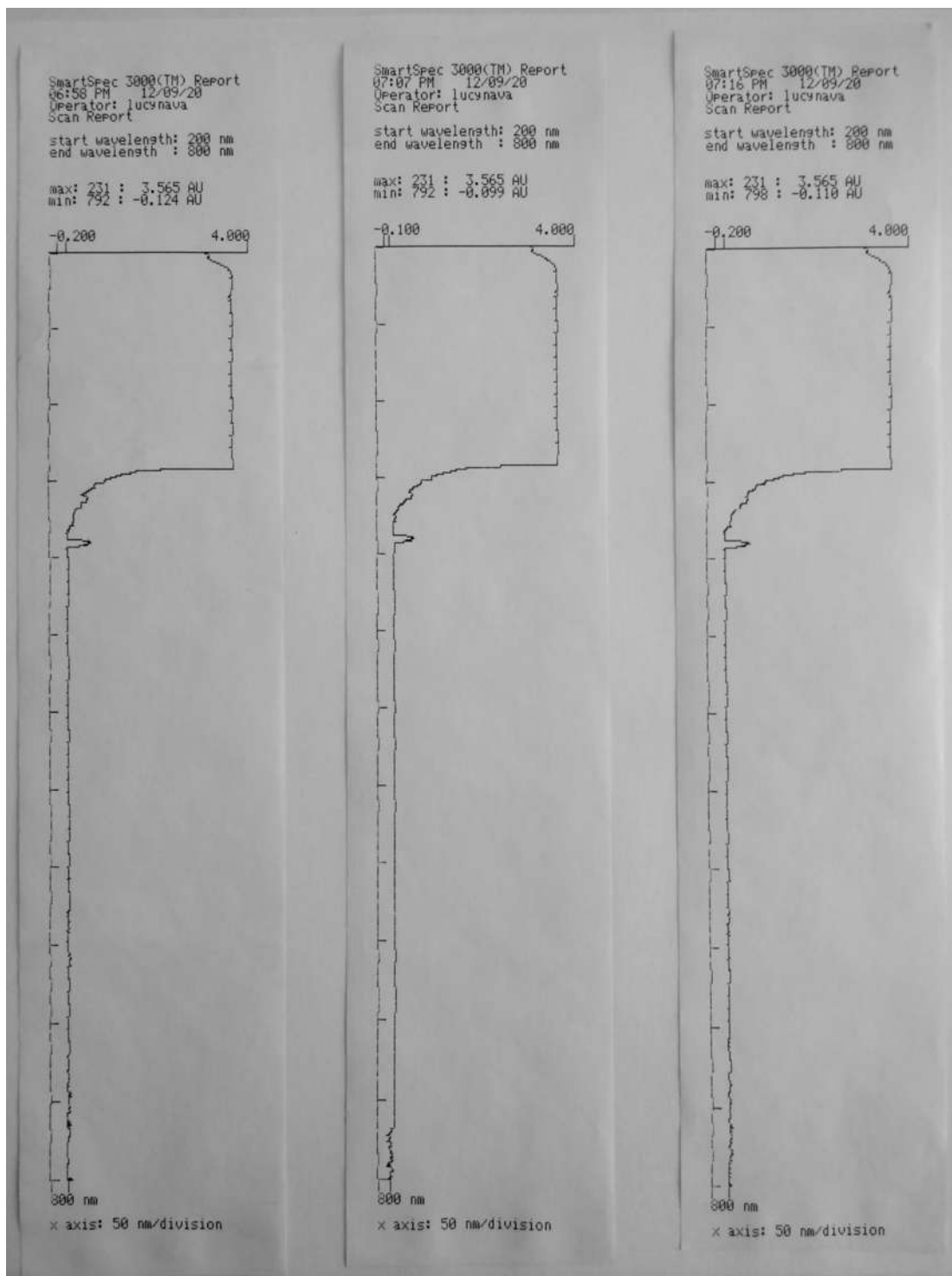


4. Solvente cloroformo extracto como muestra en el espectrofotómetro.

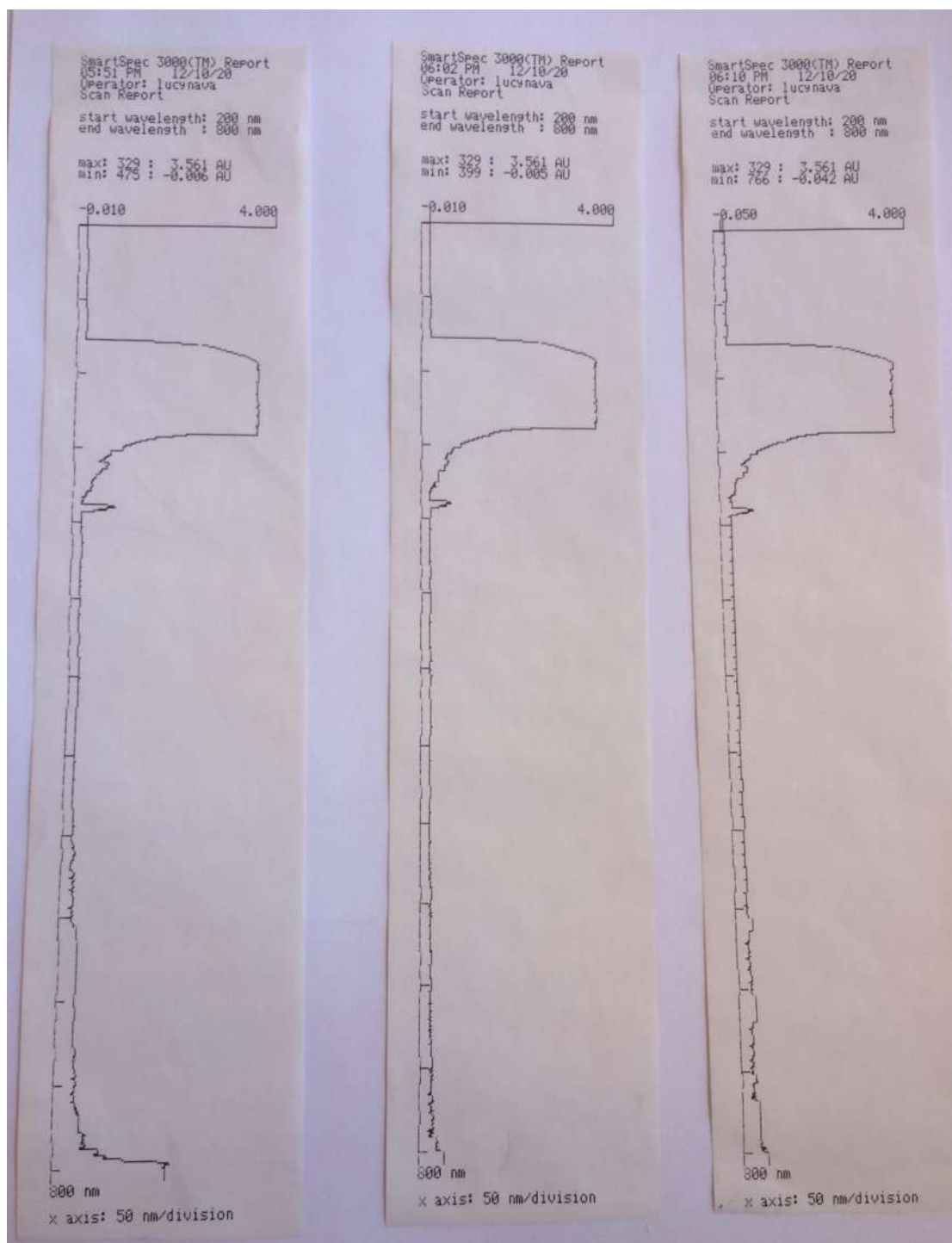


2. ° Serie del extracto del tallo de *H. sabdariffa* L. con un periodo de tiempo de 15-20 días aprox. con fecha de inicio de 17 noviembre al día 8 de diciembre de 2020.

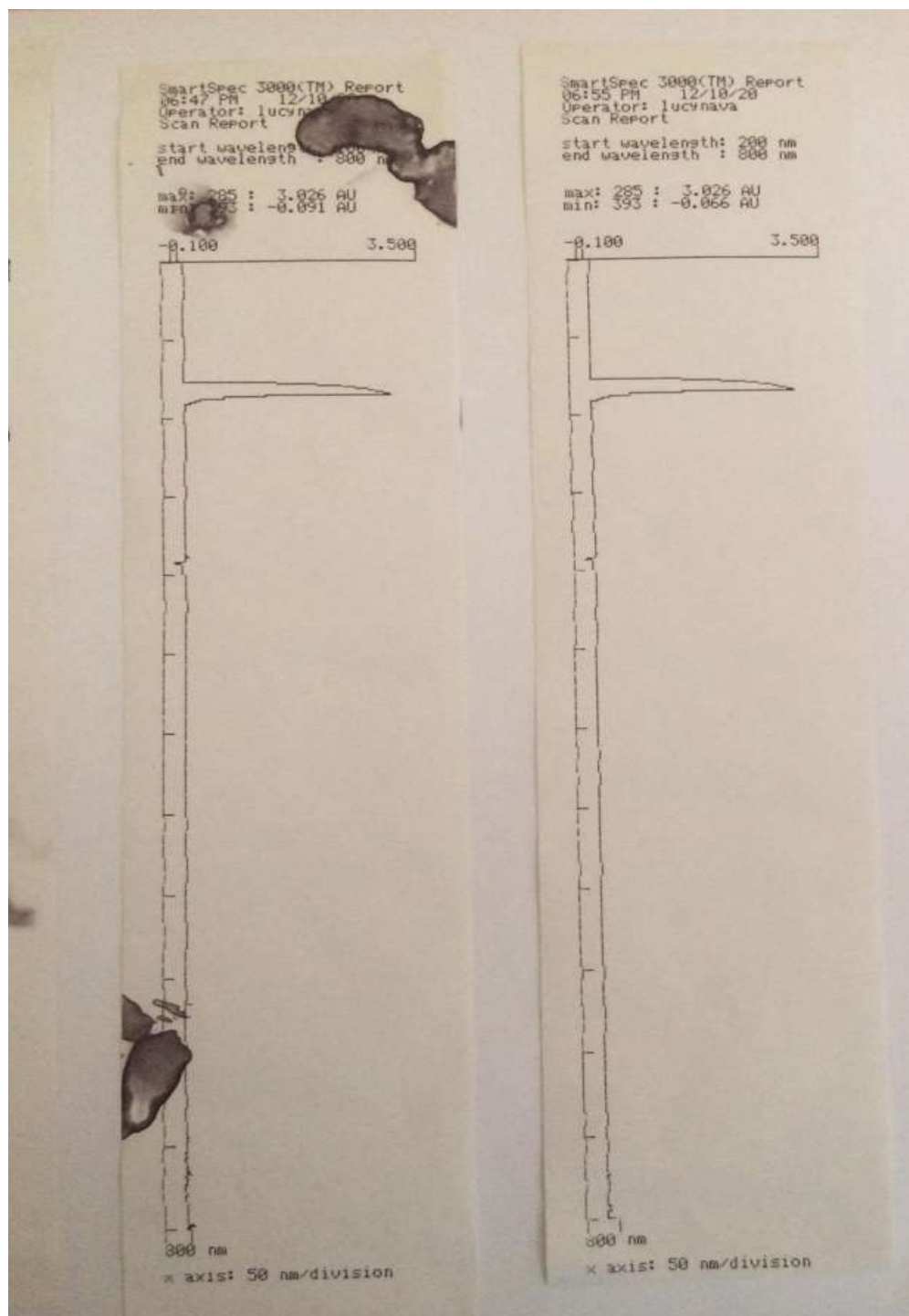
1 Solvente etanol 2° filtrado extracto resultado del espectrofotómetro.



2. Solvente propanol 2. ° Serie del extracto del tallo de la flor de jamaica con un periodo de tiempo de 15-20 días aprox.



3. Solvente pentanol 2º filtrado extracto resultado del espectrofotómetro.



18.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados, muestran que se aíslan de manera adecuada con los solventes orgánicos, con tendencia hidrofóbica, como cloroformo, isopropanol y pentanol compuestos que se denominan como cromóforos, los cuales poseen el conjunto de átomos de una molécula que tienen electrones capaces de absorber energía y excitarse para luego emitir esta energía en forma de luz visible (VIS) o ultravioleta (UV); las longitudes de onda de la energía emitida dependen del cambio de nivel energético de los electrones, de estado excitado a estado basal. Cuando una molécula absorbe ciertas longitudes de onda de luz visible y transmite o refleja otras, la molécula tiene un color.

Estos compuestos pertenecen a moléculas orgánicas que contienen grupos aromáticos (compuestos fenólicos), los que tienen un comportamiento de espectroscopia de luz ultravioleta (UV) a una longitud de onda (λ) de 280 nanómetros (nm), como se muestra en la imagen perteneciente al segundo filtrado con pentanol.

También se observa que el extracto con el solvente orgánico cloroformo, se obtiene una única señal que corresponde a aproximadamente una longitud de onda 260 nm (λ), que corresponde a compuestos de tipo heterocíclicos que contienen nitrógeno, estos compuestos orgánicos se identifican como purinas o pirimidinas, los cuales tienen esta absorción de UV de 240 a 260 nm de (λ).

Por lo tanto, al realizar una predicción general de la relación entre la estructura química de los compuestos orgánicos aislados de los tallos de *H. sabdariffa* L., con los solventes hidrofóbicos (cloroformo, pentanol e isopropanol), y la función biológica, se aíslan, compuestos fenólicos y precursores de alcaloides los cuales son compatibles en solución con estos solventes hidrofobicos, no, así con solventes de naturaleza, hidrofílica, como el etanol.

Lo cual permite establecer que la posible capacidad funcional de tipo plaguicida, es atribuible a estos compuestos orgánicos, aislados.

19. CONCLUSIÓN

Al realizar la investigación principalmente de la planta de *Hibiscus sabdariffa* L. se creó, un formato con las diferentes propiedades químicas de la planta, sus distintos usos y aplicaciones en distintas áreas, se investigó y desarrollo un cuadro, señalando los pasos para su cultivo y cuidado de la flor de jamaica.

H. sabdariffa L. es una planta muy noble y tiene un valor nutricional muy importante y es por ello que tiene además un enfoque hacia el área clínica debido a que tiene efectos quimiopreventivos y anti-diuréticos entre otros, gracias a sus compuestos bioactivos que son necesarios en la salud del ser humano.

Se desarrolló la investigación en base a la protección del medio ambiente y a la salud del ser humano, protegiendo el área de la agricultura, al crear un extracto de los tallos de la flor de jamaica para así posteriormente crear un biopesticida del tallo de la planta al ser un producto de origen natural y orgánico no genera ningún daño al ecosistema o medio ambiente.

20. PERSPECTIVAS

Se creó un proyecto con la intención de aplicarlo en campo agrícola, en protección del medio ambiente y por ende al ser humano, dejando el proyecto con una investigación y extractos de la planta de *H. sabdariffa* L.

Este proyecto deja como alternativa la investigación y durabilidad del Biopesticida, así como su rentabilidad para artículos posteriores o en conjunto.

21. GLOSARIO

Aleloquímicos: Son compuestos químicos liberados por una planta, que tienen efectos conductuales o fisiológicos, ya sea negativo o benéfico, sobre otros organismos (plantas, hongos, animales o bacterias).

Angiotensinógeno: es una glicoproteína heterogénea compuesta por 452 aminoácidos y diferentes grados de glucosilación, que se produce principalmente en el hígado. Es un miembro de la familia de las serpinas, y es el sustrato principal del sistema renina-angiotensina-aldosterona.

Antesis: tiempo de expansión de una flor hasta que esté completamente desarrollada.

Bioacumulación: proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones en su medio o en los alimentos.

Compuestos bioactivos: cumplen funciones en el cuerpo que pueden promover la buena salud.

Diáspora: dispersión de un pueblo o comunidad humana por diversos lugares del mundo; especialmente la de los judíos después de la destrucción del reino de Israel (siglo VI a. C.)

Ecotipo: es una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales.

Eczema: la denominación genérica de cualquier inflamación de la piel.

Espectrofotometría: método científico utilizado para medir cuánta luz absorbe una sustancia química midiendo la intensidad de la luz cuando un haz luminoso pasa a través de la solución muestra, con base en la ley de Beer-Lambert.

Fotodescomposición: disociación de moléculas por efecto de la luz, y se define como la interacción de uno o más fotones con una molécula objetivo.

Herbivoría: alimentación a base de tejidos de plantas.

Metabolito: Es cualquier sustancia producida durante el metabolismo (digestión u otros procesos químicos corporales).

Polifenoles: sustancias químicas encontradas en plantas caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenol por molécula. Son compuestos antioxidantes, que destacan por luchar contra los radicales libres en nuestro organismo, estos son agentes oxidantes que causan el desgaste de nuestras células y se producen a consecuencia de nuestro metabolismo.

Quimioprotectores: son fármacos que se usan junto con determinados tipos de quimioterapia para proteger el cuerpo o reducir al mínimo los efectos secundarios de la quimioterapia.

Sistema tegumentario: es la cobertura natural de un organismo o un órgano, como su piel, corteza, concha, o cáscara.

22. BIBLIOGRAFÍA

Abril, N; Bárcena, J; Fernández, E; Galván, A; Novo, J; Peinado, J; Meléndez, F. (2016).

Espectrofotometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas.

Disponible en: Departamento de Bioquímica.

<https://www.uco.es.com>

Aguilera, M; Reza, M; Chew, R; Meza, J. (2011). Propiedades funcionales antocianinas

Disponible en: Facultad de Ciencias Químicas.

Alarcón, C; Ariza, F; Barrios, A; Noriega, D; Porfirio, J. (2012). Exploración y

caracterización morfológica de poblaciones de la jamaica

H. sabdariffa L. del estado de Guerrero, México.

Disponible en: Revista Mexicana Ciencia Agrícola

<http://www.revistamexicanaatm.com>

Alarcón, N; Porfirio, J. (2013). Caracterización morfológica de una muestra

etnográfica de jamaica *H. sabdariffa* L.

Disponible en: Revista Chapingo.

<http://www.scielo.org.mx/scielo.php>

Alcocer, L; García, A. (2013). Guía de tratamiento farmacológico de

dislipidemias para el primer nivel de atención.

Disponible en: Revista mexicana de cardiología.

<http://www.scielo.org.mx/scielo.php>

Apáez, P; Perdaza, M; Rodríguez, M; Yaya, Y; Contreras, D. (2017). Rendimiento

y concentración de antocianinas en *H. sabdariffa* L. con aplicación foliar de micronutrientes.

Disponible en: Revista Chapingo.

<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.06.020>

- Ávalos, A; Pérez, E. (2009). Metabolismo secundario de plantas.
Disponible en: Departamento de Biología Vegetal.
https://eprints.ucm.Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf
- Arévalo, J. (2012). Propuesta de un extracto colorante a partir de
H. sabdariffa L. para ser utilizada en la industria textil.
Disponible en: Bachelor thesis, Universidad de El Salvador.
<http://www.ri.edu.mx>
- Arias, S. (2020). Hibisco la flor pura sangre.
Disponible en: <https://especiasarias.com/hibisco-flor/>
- Ariza, F; Serrano, V; Navarro, S; Ovando, M; Vázquez, E. (2014).
Variedades mexicanas de jamaica *H. sabdariffa* L. 'alma blanca'
y 'rosalíz'nde color claro, y 'Cotzaltzin' y 'Tecoanapa' de color rojo.
Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo>.
- Babalola, S. (2001). Composition attributes of the calyces of roselle.
Disponible en: The journal of food technology in Africa.
<http://hdl.handle.net/1807/3404>.
- Barral, M. (2018). *Hibiscus sabdariffa* L. propiedades terapéuticas.
Disponible en: Universidad complutense.
<http://147.96.70.122/Web>.
- Bartolomé, J., Serrano. V. (2012). Color en cálices de jamaica *H. sabdariffa* L. y
su relación con características fisicoquímicas de sus extractos acuosos.
Disponible en: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
<http://www.horticultura.com>

Bartual, J; Berenguer, M. (2017). Pesticidas: clasificación y riesgos principales.
Disponible en: Centro de Investigación y asistencia técnica - Barcelona
<https://www.insst.es/documents>.

Blakley, B (2009). Plaguicidas.
Disponible en: Nueva tribuna
<https://www.salyroca.es>

Boulloza, N. (2014). Biopesticidas: más soluciones naturales de control de plagas.
Disponible en: <https://faircompanies.com>

Bourguet, D. (20018). Así afectan los plaguicidas al medio ambiente y sus consecuencias sobre el agua.
Disponible en: Nueva tribuna
<https://www.salyroca.es>

Cancela, M. (2011). Metabolitos secundarios
Disponible en: <https://www.redalyc.com.mx>

Cano, J. (2004). El cultivo de jamaica orgánica *H. sabdariffa* L. en México
Agroproductos y servicios orgánicos de Uruapan, Michoacán.
Disponible en: <http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx>

Cano, R. (2015). Máquinas para la aplicación de plaguicidas.
Disponible en: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
<https://www.insst.es>

Campus, B. (2015). Hoja de seguridad cloroformo.
Disponible en: <file:///C:/Users/user/Downloads/cloroformo.pdf>

Carola, M; Del-valle, E; Prieto, L. (2015). Elaboración de extractos de *H. sabdariffa* (Rosa de Jamaica), *Rubus ulmifolius* (Mora) y *Beta vulgaris* (Remolacha) aplicados como colorantes naturales en la elaboración de productos cosméticos y evaluación de la estabilidad de los cosméticos fabricados.
Disponible en: <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt>

Carvajal.O; Waliszewski, S; Infanzón, R. (2016). La creatividad como técnica intelectual.
Disponible en: Revista artículos de jamaica.
Recuperado el día: (1 de julio 2020). <https://www.uv.mx>.

Céspedes, E; Castillo, J. (2008). La peroxidación lipídica en el diagnóstico del estrés oxidativo del paciente hipertenso. ¿Realidad o mito?
Disponible en: Revista Cubana de investigaciones biomédicas.
<http://scielo.sld.cu/scielo.php>

Cisse, M; Dornier, M; Sakho, M; Reyne, M; Sock, O. (2009).
Le bissap *H. sabdariffa* L. composition et principales
Disponible en: <http://alimentos-autoctonos.fabro.com>

Conacyt. (2019). Que son y para qué sirven los metabolitos de la planta.
Disponible en: <https://www.cyd.conacyt.gob.mx>

Coranado, M; Vega, S; Gutiérrez, L; Vázquez, M; Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana
Disponible en: Revista Chilena de nutrición.
<https://scielo.conicyt.cl/scielo>.

Cortazar, A; Coronel, C; Escalante, A; González, C. (2007). Contaminación generada por colorantes de la industria textil.
Disponible en: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
<https://www.uaeh.edu.mx>

- Chávez, R. (2018). jamaica de la Huacana.
Disponible en: México campo adentro
<http://www.mexicocampoadentro.org>
- Danzoos, R; Muñoz. (2007). La agricultura orgánica como alternativa al uso
plaguicidas: el caso de huatusco. Veracruz. Pag 108
Disponible en: IMSS salud en el trabajo México
- Dengo, O. (2016). Hoja de seguridad propanol.
Disponible en: <file:///C:/Users/user/Downloads/1-propanol.pdf>
- Devine, G; Dominique, E; Oigusku, E; Furlong, M. (2008). Uso de insecticidas:
contexto y consecuencias ecológicas.
Disponible en: Revista peruana de medicina experimental y salud publica.
<http://www.scielo.org.pe/scielo.ph>
- Dieterle, W; Faigle. (2010). Equipo de redacción de IQB.
Nacional de Medicamentos, alimentos y Tecnología Médica.
Disponible en: Monografías centro colaborador de la Administración
<https://www.ecologistasenaccion.org>.
Revista: Ecologistas en acción.
- Dománico, R; Del Val, S; Reñones, L; Zunino, C; Martínez, L; Zampatti, M; Bartoloni,
V; Murano, M; Martínez, M. (2019). Innovación: obtienen colorantes
naturales a partir de desechos agroindustriales.
Disponible en: <https://news.agrofy.com.ar>
- Duarte, J. (2015). Protección cardiovascular con flavonoides.
Disponible en: <http://dx.doi.org>

- Eddleston, M. (2002). Oximas para la intoxicación aguda por plaguicidas Organofosforados.
Disponible en: Biblioteca Cochrane.
<https://www.cochranelibrary.com>
- Enciso, A. (2020). Los plaguicidas más usados en México, prohibidos en 34 países.
Disponible en: Periódico La jornada artículo.
<https://www.jornada.com.mx>
- Esparza, M; García, N. (2011). Hipouricemia y manejo renal del ácido úrico.
Disponible en: Sociedad española de nefrología.
<https://www.revistanefrologia.com>
- Espinosa, F. (2018). EL poder de la flor de jamaica
Disponible en: Asociación civil del poder del consumidor.
<https://elpoderdelconsumidor.org/2018/10/el-poder-de-la-flor-de-jamaica/>
- Estape, G. (2018). Las antocianinas, pigmento con gran poder antioxidante.
Disponible en sitio web: <https://soycomocomo.es>
- Gómez, M. (2002). El cultivo de la jamaica *Hibiscus sabdariffa* L.
Disponible en: Repositorio México.
<http://repositorio.uaaan.mx>
- Goicoechea, M. (2019). Ácido Úrico y Enfermedad Renal Crónica.
Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-acido-urico-enfermedad-renal-cronica-200>
- González, M. (2010). Transmitancia y absorbancia.
Disponible en: <https://química.laguia.com>

- González, M. (2019). Epidermis.
Disponible en: Facultad de ciencias agrarias.
<http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema13/13-7tricomas.htm>
- González, P. (2009). La Jamaica de México: un producto versátil para emprendedores altamente competitivos.
Disponible en: Revista agro región.
<http://agrorregion.com/articulo?id=359>
- González, S., Díaz. R. (2020). La jamaica de México: un producto versátil para emprendedores altamente competitivos.
Disponible en: <https://www.mipatente.com>
- Guardiola, S; Mach, N. (2014). Potencial terapéutico del *H. sabdariffa* L.: una revisión de las evidencias científicas.
Disponible en: Revista endocrinología.
<https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-potencial-terapeutico-del-hibiscus-sabdariffa-S1575092213003380>
- Hernández, C. (2017). Biología Reproductiva.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.repbio.2017.04.003>
- Hernández, M. (2013). Un estudio revela que la flor de jamaica reduce la hipertensión arterial, el colesterol y la diabetes en obesos
Disponible en: Universitas.
<https://comunicacion.umh.es>
- Herrera, E. (2015). Evaluación de densidades de siembra para variedades de rosa jamaica *H. sabdariffa* L. en escuintla.
Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu>.

- Herrera, F. (2004). Tratamiento de las creencias motivacionales en contextos educativos pluriculturales.
Disponible en: Revista Iberoamericana de Educación. España.
<https://www.redalyc.org/pdf/440/44012058010.pdf>
- Juliani, H. (2009). Chemistry and quality of Hibiscus for developing of natural product industry in Senegal.
Disponible en: Journal of Food Science
- Laines, J. (2019). Análisis de la síntesis de alcaloides.
Disponible en: Centro de investigación de Yucatán.
<https://cicy.repositorioinstitucional.mx>
- Logan, J. (2019). Contenido: Inhibidores de ACE: Mecanismo de la acción de los efectos secundarios y de las precauciones.
Disponible en: News medical life sciences
- López, A; Montalvo, E; González, I. (2011). Inducción de antocianinas y compuestos fenólicos en cultivos celulares de jamaica, *H. sabdariffa* L.
Disponible en: Revista Chapingo serie horticultura.
Recuperado: 17 de octubre 2020. <http://www.scielo.org.mx>.
- López, C; González, E; Guerrero, O; Mariño, G; Jácome, B; Beltran, E. (2019). Estudio de la estabilidad de los antioxidantes del vino de flor de jamaica *H. sabdariffa* L. en el almacenamiento.
Disponible en: Fundación Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo>
- Martínez, E. (1992). Diagnóstico de la situación actual del cultivo de la rosa de jamaica.
Disponible en: Universidad de San Carlos de Guatemala.
<http://alimentos-autoctonos.fabro.com>.

- Martínez., G. (2003-2007). Riesgos del uso de plaguicidas.
Disponible en: Biblioteca Departamento de Ciencias Químicas
Farmacéuticas, Instituto de farmacología.
- Meza, CH. (2012). Flor de jamaica. Pág. 5
Disponible en: <http://www.adeesnic.org.pdf>.
Recuperado el 1 de julio 2020.
- Meza, P. (2012). Guía: flor de *H. sabdariffa* L. e *Hibiscus* cruentus Bertol
Disponible en: <http://www.adeesnic.org>
- Mengo, O. (2013). Cultivo de flor de jamaica., pág. #13.
Disponible en: <http://www.agrotendencia.tv.com>
Recuperado 1 de julio 2020.
- Morales, V., Ing. Agrónomo. (2018). Cuantificación del contenido de minerales en cuatro variedades de *H. sabdariffa* L.
Artículo: pág. #8
Disponible en: <http://repositorio.uaaam.mx>
- Moreno, V. (2007). Bibliografía de Carl Von Linneo
Disponible en: buscabibliografias.com
Recuperado el 17 de marzo 2020.
- Morton, J. (1987). Roselle
Disponible en: Universidad Tecnológica de Matamoros
<http://newcrop/morton/roselle.html>
- Murrieta, N; Perales, G; Sánchez, A; Burgos, Víctor; Zamora, M; Sáyago, A. (2018).
Flor de jamaica *H. sabdariffa* L.
Disponible en: <http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx>

Nicholls, P. (2014). Usos y aplicaciones medicinales e industriales de la flor de jamaica.
Disponible en: <http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx>

Organización Mundial de la Salud (O.M.S). (2016).
Residuos de plaguicidas en alimentos.
Disponible en :<https://www.who.int>

Organización Mundial de la Salud (O.M.S). (1990).
Plaguicidas altamente peligrosos
Disponible en :<https://www.who.int>

Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) (1982).
Toxicology of Pesticidas Interim
Disponible en: Document 9.
<https://www.who.int>

Ortega, S; Guerrero, B. (2012). Propiedades funcionales de la jamaica
Hibiscus sabdariffa L.
Disponible en: <https://www.researchgate.net>

Pérez, N., García. G., Camacho. C., Vázquez. J. (2012).
Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas.
Universidad Autónoma Indígena de México El Fuerte.
Disponible en sitio web: <https://articulo.redalyc.org>.

Pin-Der, D; Gow-Chin, Y. (1997). Eficacia antioxidante de extractos
metanólicos de cáscara de maní en aceites de soja y maní.
Disponible en: Revista de la sociedad estadounidense
de químicos del aceite
<https://link.springer.com/>

Pineda, J. (2019). Los plaguicidas.

Disponible en: www.temas-ambientales.com

Piña, E. (s/f). Los radicales libres. Beneficios y problemas.

Disponible en: UNAM

https://www.anmm.org.mx/bgmm/1864_2007/1996-132-2-183-203.pdf

Prieto, D; Añez, R; Rojas, J; Bermúdez, V. (2013). Efecto de la administración de una infusión acuosa de *Hibiscus Sabdariffa* L. sobre el índice de masa corporal, apetito y saciedad en individuos con obesidad grado I.

Disponible en: Archivos venezolanos de farmacología.

<http://ve.scielo.org/scielo>.

Quiñones, M. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular.

Disponible en: Nutrición hospitalaria.

<http://scielo.isciii.es/scielo.php>

Ramírez, B., Velarde. F., Valdivia. M., Ramírez. M., Machuca. M. (2010).

Cambios en tamaño y características químicas de cálices de jamaica.

Disponible en: Biblioteca virtual Universidad Autónoma de Nayarit.

<http://dspace.uan.mx>.

Ramírez, O. (2020). Mercado de Jamaica: Lo que tienes que saber antes de visitarlo.

Disponible en: Artículo México desconocido.

<https://www.mexicodesconocido.com.mx>

Ratan, M. (2020). Inhibidores de ACE: Mecanismo de la acción, de los efectos secundarios y de las precauciones.

Disponible en: [https://www.news-medical.net/health/ACE-Inhibitors-Mechanism-of-Action-Side-Effects-and-Precautions-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/ACE-Inhibitors-Mechanism-of-Action-Side-Effects-and-Precautions-(Spanish).aspx)

Rodríguez, O. (2011). Rosa de Jamaica *Hibiscus sabdariffa* L.

Disponible en: <http://rosadejamaica>

Roth, C. (2015). Hoja de seguridad etanol y pentanol.

Disponible en: <file:///C:/Users/user/Downloads/SDB-9065-ES-ES.pdf>

Sagarpa. (2012). Tecnológico de monterrey. Comité nacional sistema producto jamaica

Plan rector nacional sistema producto de jamaica.

Disponible en sitio web: <http://sagarpa.nacionales.mx>.

Sánchez. C. (2015). Mermelada de flores de jamaica.

Disponible en: <https://cryscocina.com>

Salinas, Y; Zúñiga, A; Bartolomé, L; Serrano, V; Sánchez, C. (2012).

Apariencia de cálices de jamaica.

Disponible en: <http://www.scielo.org.mx>.

Sáyago, S. (2010). *Hibiscus sabdariffa* L. Fuente de fibra antioxidante.

Disponible en: Archivos Latinoamericanos de nutrición.

<https://www.alanrevista.org/ediciones/2010/1/art-12/>

Sepúlveda, G. (2004). La participación de los metabolitos secundarios

en la defensa de las plantas.

Disponible en: Revista Mexicana de fitopatología.

<https://www.redalyc.org>

Shirley, B. (1992). Plaguicidas con solicitudes de prohibición y de

severa restricción

Disponible en: Manual Fitosanitario.

<http://www.olca.cl/oca/plaguicidas/plag04.htm>

Socarrás, M; Suárez, I; Bolet, M. (2010). Alimentación saludable y nutrición en las enfermedades cardiovasculares.

Disponible en: Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas
<http://scielo.sld.cu/scielo>.

Suárez, W; Sánchez, A; González, J.(2017). Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual.

Disponible en: Facultad de Ciencias del Deporte.
<https://scielo.conicyt.cl/scielo.php>

Sumaya, M; Carrillo, E.; Machuca, M;Jiménez, E; Balois, R; Sánchez, L. (2014). Potencial de la jamaica *H. sabdariffa* L. en la elaboración de alimentos funcionales con actividad antioxidante

Disponible en: Revista Mexicana de Agronegocios
<https://www.redalyc.org/pdf/141/14131676017.pdf>

Steven, A., Klotz, D. (1996). Synergistic Activation of Estrogen Receptor with Combinations of Environmental Chemicals. Science, Vol.272.

Disponible en: Red de acción en plaguicidas en Chile
<http://www.olca.cl/oca/plaguicidas/plag04.htm>

Steven, A. (1996-1997). Plaguicidas con solicitudes de prohibición y de severa restricción.

Disponible en: Manual Fitosanitario.
<http://www.olca.cl/oca/plaguicidas/plag04.htm>

Tello, M. J.C.; Palmero, L. D.; García, R. A.; De Cara, G. M. (2010).

Biopesticidas obtenidos de las plantas, un resultado más de la coevolución.
Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/biopesticidas>.

- Torres, U. (2009). Cultivo de flor de jamaica. Nicaragua.
Disponible en: <http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx>
- Tseng, K. (1997). Cultivated limbal stem cell transplantation for ocular surface reconstruction.
Disponible en: <https://europepmc.org/article/pmc/pmc2693999>
- Usoh, I (2005). Antioxidant Actions of Dried Flower Extracts of *H. sabdariffa* L. On Sodium Arsenite - Induced Oxidative Stress in Rats
Disponible en: <https://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2005.135.141>
- Vanaclocha, B; Cañigueral, S. (2003). Fitoterapia: vademécum de prescripción.
Disponible en: ISBN 9788445812204.
- Vázquez, M., Gigudem. T. (2019). Extracción de antocianinas en los cálices de *H. sabdariffa* L. Artículo de ciencia
Disponible en: <http://www.veranos.ugto.mx>
- Venero, J. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes
Disponible en: Instituto Superior de Medicina Militar “Dr. Luis Díaz Soto”.
<http://scielo.sld.cu/scielo.php>
- Vivas. L., Wagner. M., Ricco. R. (2013). Control de calidad farmacobotánico y Fitoquímico de *H. sabdariffa* L. (Malvácea).
Disponible en: <http://www.dominguezia.org.pdf>.
- Wang Ch. (2007). *H. sabdariffa* extract reduces serum cholesterol in men and women. Nutrition Research.
Disponible en: Revista fitotecnica mexicana
<http://www.scielo.org.mx>

Willstätter, R; Clamor, L. (1942). Antocianinas.
Disponible en: <http://www.mcnbiografias.com>

Zaragoza, A; Carranza, B; Ortega, C; Zamora, J; Velazquez, V; Aparicio, J. (2016).
Repercusiones del uso de los organoclorados sobre el ambiente y
salud pública.
Disponible en: Área académica de medicina veterinaria y zootecnia.
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
<https://www.medigraphic.com>

Zorrilla, A. (2002). El envejecimiento y el estrés oxidativo.
Disponible en: Revista cubana de investigaciones biomédicas.
<http://scielo.sld.cu/scielo.php>

22. BIBLIOGRAFÍA DE IMÁGENES

Aguilera, M. (2017). Propiedades funcionales de las antocianinas

Disponible: Revista Biotecnia.

file:///C:/Users/user/Downloads.

Anónimo, (2015). Estructura química de *H. sabdariffa* L.

Disponible en: Agenda química virtual (2015).

Barral, M. (2018). Hibiscus sabdariffa L. propiedades terapéuticas.

Disponible en: Universidad complutense.

<http://147.96.70.122/Web>.

Chavarria, S. (2017). Fumigación aérea: La aviación al centímetro.

Disponible en: Revista Aero-mundo.

<https://www.aeromundomagazine.com>

Chele, F. (2015). 10 Beneficios de la flor de jamaica.

Disponible en: <https://flordejamaicaecuador.wordpress>.

González, L. (2011). Cocina costarricense.

Disponible en: <https://www.recetasdecostarica.com>

González, P. (2009). La Jamaica de México: un producto versátil para emprendedores

Disponible en: Revista agro región.

<http://agroregion.com/articulo?id=359>

Harbinary. (2009). Estructura molecular uricosúrico.

Disponible en: Enciclopedia Medica en español.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Uricos>

Kostic, D. (2020). Foto de archivo - Tractor fumigación de campo de trigo con el rociador
Disponibile en: <https://es.123rf.com>

Rocha, I. (2014). H. sabdariffa estructura.
Disponibile en: <https://www.sciencedirect.com>

Yikrazuul, V. (2014). Quercetina estructura química.
Disponibile en: <https://www.researchgate.net>



SECRETARIA GENERAL
Dirección de Control Escolar

Carta de Pasante



La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, de acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica de dicha Institución y en los reglamentos que rigen el ejercicio profesional, expide a:

**ANAHI ESPERANZA GASCA
COVARRUBIAS**

El presente documento que la acredita como

*Pasante de Química
Farmacobióloga*

Secretario General

L.E. PEDRO MATA VAZQUEZ

Director

DR. HECTOR EDUARDO MARTINEZ FLORES

Folio: 597582

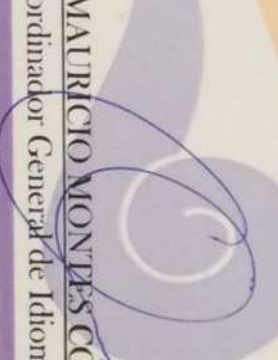
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO COORDINACIÓN DE IDIOMAS

Otorga el presente:

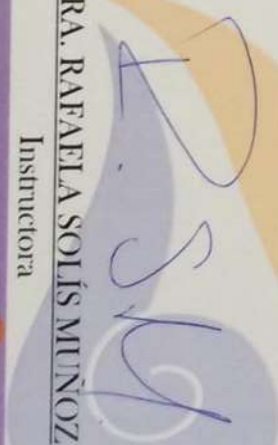
DIPLOMA

A: ANAHÍ ESPERANZA GASCA COVARRUBIAS

Por haber concluido satisfactoriamente el diplomado “Diseño, Estructura y Redacción de Tesis” realizado en el Centro De Autoacceso de la Coordinación del Departamento de Idiomas, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México; del 10 de septiembre al 10 de diciembre de 2019, con valor curricular de **90 horas**.


M.E.I. MAURICIO MONTES CORTÉS
Coordinador General de Idiomas




DRA. RAFAELA SOLÍS MUÑOZ
Instructora





**CONGRESO VIRTUAL
INTERNACIONAL
MULTIDISCIPLINARIO**

DEL 9 AL 15 DE NOVIEMBRE DEL 2020



**La Universidad Virtual del Estado de Michoacán
otorga la presente**

CONSTANCIA

A:

ANAHI ESPERANZA GASCA COVARRUBIAS

Por su participación como conferencista en el marco del
5° Congreso Virtual Internacional Multidisciplinario:

"Educación Virtual para la Transformación y el Desarrollo"
realizado del 9 al 15 de noviembre 2020, en Morelia Michoacán

MORELIA, MICHOACÁN, NOVIEMBRE DE 2020

DR. ALEJANDRO BUSTOS ACULLAR

RECTOR DE LA UNIVERSIDAD VIRTUAL DEL
ESTADO DE MICHOACÁN





**CONGRESO VIRTUAL
INTERNACIONAL
MULTIDISCIPLINARIO**
DEL 9 AL 15 DE NOVIEMBRE DEL 2020

**El Gobierno del Estado de Michoacán a través de la
Universidad Virtual de Michoacán
otorga el presente**

RECONOCIMIENTO

a

ANAHI ESPERANZA GASCA COVARRUBIAS

**por su participación como conferencista/ ponente en el 5to Congreso Virtual
Internacional Multidisciplinario, realizado del 9 al 15 de noviembre del 2020.**

Morelia, Michoacán, México – Noviembre 2020

Dr. Alejandro Bustos Aguilar
Rector UNIVIM

