



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIATURA EN:

QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

CAPACIDAD INHIBITORIA DE *Hibiscus sabdariffa* (FLOR DE JAMAICA), EN CEPAS DE *Mucor circinelloides*.

PRESENTA:

P.Q.F.B. DIANA MONICA ORIGEL NAVARRETE

ASESOR:

DRA. LUCÍA MATILDE NAVA BARRIOS

MORELIA, MICH. OCTUBRE 2019



DEDICATORIA

A Dios.

Que me ha permitido tener vida, salud y la oportunidad de culminar con esta meta que me he propuesto en compañía de mis seres más queridos.

A mis padres Ma. Guadalupe Navarrete Cervantes y Mario Fernando Origel Talavera.

Quienes con mucho esfuerzo y dedicación han logrado que hoy tenga una educación de primera calidad, quienes día a día siguen velando siempre por mí bienestar.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mis padres **Ma. Guadalupe Navarrete Cervantes** y **Mario Fernando Origel Talavera** por ser el pilar fundamental, por haberme enseñado que el éxito siempre se logra con mucho esfuerzo, y me han inculcado seguir siempre adelante y perseverar siempre para alcanzar los objetivos propuestos en este largo caminar.

A mis hermanos **Ramón de Jesús** y **Diego Alexis**, por ser mis grandes compañeros de vida y siempre brindarme su amor y apoyo incondicional.

A **mis tíos** que siempre me han apoyado moralmente, manifestando su orgullo por mis logros.

A **Heriberto Gómez García**, por ser mi gran compañero en este caminar, por brindarme su apoyo y amor incondicionalmente en estos últimos años de su vida, y sé que juntos nos regocijamos de alegría de saber que termino esta etapa de mi vida a su lado.

A mi asesora **Dra. Lucía Matilde Nava Barrios**, por a ver creído en mi desde el comienzo de este proyecto, por su gran apoyo y tiempo dedicado incondicionalmente, por ayudarme a culminar esta última etapa de mi vida.

A **Carlos Alberto Colín Sánchez** por su gran apoyo y tiempo prestado en este proyecto.

A los profesores **M.C Raquel Santillán Galván**, **M.C Julio César Herrera Arriaga**, **I.B.Q. Rodrigo Merlos Rojas**, **QFB. María Gloria Cornelio Moreno**, **QFB. Beatriz Medina González** por todo su apoyo y conocimiento, por haberse tomado el tiempo de revisar mi tesis y tomar algunas observaciones para que este proyecto culminara de la mejor manera.

Mi agradecimiento por todo el apoyo prestado para la realización de este proyecto de investigación al **laboratorio de Neurobiología** de la **Facultad de Químico Farmacobiología de la UMSNH**.

ÍNDICE GENERAL

1. Resumen	8
2. Abstract.....	9
3. Introducción	10
4. Objetivos.....	11
4.1 Objetivo general	11
4.2 Objetivo específico:.....	11
5. Hipótesis	12
6. Justificación	13
7. Antecedentes.....	14
7.1 Generalidades de la jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	14
8. Desarrollo	15
8.1 Historia.....	15
9. Situación geográfica.	16
10. Taxonomía.....	18
11. Descripción botánica.....	19
12. Propiedades físicas de la planta	21
12.1 Componentes químicos de <i>Hibiscus sabdariffa</i>	22
12.2 Estructuras químicas de los principales componentes de la Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i>).....	23
13. Propiedades farmacológicas.....	24
14. Usos y aplicaciones de la flor de jamaica (<i>H. sabdariffa</i>).....	25
15. Solventes	26
15.1 Etanol.....	26
15.2 Metanol	27
15.3 Propanol:.....	28
16. <i>Mucor circinelloides</i>	29
17. Micología:	30

18. Taxonomía.....	31
<i>Mucor circinelloides</i>	31
19. Género mucor.....	32
19.1 <i>Mucor circinelloides</i>	35
20. Técnica.....	38
20.1 Materiales.....	42
20.2 Reactivos	42
20.3 Metodología	43
Flor de jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i>).....	43
21. Diagrama de bloques.....	44
Experimento con <i>Mucor circinelloides</i>	44
22. Observaciones.....	45
23. Resultados.....	47
24. Discusión	51
25. Conclusiones	52
26. Perspectivas	53
27. Glosario	54
28. Referencias.....	56
29. Anexos	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Municipio de Michoacán. (S.A., 2018).....	16
Figura 2. Flor de Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i>) (S.A.,2007)	18
Figura 3. Planta de <i>Hibiscus sabdariffa</i>	20
Figura 4. Flor de Jamaica (<i>H. sabdariffa</i>) (S.A.,2018)	21
Figura 5. 3-O-sambubiósido de cianidina. (S.A., 2018).....	23
Figura 6. 3-O-sambiósido de delfinidina. (S.A., 2018).....	23
figura 7. Flor de Jamaica (S.A.,2016).....	25
figura 8. El té flor de Jamaica (L. Luciano., 2018)	25
Figura 9. Molécula y estructura química del etanol.	26
Figura 10. Molécula y estructura química del metanol	27
Figura 11. Molécula y estructura química del propanol.	28
Figura 12. Micología (S.A.,2018).....	30
Figura 13. Zygomycetes de Mucor (Walther et al., 2012).....	31
Figura 14. Microscopia eléctrica de barrido de una zigospora de Mucor circinelloides. Esta zigospora fue formada cuando se co-inocularon en YPD dos cepas con diferentes sexos, NRRL 3631(+) y CBS 277.49(-), por 2 semanas en oscuridad, barra de escala = μm . (tomada de Lee y Heitman, 2014)	34
Figura 15. Ciclo de vida de <i>Mucor circinelloides</i> . (D. López G. S. et al., 2015) 37	
Figura 16. Cáliz triturado en mortero (Origel N. D.M et al.,2019).	38
Figura 17. Estufa.	38
Figura 18. Solventes con <i>Hibiscus sabdariffa</i> (Origel N. D.M et al., 2019).	39
Figura 19. Medios de cultivo A.G. Y CST. (Origel N D.M et al., 2019).	39
Figura 20. Hongo <i>Mucor circinelloides</i> (Origel N. D.M et al., 2019).....	40
Figura 21. Unidiscos impregnados de los solventes alcohólicos (Origel N. D.M et al., 2019).	40
Figura 22. Cepas con <i>Mucor circinelloides</i> y los unidiscos con los solventes (Origel N. D.M et al., 2019).....	41
Figura 23. Solubilidad de las soluciones alcohólicas con el cáliz de flor de Jamaica (<i>H. sabdariffa</i>) (Origel N. D.M et al.,2019).....	45

Figura 24. Cepas de <i>Mucor circinelloides</i> con inhibición (Origel N. D.M et al.,2019).	46
Figura 25. Cepas de <i>Mucor circinelloides</i> mostrando inhibición con los solventes de <i>Hibiscus sabdariffa</i> . (Origel N. D.M et al., 2019).	47
Figura 26. Cepa de <i>Mucor circinelloides</i> mostrando sensibilidad con el solvente de propanol. (Origel N. D.M et al., 2019).....	48
Figura 27. Cepa de <i>Mucor circinelloides</i> mostrando inhibición intermedia con el solvente de etanol. (Origel N. D.M et al., 2019).....	48
Figura 28. Cepa de <i>Mucor circinelloides</i> mostrando resistencia al solvente de metanol. (Origel N. D.M et al., 2019).	49
Figura 29. Cepas de <i>Mucor circinelloides</i> comprobando la inhibición a los solventes de <i>Hibiscus sabdariffa</i> (flor de Jamaica). (Origel N. D.M et al., 2019)	49

1. RESUMEN

Hibiscus sabdariffa es una planta anual, erecta, arbustiva, y herbácea pertenece a la familia de las malváceas, alcanza hasta 2.4 m de altura, mientras que el tallo es globular, sus hojas son ovaladas y sus flores en racimos terminales, sus pétalos son blancos con un centro rojizo en la base de la columna, por lo general consiste en un cáliz con cinco sépalos de color rojo de gran tamaño.

Es una planta tropical nativa de la India y Malasia, aunque crece ampliamente en los trópicos y subtrópicos de ambos hemisferios, y se ha naturalizado en muchas zonas de América.

En México fue introducida por los españoles durante la colonización. Los principales países productores de Jamaica son China, India y Sudán. En México se cultiva principalmente en los estados de Guerrero, Oaxaca, Michoacán y Nayarit; el principal productor es el estado de Guerrero que aporta más de la mitad de la producción total.

Mucor circinelloides es un mayoral dimórfico que crece como levadura en condiciones anaeróbicas y como hongo filamentoso en condiciones aeróbicas.

Además, es un hongo heterotalico que se propaga a través de ciclos de vida sexual y asexual. En el ciclo de vida sexual, las esporas (esporangiosporas) en condiciones aeróbicas germinan sobre un sustrato sólido, crecen en forma de hifas, formando micelio, que, a su vez, generan hifas aéreas en cuyos ápices se forman los esporangios, en dichos esporangios se almacenan las esporas asexuales (esporangiosporas).

En el ciclo de vida asexual, las hifas de dos tipos sexuales se reconocen mutuamente para fusionarse y formar zigosporas, las cuales se producen por meiosis. Estas zigosporas más tarde, envían una hifa para producir un esporangio que contiene meiosporas en el ápice.

PALABRAS CLAVE: *Hibiscus sabdariffa*, *Mucor circinelloides*, solventes, cáliz, principios activos.

2. ABSTRACT

Hibiscus sabdarifa is an annual, erect, shrub, and herbaceous plant belongs to the malvaceae family, reaches up to 2.4 m in height, while the stem is globular, its leaves are oval and its flowers in terminal clusters, its petals are white With a reddish center at the base of the spine, it usually consists of a calice with five large red sepals.

It is a tropical plant native to India and Malaysia, although it grows widely in the tropics and subtropics of both hemispheres, and has become naturalized in many areas of America.

In Mexico it was introduced by the Spaniards during colonization. The main producing countries of Jamaica are China, India and Sudan.

In Mexico it is grown mainly in the states of Guerrero, Oaxaca, Michoacán and Nayarit; The main producer is the state of Guerrero that contributes more than half of the total production.

Mucor circinelloides is a dimorphic mayoral that grows as a yeast in anaerobic conditions and as a filamentous fungus in aerobic conditions

In addition, it is a heterothallic fungus that spreads through sexual and asexual life cycles. In the sexual life cycle, the spores (sporangiospores) in aerobic conditions germinate on a solid substrate, grow in the form of hyphae, forming mycelium, which, in turn, generate aerial hyphae in whose apices the sporangia are formed, in said sporangia asexual spores (sporangiospores) are stored.

In the sexual life cycle, the hyphae of two sexual types recognize each other to fuse and form zygosporos, which are produced by meiosis. These zygosporos later send a hyphae to produce a sporangium that contains meiospores at the apex.

KEY WORDS: *Hibiscus sabdariffa*, *Mucor circinelloides*, solvents, calice, active principles.

3. INTRODUCCIÓN

A través del presente trabajo de investigación sobre *Hibiscus sabdariffa* (flor de Jamaica), podemos mencionar que México es un productor importante a nivel internacional, el estado de Michoacán ocupa un tercer lugar en producción, siendo el municipio de la Huacana el principal productor de este producto.

La forma de cultivarlo es de tipo biocultivo, y de temporada, donde la planta de la Jamaica no es exigente, facilitando su producción y aspectos socioeconómicos. *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), tiene muchas propiedades de tipo nutrimental, gastronómica, farmacéutica e industrial. Sin embargo, en México únicamente se utiliza en la gastronomía, en la elaboración de bebidas como es el “agua de jamaica”.

Para llevarse a cabo este trabajo se utilizó el extracto del cáliz de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), en solventes de metanol, etanol y propanol, y se probó su propiedad inhibitoria en cepas de *Mucor circinelloides*, lo cual dio como resultado positivo, presentando halos de inhibición en medios de cultivo Agar bacteriológico (A.B.) y agar caldo soya tripticaseína (C.S.T).

Este resultado nos permite hacer la afirmación que en el cáliz se encuentran los componentes inhibitorios y no en la semilla, como se realizaron en investigaciones previas a este presente trabajo.

También nos permite proponer y seguir investigando en que cepas microbiológicas *Hibiscus sabdariffa* si es sensible o resistente, en el cual podamos determinar la capacidad antimicrobiana de *H. sabdariffa*.

Por otro lado, estos estudios son importantes porque se puede partir para la elaboración de productos farmacológicos de origen natural o con este proyecto de investigación utilizando el cáliz de la flor de Jamaica se pretende dar a conocer las grandes propiedades y beneficios que brinda a la salud humana, asimismo se propone realizar un fungicida natural a partir de los componentes de la Flor de Jamaica. Asimismo, se pretende fomentar el interés hacia la investigación de *Hibiscus sabdariffa*.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general: Probar la capacidad inhibitoria de *Hibiscus sabdariffa* (flor de Jamaica) en cepas de *Mucor circinelloides*.

4.2 Objetivo específico:

1. Realizar extractos de *Hibiscus sabdariffa* (flor de Jamaica), en metanol, etanol y propanol.
2. Probar la capacidad inhibitoria de los extractos de *Hibiscus sabdariffa* en cepas de *Mucor circinelloides*.

5. HIPÓTESIS

Se ha encontrado en el cáliz de *Hibiscus sabdariffa* componente 3-O-sambubiósido de cianidina y 3-O-sambubioside de delphinidina que le da la propiedad inhibitoria en cepas microbianas, como se menciona en la literatura.

En el presente trabajo de investigación se realiza con cepas *Mucor circinelloides* con extractos de *Hibiscus sabdariffa* en solventes como metanol, etanol y propanol; donde se pretende obtener resultados.

6. JUSTIFICACIÓN

Con este proyecto de investigación utilizando el cáliz de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdafffa*) se pretende dar a conocer las grandes propiedades y beneficios que brinda a la salud humana, en este caso se pretende obtener una respuesta positiva a la inhibición en cepas de *Mucor circinelloides* con soluciones alcohólicas.

Con este trabajo se pretende fomentar la investigación de las propiedades de la Flor de Jamaica, como es la capacidad antimicrobiana y poder continuar con la propuesta de realizar productos farmacológicos y fungicidas de componentes naturales y sustentables que permitan el cuidado de la salud humana y del ecosistema.

Promover el cultivo de la Flor de Jamaica para beneficiar la agroindustria, la economía y a la sociedad del estado de Michoacán.

7. ANTECEDENTES

7.1 Generalidades de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*)

Hibiscus sabdariffa es una planta anual, erecta, arbustiva, y herbácea que alcanza hasta 2.4 m de altura, mientras que el tallo es globular, sus hojas son ovaladas y sus flores en racimos terminales, sus pétalos son blancos con un centro rojizo en la base de la columna, por lo general consiste en un cáliz con cinco sépalos de color rojo de gran tamaño.

Su cáliz crece hasta la madurez y el fruto es carnoso y rojizo brillante (Gomes Maganha, et al. 2010).

Es una planta tropical nativa de la India y Malasia, aunque crece ampliamente en los trópicos y subtrópicos de ambos hemisferios, y se ha naturalizado en muchas zonas de América. En México es comúnmente llamada “flor de Jamaica” o “Jamaica”.

En la tradición popular de este país, los cálices se secan al sol para la elaboración de bebidas artesanales altamente apreciadas por su sensación de frescura y tratamiento contra la obesidad (Aquino y León, 2005).

8. DESARROLLO

8.1 HISTORIA

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

Su origen se ubica en los países tropicales de Asia, particularmente India y Malasia, de donde se dispersó hacia algunos países africanos con climas tropicales y subtropicales, así como al Centro y Sudamérica por la isla de Jamaica, de allí su nombre (L.A. Galicia-Flores, 2007).

En México fue introducida por los españoles durante la colonización. Los principales países productores de Jamaica son China, India y Sudán (L.A. Galicia-Flores, 2007).

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

En un principio, esta planta se cultivó 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, pero resultan fáciles de encontrar en los mercados de Francia, entre la comunidad senegalesa como flores o jarabe.

Las hojas verdes se usan como una especie de espinacas especiadas que los senegaleses añaden a veces al arroz y al plato nacional de su país, el tiéboudienne, de arroz con pescado (S.a.) Origen de la flor de Jamaica, (2009).

A la rosa de flor de Jamaica se le atribuyen propiedades diuréticas, para aliviar la hipertensión arterial, como antiparasitaria y ligeramente laxante. En México es muy popular tomar el té frío, como acompañante de la comida y se conoce como agua de Jamaica (s.a) Origen de la flor de Jamaica, (2009).

9. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.



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

1.- La Huacana, ocupa el primer lugar productor de Jamaica en el estado, se localiza al sur del estado. Limita al norte con Nuevo Urecho y Ario de Rosales, al este con Turicato, al sur con Churumuco y Arteaga, al oeste con Múgica y Apatzingán. (H. Ayuntamiento de La Huacana, 2015).

2.- Churumuco, Representa el 1.90 por ciento de la superficie del estado, hasta el 2010 conta

ba con una población de 14,366 habitantes, es el segundo lugar productor de Jamaica en el estado (INEGI, censo de población y vivienda, 2010).

3.- Aguila, Es la cabecera municipal, su principal actividad es la ganadería. La agricultura se practica en menor escala, produciéndose maíz, frijol y ajonjolí. Se encuentra ubicada a 430 km. de la capital del estado (Romero Flores, Jesús, 1975).

4.-Tumbiscatío, Se encuentra al suroeste del estado de Michoacán, su territorio total se extiende a 2,069.48 kilómetros cuadrados, y se localiza a una altura promedio de 900 metros sobre el nivel del mar, es el cuarto productor de Jamaica (Municipio.mx, 2017).

5.- Múgica, Representa un 0.64 por ciento del total del estado. Su relieve lo constituyen la depresión del Balsas, los cerros de Nueva Italia, Mirador, Mesas y Blanco. El clima es seco estepario con lluvias en verano y tropical en algunas partes. Lo que lo hace el quinto municipio productor de Jamaica (H. Ayuntamiento de Múgica, 2015).

6.-Turicato, Se encuentra situado a una altura promedio de 720 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una población de 31,887 habitantes, es el sexto municipio productor de la Jamaica (Municipio.mx, 2017).

7.- Tzitzio, Limita al norte con Charo e Indaparapeo, al este con Hidalgo, Jungapeo y Tuzantla, al sur con Tiquicheo, y al oeste con Madero y Morelia (H. Ayuntamiento de Tzitzio, 2015).

10. TAXONOMIA

Hibiscus sabdariffa

(Ortega, C. S & Guerrero B. J. 2012).

- ❖ **Reino:** Plantae
 - **Sub-reino:** Tracheobionta
 - **División:** Anthophyta
 - **Clase:** Magnoliopsida
 - ♦ **Orden:** Malvales
 - **Familia:** Malváceas
 - **Género:** *Hibiscus*
 - **Especie:** *sabdariffa*.



Figura 2. Flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa)
(S.A.,2007)

11. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Hibiscus sabdariffa

Es una planta anual, herbácea, familia de las Malváceas, que generalmente alcanza de 1 a 2 metros de altura. La rosa de Jamaica tiene los tallos, peciolo de las hojas y cálices de un color rojo oscuro o claro, con tendencia a morado o lila y las variedades que generalmente son productoras de fibra tienen una coloración verde o amarillenta (Urbina Torres, F. 2009).

En la mayoría de variedades las hojas son verdes con nervaduras rojas, siendo las inferiores enteras y lanceoladas y las superiores palmeadas. El peciolo es largo y termina en un engrosamiento en la base de la hoja. (Urbina Torres, F. 2009).

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

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

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

Las hojas son de color verde por arriba y verde-amarillo por abajo; son alternas, palmadas, lisas, con peciolo largo y erguido, llevando una glándula pequeña en el nacimiento de las nervaduras dorsal provisto de estipulas filiformes.

Están compuestas de tres a cuatro lóbulos oval-lanceoladas, siendo el centro más largo. Las hojas situadas en la parte superior del tallo son simples, son muy flexibles, dentadas con las nervaduras principalmente de carmín y su sabor es ácido ligeramente astringente.

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

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

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

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



Figura 3. Planta de Hibiscus sabdariffa

12. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PLANTA

- **Estado físico:** sólido
- **Color:** rojo
- **Olor:** característico
- **Sabor:** ácido
- **Humedad:** 14 a 16%
- **pH:** 2.4 a 2.65



Figura 4. Flor de Jamaica (H. sabdariffa) (S.A.,2018)

12.1 COMPONENTES QUÍMICOS DE *Hibiscus sabdariffa*

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

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

- En Polifenoles, como, flavonoides (quercetina, miricetina, hibiscetina, y 3-O-glucosil-gosipetina). (Cancela, M. P., 2011).
- Ácidos fenoles (ácidos protocatéquico, o-coumárico, p-cumárico y ferúlico). Polisacáridos mucilaginosos.
- Otros componentes son trazas de aceite esencial (eugenol) y fitosteroles. (Cañigueral, S., 2003).

12.2 ESTRUCTURAS QUÍMICAS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*)

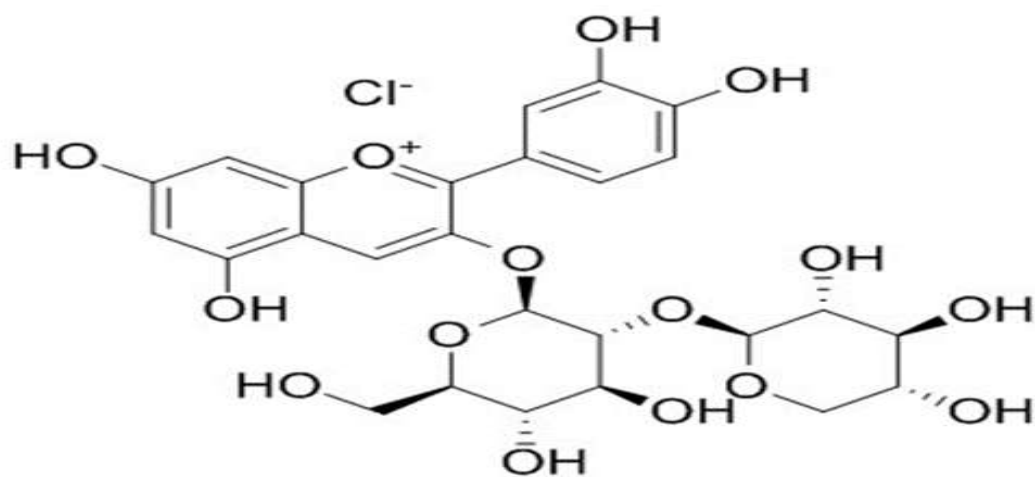


Figura 5. 3-O-sambubiósido de cianidina. (S.A., 2018)

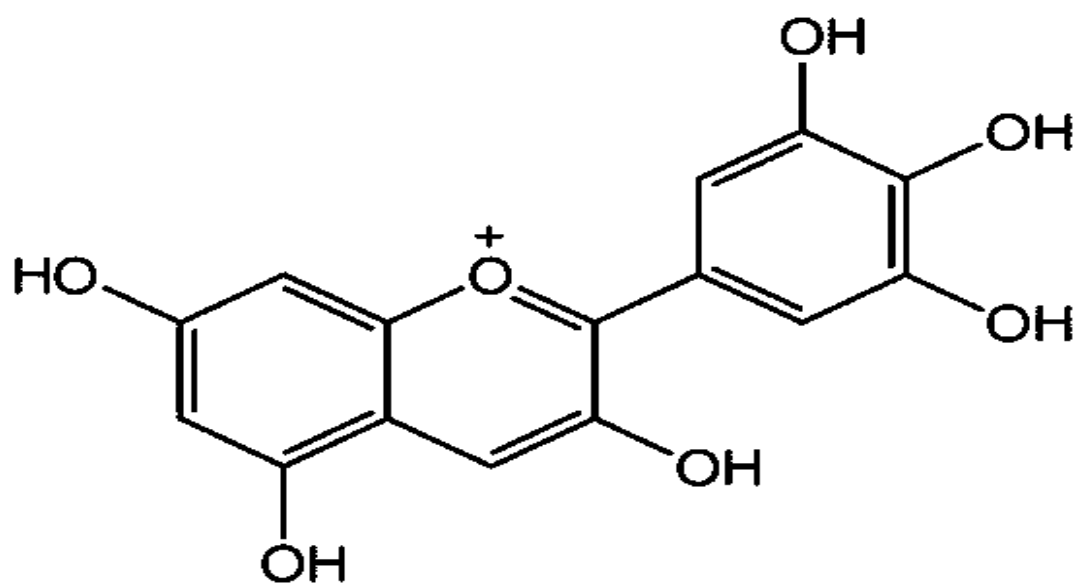


Figura 6. 3-O-sambiósido de delfinidina. (S.A., 2018).

13. PROPIEDADES FARMACOLÓGICAS

- Es un ansiolítico natural
- Regula la circulación (por su alto contenido de flavonoides)
- Ayuda a bajar de peso
- Regula el tránsito intestinal
- Alto contenido en vitamina C
- Mejora la fragilidad capilar
- Regula la glucosa en diabetes tipo II (el té de Jamaica es popularmente conocido como reductor de azúcar en la sangre, se ha descubierto que actúa solo en pacientes con diabetes tipo II, probablemente porque mejora la función renal frecuentemente afectada en diabéticos.
- Mejora la función hepática
- Antidepresivo y ansiolítico natural
- Ayuda a prevenir el cáncer
- Previene la ceguera nocturna.

Castañera, R. Cáceres, A. (2014).

14. USOS Y APLICACIONES DE LA FLOR DE JAMAICA (*H. sabdariffa*)

La flor de Jamaica se puede utilizar como:

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

Ventajas que ofrece el cultivo de flor de Jamaica:

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



figura 7. Flor de Jamaica
(S.A.,2016).



figura 8. El té flor de Jamaica (L.
Luciano., 2018)

15. SOLVENTES

15.1 ETANOL: Compuesto químico conocido como alcohol etílico, es un alcohol que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro e inflamable.



Figura 9. Molécula y estructura química del etanol.

Formula: CH₃CH₂OH.

Peso Molecular: 46.07 g/mol.

Generalidades:

El etanol es un líquido incoloro, volátil, con un olor característico y sabor picante.

También se conoce como alcohol etílico. Sus vapores son más pesados que el aire.

Se obtiene, principalmente, al tratar etileno con ácido sulfúrico concentrado y posterior hidrólisis.

Propiedades físicas y termodinámicas:

Punto de ebullición: 78.3 °C.

Punto de fusión: -130 °C.

Densidad: 0.7893 a 20 °C.

Densidad de vapor: 1.59 g /ml.

Solubilidad: Miscible con agua en todas proporciones, éter, metanol, cloroformo y acetona.

15.2 METANOL: El metanol es un compuesto orgánico perteneciente a la familia de los alcoholes. Antiguamente conocido como alcohol de madera.

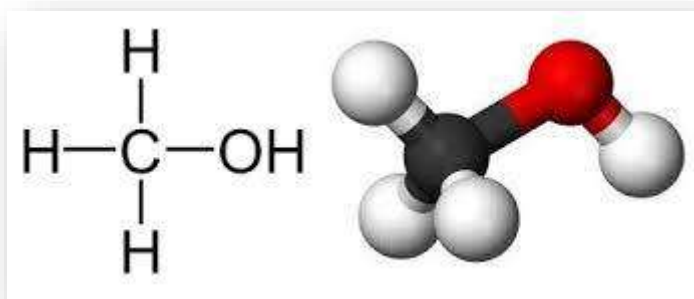


Figura 10. Molécula y estructura química del metanol

Formula: CH₃-OH

Peso molecular: 32.04 g/mol

Generalidades:

Es un líquido incoloro, venenoso, con olor a etanol y cuando está puro puede tener un olor repulsivo.

Arde con flama no luminosa. Es utilizado industrialmente como disolvente y como materia prima en la obtención de formaldehído, metil-ter-butil éter, ésteres metílicos de ácidos orgánicos e inorgánicos.

Propiedades físicas y termodinámicas:

Densidad (g/ml): 0.81 g/ml (0/4 °C), 0.7960 (15/4 °C), 0.7915 (20/4 °C), 0.7866 (25/4 °C)

Punto de fusión: -97.8 °C

Punto de ebullición (°C): 64.7 (760 mm de Hg)

15.3 PROPANOL:

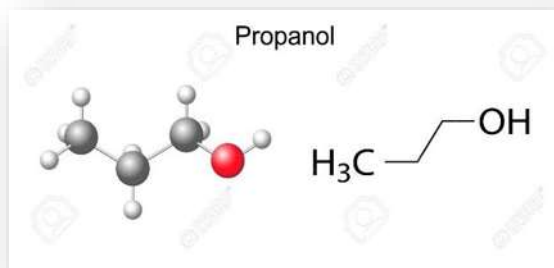


Figura 11. Molécula y estructura química del propanol.

Formula: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

Peso molecular: 60,10 g/mol.

Aspecto: Líquido

Color: Incoloro

Olor: característico

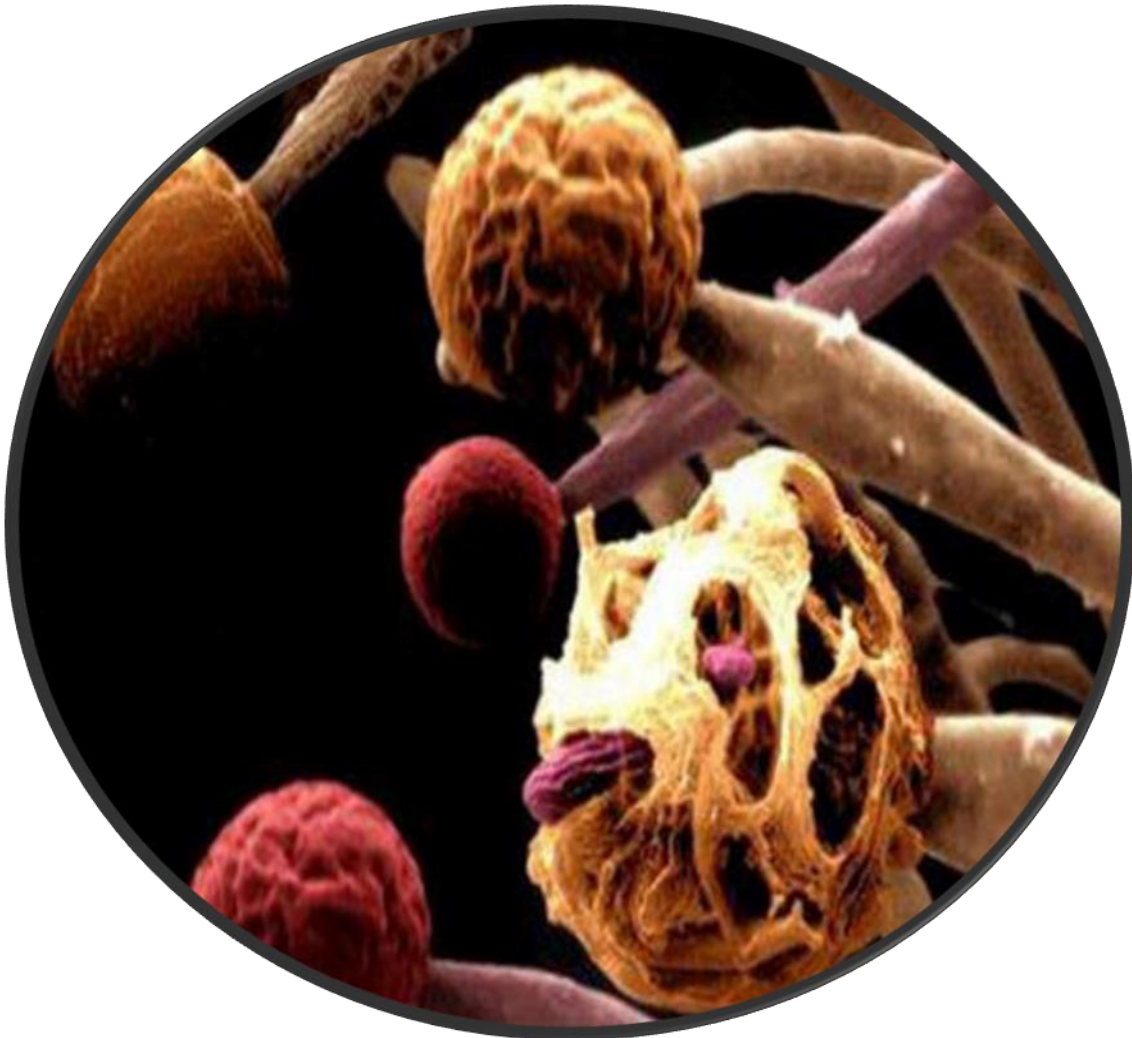
Sabor: No disponible

Punto de fusión: <129° C

Punto de ebullición: 97 - 98° C

Solubilidad: Soluble en agua.

16. *Mucor circinelloides*



17. MICOLOGÍA:

Rama de la biología que estudia los hongos, organismos mayormente multicelulares, heterotróficos, que pertenecen al reino fungí, de los que se conocen más de 100.000.



Figura 12. Micología (S.A.,2018)

18. TAXONOMÍA

Mucor circinelloides

- ❖ **Reino:** fungí
 - **División:** Zygomycota
 - **Clase:** zygomycetes
 - **Orden:** Mucorales
 - ♦ **Familia:** Mucoraceae
 - **Género:** *Mucor*
 - **Especie:** *circinelloides*.

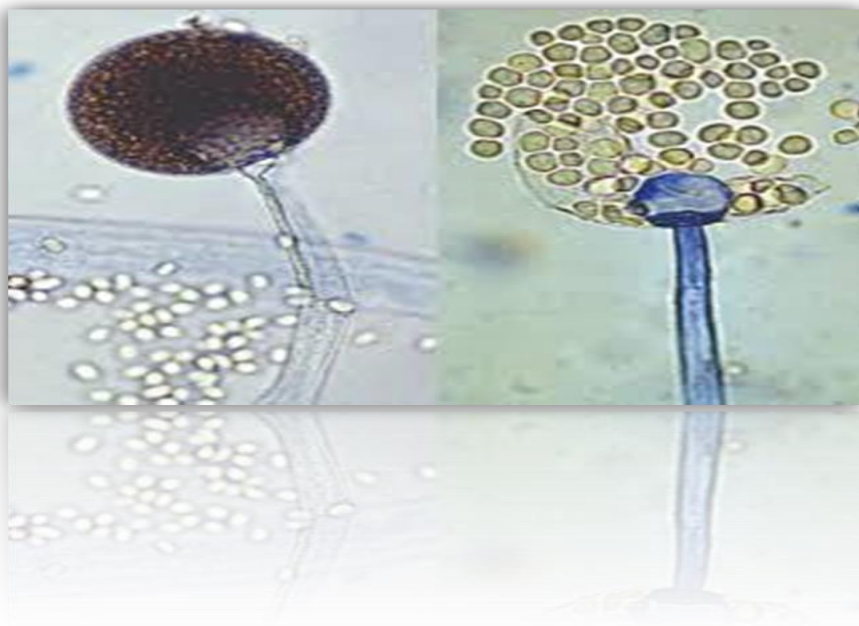


Figura 13. Zygomycetes de *Mucor* (Walther et al., 2012)

19. GÉNERO MUCOR

El género *Mucor* pertenece a la familia Mucoraceae, del orden de los Mucorales, además de encontrarse en el phylum zygomycota donde ha sido considerado como un linaje basal (inicial) del reino fungí, debido a la carencia de estructuras fructíferas complejas y la mayoría de sus representantes tiene hifas cenocíticas (no septadas) durante todo su ciclo de vida (White y col., 2006).

Aunque se ha propuesto eliminar Zygomycota y ser distribuidos en un subphylum Mucormycotica, entre el phylum Glomeromycota y 4 subphylum mas (Kwon-chung, 2012). Esto debido a que se ha demostrado que los subphylum Mucormycotina y Entomophthomycotina que formaban parte del phylum zygomycotasson polifileticos, mientras que Mucormycotina y Entomophthomycotina son claramente separados en dos clados. Kwon-chung propone de acuerdo a diversos estudios filogenéticos una nueva clasificación taxonómica de zygomycota, sin embargo, aún no está completamente aceptada esta clasificación (kwon-chung, 2012).

La mayoría de las especies del phylum Zygomycota, son saprofitos, aunque algunas especies son patógenos facultativos en plantas, animales (incluyendo los seres humanos) o incluso en otros hongos (White y col., 2006).

El phylum zygomycota está dividido en dos clases: Zygomycetes y trichomycetes; y a su vez existen nuevos ordenes en este phylum: Asellariales, Dimargariales, Endogonales, Entomophtorales, Apérales, kickxellales, Mortieralles, Mucorales y Zoopagales (White y col., 2006).

Anteriormente, el termino zygomycetes fue nombrado en función de las esporas sexuales, que son producidas, denominadas zigosporas, las cuales tienen dos tipos de sexos, generando hifas compatibles que al juntarse forman un cigoto (Ni y col., 2011). Asimismo, las zigosporas tienen un periodo de latencia (meses a años) antes de germinar para producir meiosporas.

Las zigosporas en un medio solido germinan para formar hifas aéreas con un esporangio en el ápice que es morfológicamente similar a los esporangios asexuales, donde se albergan las meiosporas, las cuales son las esporas haploides producidas en la meiosis.

Las meiosporas o esporas, tienen capacidad de resistencia que les permite sobrevivir en condiciones adversas, como ciclos de luz u oscuridad, altas temperaturas, o incluso condiciones de escasez de nutrientes (Lee y Heitman, 2014).

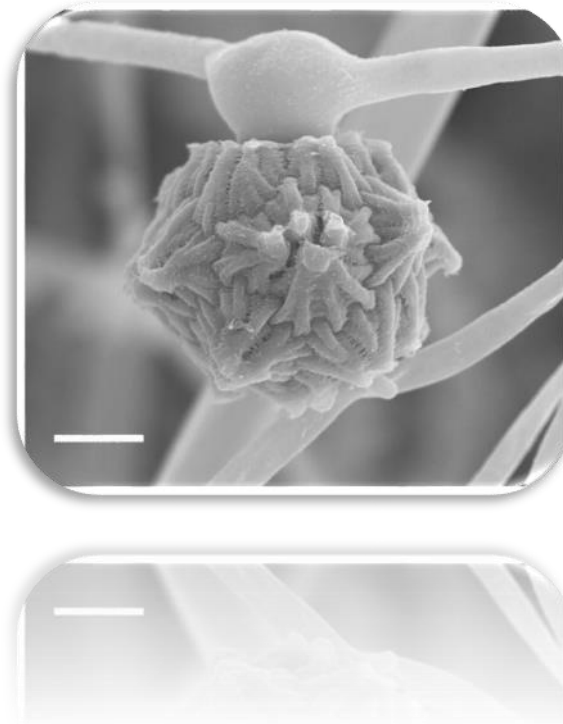


Figura 14. Microscopia eléctrica de barrido de una zigospora de *Mucor circinelloides*. Esta zigospora fue formada cuando se co-inocularon en YPD dos cepas con diferentes sexos, NRRL 3631(+) y CBS 277.49(-), por 2 semanas en oscuridad, barra de escala = μm . (tomada de Lee y Heitman, 2014)

Asimismo, algunas especies del género *Mucor* llevan a cabo un proceso diferenciativo conocido como dimorfismo, en el cual, dependiendo de las condiciones ambientales y nutricionales, las esporas germinan para producir células esféricas gemantes (fase de levadura) o hifas alargadas que se ramifican (Bartinicki-Garcia y Nickerson, 1962b; Orlowski, 1991).

La presencia de hexosas y la atmósfera de cultivo son los principales factores nutricionales y ambientales que afectan el dimorfismo de *Mucor*. En general, la incubación en condiciones anaeróbicas en presencia de hexosas fermentables causa un crecimiento levaduriforme, mientras que la presencia de oxígeno provoca el desarrollo de micelio, tanto en fuentes de carbono fermentables, como no fermentables.

En una atmósfera de N₂, la morfología levaduriforme es influenciada por la concentración de glucosa; es decir, a baja concentración de glucosa el hongo crece en forma micelial mientras que en alta concentración de glucosa lo hace como levadura (Bartinicki-Garcia y Nickerson, 1964a). también existen factores que favorecen el crecimiento levaduriforme aun en presencia de oxígeno, como en la presencia en el medio de cultivo de 3'-5' adenosina monofosfato cíclico (AMPC), alcohol fenilico y algunos aminoácidos siempre y cuando una hexosa fermentable está presente (Orlowski, M. 1991).

19.1 *Mucor circinelloides*.

El hongo *M. circinelloides* es un mayoral dimòrfico que crece como levadura en condiciones anaeróbicas y como hongo filamentoso en condiciones aeróbicas (Lübbehüsen y col., 2003).

Es un patógeno oportunista en pacientes inmunodeprimidos (Brown, 2005; Chayakulkeeree y col., 2006). Y se le ha asociado también a la contaminación de frutos como el noni (Nishijima y col., 2011). Además, recientemente se le considera como una posible fuente de ácidos grasos para la obtención de fuentes de energía renovables como el biodiesel (Xia y col., 2011).

Su metabolismo fermentativo ha sido investigado para la producción de etanol, evaluando el rendimiento de esta producción modificando condiciones de crecimiento (Wikandari y col., 2012).

Además *M. circinelloides* ha sido estudiado como huésped heterólogo para la producción de enzimas de interés industrial, se ha estudiado el efecto del dimorfismo en el proceso de producción y actividad enzimática, como es el caso de la glucosa oxidasa. Por ejemplo, se ha reportado mayor producción de glucosa oxidasa durante la morfología levaduriforme, este concepto de la manipulación de la morfología de *M. circinelloides* podría tener implicaciones en aspectos biotecnológicos (Bredenkamp y col., 2010).

Además, es un hongo heterotático que se propaga a través de ciclos de vida sexual y asexual. En el ciclo de vida sexual, las esporas (esporangiosporas) en condiciones aeróbicas germinan sobre un sustrato sólido, crecen en forma de hifas, formando micelio, que, a su vez, generan hifas aéreas en cuyos ápices se forman los esporangios, en dichos esporangios se almacenan las esporas asexuales (esporangiosporas).

En el ciclo de vida asexual, las hifas de dos tipos sexuales se reconocen mutuamente para fusionarse y formar zigosporas, las cuales se producen por meiosis. Estas zigosporas más tarde, envían una hifa para producir un esporangio que contiene meiosporas en el ápice.

El desarrollo sexual está mediado por la feromona, denominada ácido trispórico, que es un compuesto C-18 terpenoide que se activa a través de la síntesis del β -caroteno, y como consecuencia, el ácido trispórico fomenta la comunicación y la diferenciación sexual entre los zygomycetes (Heitman y col., 2007; Wetzel y col., 2012).

Adicionalmente, *M. circinelloides* presenta otros eventos diferenciativos, como la síntesis de carotenos, inducida por la presencia de luz (Nicolás y col., 2008), donde se generan colonias con tonalidad amarillenta, sin embargo, las colonias crecidas en obscuridad son albinas. Además, el desarrollo de las estructuras reproductivas y la esporulación, se ven también acelerados por la presencia de luz

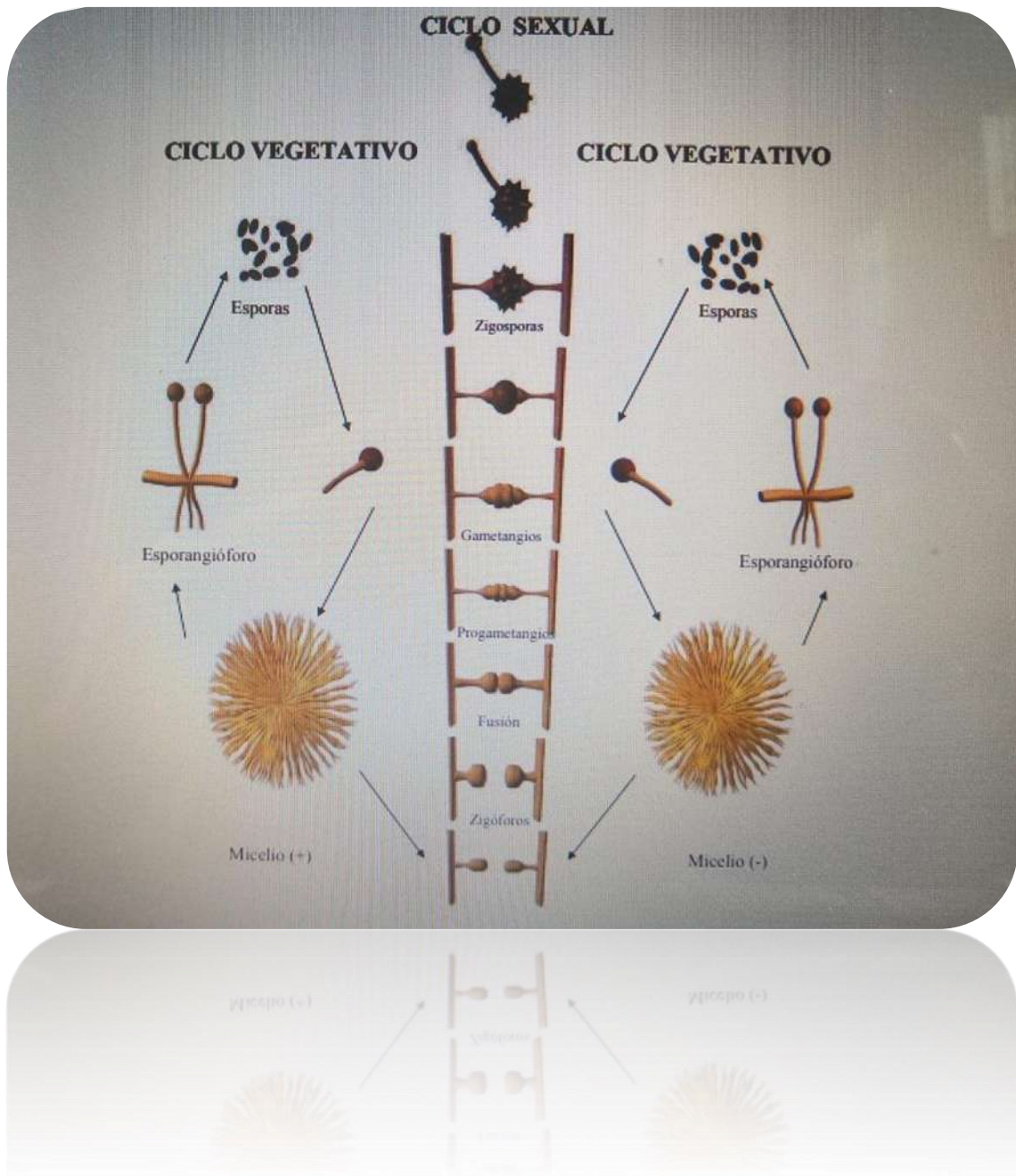


Figura 15. Ciclo de vida de *Mucor circinelloides*. (D. López G. S. et al., 2015)

20. TÉCNICA

Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*)

Desmembramos la flor de Jamaica para obtener el cáliz, para posteriormente triturar el cáliz en mortero hasta pulverizar.



Figura 16. Cáliz triturado en mortero (Origel N. D.M et al.,2019).

Dejamos secar en estufa a una temperatura de 30°C durante una semana.



Figura 17. Estufa.

Después de la semana se pesaron 3 gramos de la flor seca y pulverizada y se agregaron a matraces Erlenmeyer cada uno con 110ml de solventes etanol, metanol y propanol dejando reposar para extraer el extracto de *Hibiscus sabdariffa*.



Figura 18. Solventes con *Hibiscus sabdariffa* (Origel N. D.M et al., 2019).

Se prepararon medios de cultivo utilizando agar bacteriológico (A.G.) y agar caldo soya de tripticaseina (CST).

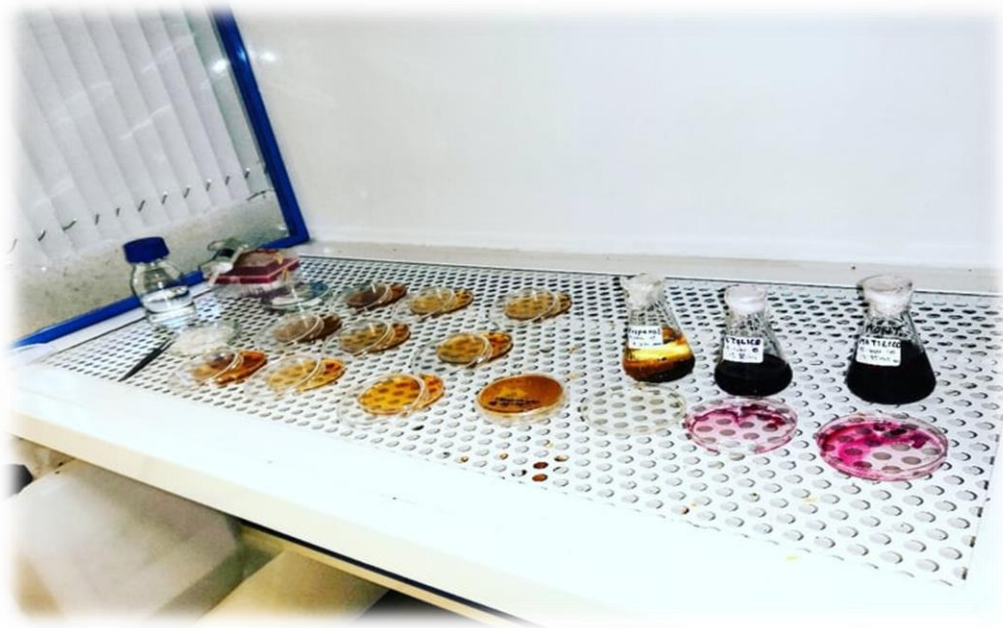


Figura 19. Medios de cultivo A.G. Y CST. (Origel N D.M et al., 2019).

Se sembró el hongo *Mucor circinelloides* en los medios de cultivo con estría masiva, colocando inmediatamente los unidiscos impregnados con los solventes separados cada uno con metanol, etanol y propanol.

Posteriormente se dejaron en la estufa por 24 horas.



Figura 20. Hongo *Mucor circinelloides* (Origel N. D.M et al., 2019).

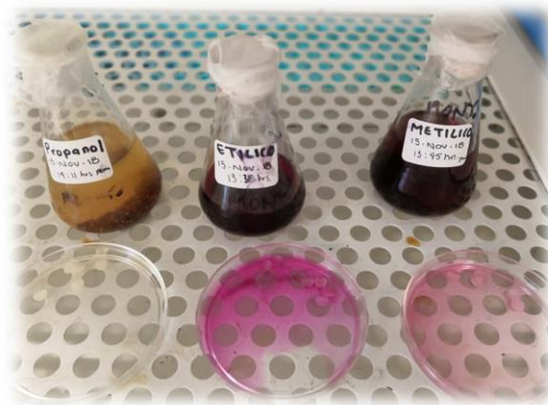


Figura 21. Unidiscos impregnados de los solventes alcohólicos (Origel N. D.M et al., 2019).

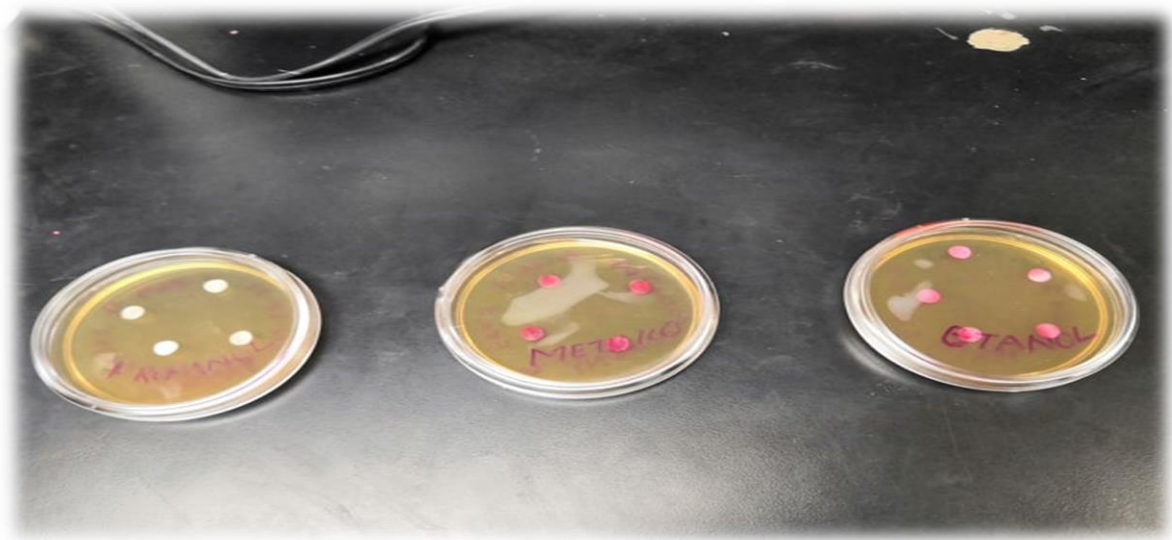


Figura 22. Cepas con *Mucor circinelloides* y los unidiscos con los solventes (Origel N. D.M et al., 2019).

20.1 MATERIALES

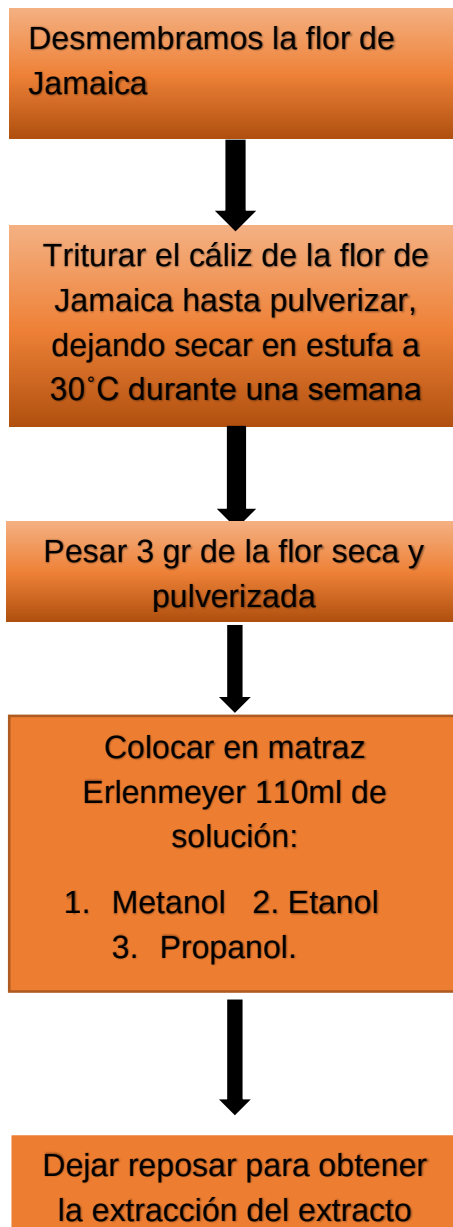
- Matraz Erlenmeyer 125ml
- Papel filtro
- Cajas Petri
- Tubos de ensaye
- Incubadora
- Estufa
- Autoclave
- Mortero
- Flor de Jamaica

20.2 REACTIVOS

- Etanol
- Metanol
- Propanol
- Agar caldo soya tripticaseina
- Agar bacteriológico

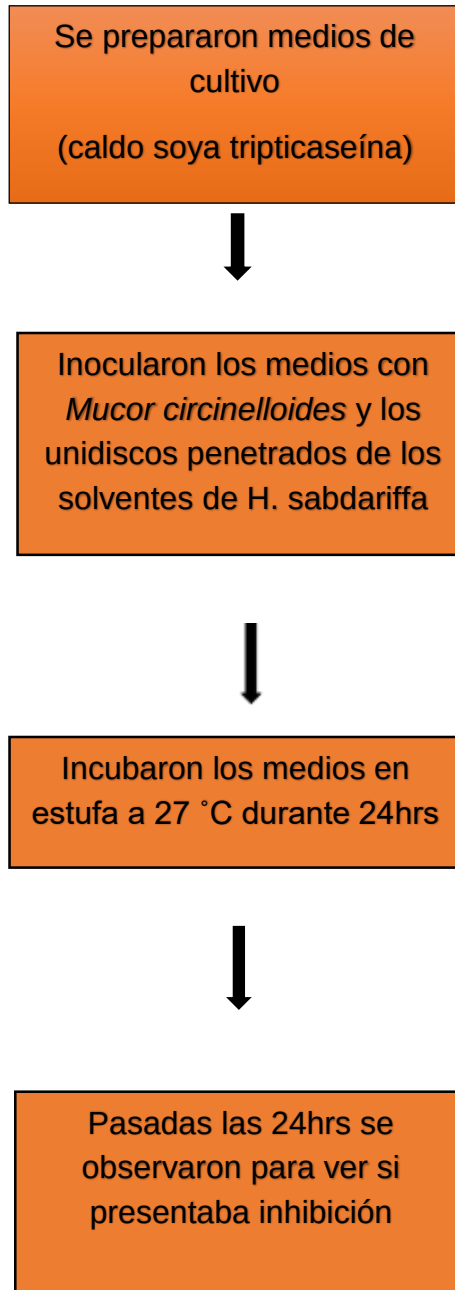
20.3 METODOLOGÍA

Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*)



21. DIAGRAMA DE BLOQUES

Experimento con *Mucor circinelloides*



22. OBSERVACIONES

En la preparación de los solventes se observó que el cáliz de la flor de Jamaica tiene mayor solubilidad en metanol posteriormente en etanol y siendo completamente insoluble en propanol observándose una coloración amarillenta cristalina.



Figura 23. Solubilidad de las soluciones alcohólicas con el cáliz de flor de Jamaica (*H. sabdariffa*) (Origel N. D.M et al.,2019)

A las 24hrs de la inoculación de las cepas de *Mucor circinelloides* impregnadas con los unidiscos cada uno con diferente solvente, se observó muy poca inhibición en los medios que contenían metanol y etanol ya que en el medio de propanol se observó una mayor inhibición.

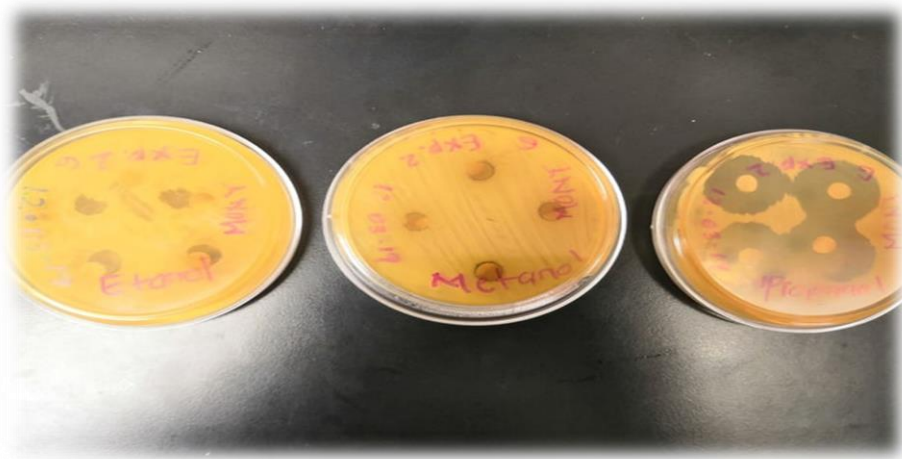


Figura 24. Cepas de *Mucor circinelloides* con inhibición (Origel N. D.M et al.,2019).

23. RESULTADOS

Se obtuvieron resultados positivos ya que en las primeras cepas se presentó inhibición a las 24 horas.

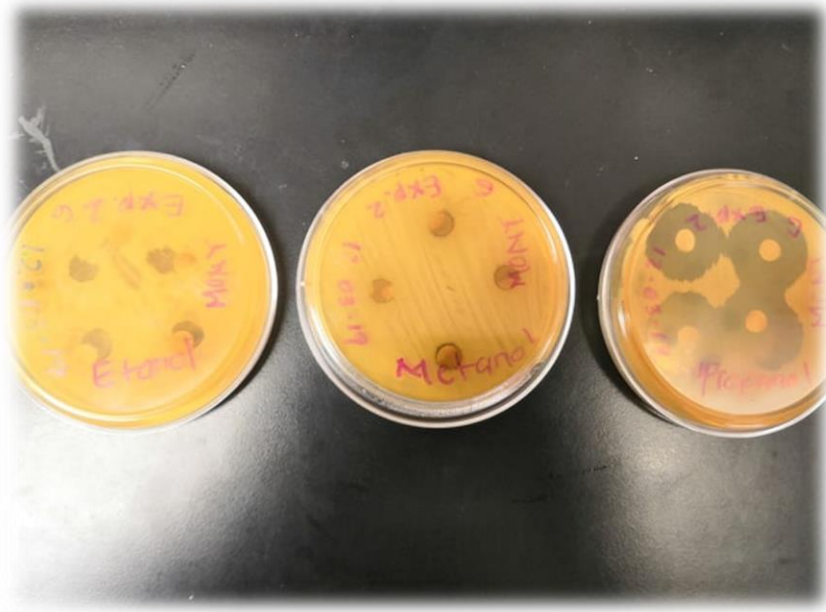


Figura 25. Cepas de *Mucor circinellides* mostrando inhibición con los solventes de *Hibiscus sabdariffa*. (Origel N. D.M et al., 2019).

Sensible: el microorganismo presenta una gran área de inhibición causada por solvente de propanol.



Figura 26. Cepa de *Mucor circinelloides* mostrando sensibilidad con el solvente de propanol. (Origel N. D.M et al., 2019)

Resistente: presenta muy poco o casi nada de halo de inhibición con el solvente de etanol.



Figura 27. Cepa de *Mucor circinelloides* mostrando inhibición intermedia con el solvente de etanol. (Origel N. D.M et al., 2019).

Intermedio: se presenta un halo de inhibición más reducido con el solvente de metanol.



Figura 28. Cepa de *Mucor circinelloides* mostrando resistencia al solvente de metanol. (Origel N. D.M et al., 2019).

Repitiendo el procedimiento para corroborar los resultados ya obtenidos, demostrando que el *Mucor circinelloides* es sensible al solvente de propanol.



Figura 29. Cepas de *Mucor circinelloides* comprobando la inhibición a los solventes de *Hibiscus sabdariffa* (flor de Jamaica). (Origel N. D.M et al., 2019)

Tabla 1. Resultados de inhibición de *Hibiscus sabdariffa* en *Mucor circinelloides*.

Cepa	Metanol	Etanol	Propanol
<i>Mucor circinelloides</i>	2 mm	-----	10 mm

Por lo tanto, el extracto de propanol de *Hibiscus sabdariffa* se presenta la mayor inhibición en cepa de *Mucor circinelloides*.

24. DISCUSIÓN

- El *Hibiscus sabdariffa*, se trabajó primero en semilla del cual se obtuvo aceite esencial, demostrando a través de experimentos con cepas microbiológicas (*Escherichia coli* y *Stafilococos aureus*), no se encontró la parte o el componente inhibidor.
- Por lo tanto, se llevó a cabo la investigación con el cáliz de *Hibiscus sabdariffa* dando como resultado la actividad inhibitoria y que cual puede servir para seguir investigando en que cepas microbianas se puede obtener inhibición.
- A partir de la literatura, se encontró que las moléculas inhibitorias son 3-O sambubiósido de cianidina y 3-O Sambióside de delfinidina.

25. CONCLUSIONES

A través del presente trabajo de investigación sobre *Hibiscus sabdariffa* (flor de Jamaica), podemos concluir que México es un productor importante a nivel internacional, el estado de Michoacán ocupa un tercer lugar en producción, siendo el municipio de la Huacana el principal productor de este producto.

La forma de cultivarlo es de tipo bicultivo, y de temporada, donde la planta de la Jamaica no es exigente, facilitando su producción. *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), tiene muchas propiedades de tipo nutrimental, gastronómica, farmacéutica e industrial.

En este proyecto de investigación se utilizó el extracto del cáliz de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), para probar su propiedad inhibitoria en cepas de *Mucor circinelloides*, lo cual dio como resultado positivo, presentando halos de inhibición en medios de cultivo Agar bacteriológico y agar caldo soya tripticaseína.

Este resultado nos permite hacer la afirmación que en el cáliz se encuentran los componentes inhibitorios y no en la semilla, como se realizaron en investigaciones previas a este presente trabajo.

También nos permite proponer seguir investigando en que cepas microbiológicas *Hibiscus sabdariffa*, es sensible o resistente, y en el cual podamos determinar la capacidad antimicrobiana de *H. sabdariffa*.

Por otro lado, estos estudios son importantes porque se puede partir para la elaboración de productos farmacológicos de origen natural o fungicidas en la agroindustria, lo cual nos permite mantener el cuidado de la salud humana y del ecosistema.

Asimismo, es importante continuar fomentando el interés hacia la investigación de *Hibiscus sabdariffa*, así como su cultivo para beneficio de la economía de la sociedad michoacana.

26. PERSPECTIVAS

Dentro de las perspectivas para este trabajo de investigación podemos mencionar lo siguiente:

- Seguir produciendo la cultura por el cultivo de Jamaica.
- Generar productos derivados a partir de la Jamaica.
- Promover el consumo de la Jamaica *H. sabdariffa*.
- Seguir investigando en que cepas microbianas presenta inhibición *H. sabdariffa*.

27. GLOSARIO

Antimicótico: Medicamento empleado para eliminar o suprimir el crecimiento de hongos.

Antiparasitario: Que reduce o combate los parásitos.

Asexual: Que se produce sin intervención de gametos masculinos y femeninos.

Bactericida: Que destruye las bacterias.

Bacteriostático: Agente que inhibe el desarrollo de las bacterias y se basa en los mecanismos de defensa del huésped para la erradicación final de la infección.

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

Cigoto: Célula que resulta de la unión de las células sexuales masculina y femenina y a partir de la cual se desarrolla el embrión de un ser vivo.

Diurético: Que aumenta la secreción y excreción de orina.

Esporangio: Órgano de las plantas que produce y contiene las esporas; puede ser unicelular o pluricelular.

Fungí: Es un término latino que puede traducirse como hongo.

Hermafrodita: Que reúne los dos sexos en el mismo individuo.

Heterotalico: Término referido a una especie constituida por individuos autoestériles (auto incompatibles), que para la reproducción sexual requieren la unión de gametos compatibles.

Heterótrofos: Todos los seres vivos que requieren de otros para alimentarse.

Hibiscus: Comúnmente hibiscos, es un género de unas 150 especies aceptadas, de las más de 1.000 descritas, de la familia Malvaceae, típicas de ambientes cálidos, en regiones tropicales y subtropicales.

Hifas: Filamento, ramificado o no, de tamaño microscópico, que reunido con otros filamentos forma el cuerpo vegetativo de los hongos, el micelio.

Inhibidor: Sustancia que detiene o evita una reacción química.

Levadura: Hongo unicelular que produce enzimas capaces de provocar la fermentación alcohólica de los hidratos de carbono.

Malvácea: Familia de plantas dicotiledóneas, herbáceas o leñosas, de tallo fibroso, hojas lobuladas o partidas, flores hermafroditas, con muchos estambres unidos formando un tubo que cubre el ovario, y fruto seco en cápsula o formado por numerosos aquenios.

Micelio: Aparato vegetativo de los hongos que le sirve para nutrirse y está constituido por hifas.

Microbicida: Que mata los microbios.

Sexual: Del sexo o la sexualidad, o relacionado con ellos.

Yute: Planta herbácea tropical de tallos leñosos poco ramificados, flores pequeñas, amarillas, aisladas o en parejas y fruto en forma de cápsula.

Zigospora: Parte sexual de un hongo.

28. REFERENCIAS

- Aquino, Y. D. y León, A. (2005). Flor de Jamaica orgánica de México. Recuperado: <http://vinculado.org/mercado/>.
- Barthicki-Garcia, S. & Nickerson, W. J. (1962). Isolation, composition, and structure of cell walls of filamentous and yeast-like forms of *Mucor rouxii*. *Biochimica et biophysica acta*, 58 (1),102-119.(a).
- Bredenkamp, A., Velankar, H. Van Zyl, W. & Görgens, J. F. (2010). Effect of dimorphic regulation on heterologous glucose oxidase production by *Mucor circinelloides*. *Yeast*, 27 (10), 849-860.
- Brown, J. (2005). Zygomycosis: An emerging fungal infection. *American Journal of Health-system pharmacy*, 62 (24).
- Chayakulkeeree, M. Ghannoum, M. A. & Perfect, J. R. (2006). Zygomycosis: the reemerging fungal infection. *European Journal of clinical Microbiology and infectious Diseases*, 25 (4),215-229.
- Gomes, Maganha, E., Da Costa Halmenschlager, R., Moreira, Rosa, R., Pegas, Henríquez, J. A., Lía de Paula, Ramos, A.L., Saffi, J. (2010). *Pharmacological evidencer for the extracts and secondary metabolites from plants of the genus Hibiscus. Food chemistry* 118.
- Heitman, J., Kronstad, J. W., Taylor, J. W. & Casselton, L. A. (2007). *Sex in fungi: molecular determination and evolutionary implications*. ASM press.
- Kwon-Chung, K. J. (2012). Taxonomy of fungi causing mucormycosis and entomophthoromycosis (zygomycosis) and nomenclature of the disease: molecular mycologic perspectives. *Clinical infectious diseases*, 54 (suppl 1), 58-515.
- Leberder, A. (s.f.) Fórmula química, estructura del propanol molécula de n-propanol, ilustración 2d y 3d. 123RF. Recuperado de: https://es.123rf.com/photo_30568515_fórmula-quimica-estructura-de-propanol-molécula-de-n-propanol-ilustracion-2d-y-3d-aislado-en-fondo-blanco.html

- Lee, S. C. & Heitman, J. (2014). Sex in the Mucoralean fungi. *Mycoses*, 57(53),18-24.
- Lübbehüsen, T. L., Nielsen, J. & McIntyre, M. (2003). Characterization of the *Mucor circinelloides* life cycle by on-line image analysis. *Journal of applied microbiology*, 95(5),1152-1160.
- Nishijima, K. A., Wall, M. M., Chang, L. C., Wei, Y. & Wong, D. K. W. (2011). First report of association of *Mucor circinelloides* an noni (*Morinda citrifolia*) in Hawaii. *Plant Disease*, 95(3), 360-360.
- O. Rodríguez. (2011). Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) consultado de:
- Orlowski, M. (1991). *Mucor* dimorphism. *Microbiological reviews*, 558(2),234-258.
- Román, C. B. y Ortiz, A. R. (2017). Uso de *Lippia graveolens* (Kunt) como inhibidor en películas activas en los frutos del género *Rubus spp.* Producidos en Michoacán, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- S.A. (2016). Flor de Jamaica. Recuperado de: <https://comerciologia.es/es/supermercado/8653-flor-de-jamaica-100-gr-prisma.html>.
- S.A. (2018). Sabes exactamente que es la micología. Recuperado de: <https://www.recursoseautoayuda.com/micologia/>
- S.A. n-propanol. Recuperado de: <https://www.dyeq.co/fichas/alcohol-n-propanol/>
- S.A. Metanol. Recuperado de: <https://acidoclorhidrico.org/metanol/>
- UNAM. (2016). Hoja de seguridad XII etanol. Recuperado de: <https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2016/12/12etanol.pdf>

- UNAM. (2016) Hoja de seguridad IX metanol. Recuperado de: https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2016/12/9_metanol.pdf
- Urbina, Torres, F. (2009). Cultivo de flor de Jamaica. *Chemonics internacional*, inc., 8.
- Víctor. (s.f). El etanol (alcohol) molécula, la estructura química. Tres representaciones 2D. Recuperado de: https://es.123rf.com/photo-18409183_el-etanol-alcohol-molecula-la-estructura-quimica-tres-representaciones-2d-formula-del-esqueleto-modelo-3d-I.html.
- Walther, et al. (2012). Mucor. Universidad de Adelaide. Recuperado de: <https://mycplogy.adelaide.edu.au/descriptions/zygomycetes/mucor/>.
- White, M. M., James, T. Y., O'Donnell, K. Cafaro M. J., Tanabe, Y., & Sugiyama, J. (2006). Phylogeny of the Zygomycota base don nuclear ribosomal sequence data. *Mycologia*, 98 (6), 872-884.
- Wikandari, R., Millati, R., Lennartsson, P. R., Harmayari, E. & Taherzadeh, M. J. (2012). Isolation and characterization of zygomycetes fungi from etanol production and biomass applications. *Applied biochemistry and biotechnology*, 167 (6), 1501-1512.
- Xia, C., Zhang, J., Zhang, W. & Hu, B. (2011). A new cultivation method for microbiol oil production: cell pelletization and lipidaccumulation by *Mucor circinelloides*. *Biotechnol Biofuels*, 4 (1), 15.

29. ANEXOS



SECRETARÍA GENERAL
Dirección de Control Escolar

Carta de Pasante



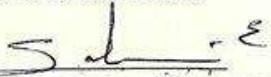
La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, de acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica de dicha Institución y en los reglamentos que rigen el ejercicio profesional, expide a:

DIANA MONICA ORIGEL NAVARRETE

El presente documento que la acredita como

Pasante de Química
Farmacobióloga

El Secretario de la Universidad



DR. SALVADOR GARCIA ESPINOSA

El Director de la Facultad



M.C. GABINO ESTEVEZ DELGADO

Folio: 503914



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

DIRECCIÓN DE SERVICIO SOCIAL

Con fundamento en el Artículo 31 de la Ley Orgánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se expide la presente

**CONSTANCIA
DE SERVICIO SOCIAL**

A la C. ORIGEL NAVARRETE DIANA MONICA, pasante de la carrera de LICENCIATURA COMO QUÍMICO FARMACOBIOLOGO, con matrícula 1048232H, quien realizó su servicio social en MORELIA, MICHOCÁN, adscrita en el/la FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA, en el programa LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA IV, del día 15 DE SEPTIEMBRE DE 2017 al 15 DE MARZO DE 2018 con la asesoría de el/la C. MIREYA RAMOS RENDON.

Morelia, Mich., a 24 de Agosto de 2018

DIRECCIÓN DE
SERVICIO SOCIALM.C. y P AGUSTIN ANDAYA ESPINOSA
Director



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

Formato 4

REVISIÓN Y APROBACIÓN DE TESIS/TESINA

En la Ciudad de Morelia, Michoacán con fecha 24-06-19 los Profesores
revisores de la TESIS titulada:
CAPACIDAD INHIBITORIA DE *Hibiscus sabdariffa* (FLOR DE JAMAICA), EN CEPAS DE *Mucor*
circinelloides

Presentada por el estudiante:

ORIGEL
Apellido paterno

NAVARRETE
Apellido materno

DIANA MONICA
Nombre(s)

aspirante al título de Lic. en Químico Farmacobiología, nos permitimos informar a la Comisión de Tesis y Tesinas de la Facultad de Químico Farmacobiología, que la revisión, así como las observaciones y recomendaciones al documento final de tesis/tesina han sido realizadas, por lo que manifestamos **APROBAR LA TESIS/TESINA**, en virtud de que satisface las condiciones para proceder a su impresión.

Director de tesis

(Nombre y firma del Director de tesis/tesina)

Dra. Lucía Hatilde Novo

Comisión revisora

(Nombre y firma del revisor 1)

Raquel Santillán Galván

(Nombre y firma del revisor 3)

(Nombre y firma del revisor 2)

José César Herrera Hinojosa

(Nombre y firma del revisor 4)

(Nombre y firma del revisor 5)