

## **INDICE**

INTRODUCCIÓN.....	
MARCO TEÓRICO.....	
OBJETIVOS.....	
REACTIVOS E INSTRUMENTAL.....	
DESARROLLO.....	

## INTRODUCCIÓN

El uso de las plantas medicinales en México data de la época prehispánica, como bien lo documentó el médico e historiador Francisco Hernández, quien durante su estancia de seis años (1571-1577) como explorador científico en la Nueva España reportó más de 2 000 especies de plantas medicinales usadas por los nativos para curar diversas enfermedades.

La Península de Yucatán, situada en el sureste de México, se considera una provincia biótica. Aunada a la gran riqueza cultural que aún conserva, esta región cuenta con una flora que aunque no es altamente diversa, está compuesta por elementos de origen centroamericano, caribeño y del sur de México, los que aunados a los elementos endémicos dan como resultado una flora nativa muy peculiar.

Los mayas peninsulares conservan gran parte de sus costumbres y han conseguido preservar el conocimiento que por siglos han generado acerca del aprovechamiento de su entorno natural, en particular sobre el uso de las plantas medicinales. Este conocimiento se ha transmitido oralmente de generación en generación, aunque en la actualidad existe el riesgo de que estos conocimientos empíricos se pierdan, debido a los cambios sociales y económicos que están viviendo las comunidades mayas y al rápido deterioro de sus ecosistemas naturales.

En la búsqueda constante de soluciones para mantener la salud celular y prevenir enfermedades, la obtención y caracterización de extractos vegetales como antioxidantes se ha convertido en un campo de investigación crucial. Los antioxidantes son compuestos que desempeñan un papel fundamental en la protección de las células contra el estrés oxidativo, un fenómeno asociado a diversas enfermedades crónicas y al envejecimiento celular.

Los extractos vegetales, ricos en una amplia variedad de compuestos bioactivos, han emergido como fuentes prometedoras de antioxidantes naturales. Estos compuestos incluyen polifenoles, flavonoides, carotenoides y otras moléculas con propiedades antioxidantes bien documentadas. La obtención de estos extractos implica procesos de extracción, como la maceración, la destilación o la extracción con solventes, que permiten concentrar y preservar los compuestos beneficiosos presentes en las plantas.

La caracterización de estos extractos es esencial para entender la composición química y la actividad antioxidante específica de cada muestra. Las técnicas analíticas modernas, como la cromatografía y la espectroscopía, facilitan la identificación y cuantificación de los componentes bioactivos presentes en los extractos vegetales. Esta información es crucial para garantizar la calidad y consistencia de los extractos, así como para orientar su aplicación en diferentes contextos, como la medicina, la alimentación y la cosmética.

El estrés oxidativo, causado por un desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno y la capacidad antioxidante del organismo, está implicado en diversas enfermedades, como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas. Los antioxidantes provenientes de extractos vegetales pueden contrarrestar este estrés al neutralizar los radicales libres y reducir los daños celulares. Además, se ha observado que

estos compuestos pueden tener propiedades antiinflamatorias y contribuir a la regulación de procesos celulares clave.

La aplicación de extractos vegetales como antioxidantes no se limita solo a la salud humana. En la industria alimentaria, estos compuestos naturales pueden utilizarse como conservantes naturales, extendiendo la vida útil de los alimentos y reduciendo la necesidad de aditivos químicos. Asimismo, en la cosmética, los antioxidantes vegetales pueden incorporarse en productos para el cuidado de la piel, ofreciendo beneficios antioxidantes y antiaging.

## MARCO TEÓRICO

### *Chaya (Cnidoscolus acotifolius)*

Nativa de México, la chaya es un arbusto perenne, tolerante a la sequía, de rápido crecimiento, que suele alcanzar 3 m (10 pies) de altura. Como lo implica uno de sus nombres comunes (árbol espinaca), se cultiva por sus hojas de color verde oscuro, que produce en abundancia.



Actualmente y debido al alto costo de los fármacos convencionales aunado a los efectos adversos que provocan, las plantas medicinales constituyen un recurso valioso para complementar los

*Figura 1. Muestra de la*

*chaya*

tratamientos alopáticos y mejorar la calidad de vida. *Cnidoscolus chayamansa* conocida como “chaya”, es empleada como alimento en el sureste de México por su alto valor nutricional y como especie medicinal para tratar diabetes, reumatismo, trastornos gastrointestinales, así como diurético y antihipertensivo. Las hojas de *C. chayamansa* contiene proteínas, vitaminas, minerales, aminoácidos, ácidos grasos, flavonas y glucósidos cianogénicos. Sus principales actividades biológicas investigadas son antioxidante, hipoglucemiante, antiinflamatoria, hepatoprotectora, cardioprotectora, hipocolesterolemia y su DL50. [1]

### *Caimito (Chrysophyllum cainito)*

El caimito es el fruto de un árbol de gran tamaño originario de Centroamérica. Se consume directamente en su estado natural; tiene un sabor especial y muy agradable. Los frutos de segunda calidad se utilizan en la alimentación del ganado porcino. En otros países, al caimito se le conoce como manzana de estrella, manzana de leche y leche de pecho. El árbol del caimito es generalmente recto y su altura puede ser desde 15 hasta cuarenta metros. Su diámetro es de cuarenta centímetros. En cultivos, el árbol es de porte mediano, entre cuatro y 12 metros de altura. Tiene una corteza externa con fisuras, de color pardo oscuro, y una



*Figura 2. Muestra del caimito*

corteza interna amarilla con látex blanco y pegajoso. Los frutos son como globos, de tres a 12 centímetros de diámetro, con textura lisa y consistencia blanda. Su peso va

desde 125 hasta ochocientos gramos. Cuando maduran, su color verde se torna amarillo o amarillo verdoso. La pulpa es jugosa, dulce y algo astringente. Los caimitos pueden ser de distinto color, según la variedad.

Para su desarrollo requiere una temperatura de entre 20 y 25°C y lluvias abundantes, un mínimo de mil veinte hasta tres mil 419 milímetros. Puede sembrarse a diversas altitudes, desde el nivel del mar hasta en terrenos a mil doscientos metros de altitud sobre la costa. Se siembra casi siempre por medio de trasplantes en terrenos que no se inundan, preferentemente fértiles. Las plantas deben separarse entre siete y diez metros y los hoyos deben tener medio metro de profundidad.[2]

### ***Extracto vegetal***

Los extractos vegetales son preparados que se obtienen de la extracción de diferentes sustancias vegetales a partir de diversos procesos, como: maceración, fermentación, infusión, decocción y esencias. Los principios activos presentes en cada planta son complejos fitoquímicos (metabolitos secundarios), podemos encontrar gran variedad y diferentes concentraciones, por lo que sus beneficios son variados. Existen compuestos activos que pueden servir para combatir plagas y enfermedades, así como estimulantes en el desarrollo vegetativo e inductores de resistencia ante factores abióticos (sequía, granizo, heladas, entre otros).

La eficacia de los extractos vegetales depende de diversos factores, entre los que destacan: especie e inclusive variedad vegetal, metodología de extracción, la calidad de las plantas utilizadas, concentración utilizada, etc. Podemos clasificar a los principios activos presentes en las plantas de la siguiente forma:

**Alcaloides:** Los alcaloides son un grupo importante de compuestos naturales en el género fabaceae o leguminosas, estos metabolitos son un mecanismo de defensa contra microorganismos fitopatógenos, herbívoros y contra otras especies de plantas que causan competencia (Wink, 1998) [3].

**Taninos:** Su estructura química los hace fuertes y eficaces para darle protección natural a las plantas contra el ataque de patógenos como hongos, bacterias y virus. Una vez extraído el tanino de las plantas, sus características permanecen intactas, incluso después de mucho tiempo. Su proceso de extracción es a través de la infusión, está presente en la madera, tallos, cortezas, hojas, raíces y frutos de cualquier especie vegetal; sin embargo, en algunas plantas la concentración es mayor. Algunos ejemplos de plantas con este metabolito secundario son: té negro, eucalipto, hojas de guayabo, clavos, pétalos de rosa, roble, zarzamora,

**Mucílagos:** El mucílago es un compuesto sintetizado por plantas, tiene la propiedad de hincharse en el agua y su consistencia es gelatinosa, su principal propiedad es la capacidad de absorber agua y, por lo tanto, de formar coloides y geles de moco. El

mucílago vegetal se encuentra en los granos, pero también en las raíces, la corteza, los tallos y las hojas de las plantas, así como en las algas. Algunos ejemplos donde se encuentran son las legumbres, el tamarindo y en algunas raíces de maíces criollos.

**Aceites esenciales:** Los aceites esenciales se derivan de las plantas y tienen un poder de residualidad, con intervalos menores a 12 horas, siendo susceptibles a la degradación por altas temperaturas y luz ultravioleta. Son efectivos controlando pulgones, ya que inhiben su sistema respiratorio provocándoles la muerte. Contienen monoterpenos aromáticos, óxidos, éteres, alcoholes, ésteres, aldehídos y cetonas que determinan el aroma y bioactividad. [4]

Existen diversas tecnologías y procesos para la elaboración de los extractos, en este apartado se explicarán los más utilizados y fáciles; ejemplificando un tipo de preparado de acuerdo con cada proceso de extracción.

El método de extracción elegido por el equipo de trabajo fue el método de maceración, por sus excelentes resultados en cuanto a la obtención de los extractos vegetales y sus componentes bioactivos, observados en varios trabajos como el de (Angulo,2023)

- **Maceración:** consiste en el simple contacto de la droga vegetal con el líquido extractor, por un período de tiempo determinado. Esta maceración puede ser estática (parada) o dinámica (con movimiento), con agitación (movimiento en reactor) de ambas.



*Figura 3. Extracción por maceración*

### **Metabolitos**

Los metabolitos son moléculas intermedias o finales producidas durante el proceso metabólico del organismo. Estos compuestos son esenciales para el funcionamiento celular y desempeñan roles variados en la regulación de funciones biológicas. Los metabolitos pueden clasificarse en diferentes categorías, como aminoácidos, lípidos, carbohidratos, nucleótidos, entre otros.

Algunos metabolitos poseen actividad antioxidante, lo que significa que tienen la capacidad de neutralizar los radicales libres en el organismo. Los radicales libres son moléculas inestables con electrones desapareados que pueden causar daño a las células, contribuyendo al envejecimiento y a diversas enfermedades. Aquí hay algunos metabolitos con actividad antioxidante:



- **Glutación:** Es un péptido presente en las células que actúa como un antioxidante importante. Participa en la desintoxicación de compuestos dañinos y ayuda a mantener la integridad celular.
- **Ácido ascórbico (Vitamina C):** Este antioxidante soluble en agua es esencial para la síntesis de colágeno y también juega un papel importante en la neutralización de radicales libres.
- **$\alpha$ -tocoferol (Vitamina E):** La vitamina E es una familia de compuestos liposolubles con propiedades antioxidantes que protegen las membranas celulares de la oxidación.
- **Carotenoides:** Incluyen compuestos como el beta-caroteno, luteína y zeaxantina. Estos pigmentos vegetales tienen propiedades antioxidantes y se encuentran en frutas y verduras de colores brillantes.
- **Polifenoles:** Esta categoría incluye numerosos compuestos, como flavonoides y resveratrol. Se encuentran en alimentos como frutas, verduras, té, vino tinto y tienen propiedades antioxidantes.
- **Coenzima Q10 (CoQ10):** Es una molécula esencial para la producción de energía en las células y también actúa como antioxidante, protegiendo las mitocondrias del daño oxidativo.
- **Ácido úrico:** Aunque es principalmente conocido como un producto de desecho del metabolismo de las purinas, el ácido úrico también puede tener propiedades antioxidantes.

Estos metabolitos con actividad antioxidante desempeñan un papel crucial en la protección del cuerpo contra el estrés oxidativo y el daño celular asociado con diversas condiciones, como enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y cáncer. Es importante obtener estos metabolitos a través de una dieta equilibrada y, en algunos casos, mediante suplementos cuando sea necesario, bajo la supervisión de un profesional de la salud.

El efecto antioxidante entre los metabolitos y las células ocurre mediante la capacidad de ciertos compuestos para neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo. Aquí se explica cómo se desarrolla este proceso:

- **Producción de radicales libres:**

Los radicales libres son moléculas altamente reactivas y con electrones no apareados. Pueden formarse como subproductos naturales del metabolismo celular, exposición a la radiación, contaminantes ambientales, entre otros factores.

- **Ataque a las células:**

Los radicales libres pueden atacar a las células y dañar componentes

celulares importantes, como las membranas celulares, las proteínas y el ADN. Este daño puede contribuir al envejecimiento celular y diversas enfermedades.

- **Acción antioxidante de los metabolitos:**

Los metabolitos con actividad antioxidante actúan como "neutralizadores" de los radicales libres al donar electrones o aceptar electrones no apareados, ayudando a estabilizar estas moléculas reactivas. Este proceso convierte a los radicales libres en formas más estables y menos dañinas.

- **Reparación y protección celular:**

Al neutralizar los radicales libres, los metabolitos antioxidantes contribuyen a la protección y reparación celular. Ayudan a prevenir el daño oxidativo y mantienen la integridad estructural y funcional de las células.

- **Participación en enzimas antioxidantes:**

Algunos metabolitos antioxidantes también participan en la activación de enzimas antioxidantes endógenas, como la superóxido dismutasa, la catalasa y la glutatión peroxidasa. Estas enzimas desempeñan un papel fundamental en la descomposición y eliminación de los radicales libres.

- **Preservación de orgánulos celulares:**

Los antioxidantes pueden proteger específicamente orgánulos celulares importantes, como las mitocondrias, del daño oxidativo. Esto es crucial, ya que las mitocondrias son esenciales para la producción de energía celular.

En resumen, los metabolitos antioxidantes contrarrestan el estrés oxidativo al proporcionar electrones adicionales a los radicales libres, estabilizándolos y evitando que causen daño a las células. Esta capacidad de neutralización contribuye a la preservación de la salud celular y puede tener implicaciones significativas en la prevención de enfermedades asociadas con el estrés oxidativo, como enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y cáncer. Es importante obtener una variedad de antioxidantes a través de una dieta equilibrada para aprovechar sus beneficios para la salud. [5]



## OBJETIVOS

### Objetivo general

Obtener extractos vegetales (hidro y liposolubles) de dos plantas, cuantificar metabolitos y realizar la caracterización de la actividad antioxidante mediante una prueba colorimétrica.

### Objetivos específicos

- Obtener extractos hidrosolubles y liposolubles de dos plantas específicas.
- Determinar la concentración de metabolitos presentes en los extractos obtenidos
- Analizar los resultados obtenidos para determinar la capacidad antioxidante de los extractos.

## REACTIVOS E INSTRUMENTAL

Material	Cantidad
Hoja de chaya	10 gr
Hoja de caimito	10 gr
Cajas petri	2
Horno	1
Agitador magnético	2
Filtro de cafe	
Matraz de 250 ml	2
Mortero	1
Glicerina	45 ml
Agua	45 ml
Aceite de oliva	90 ml

## UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO



*Figura 4. Instalaciones del laboratorio de bioquímica de la universidad modelo*

## DESARROLLO

Este proyecto se dividió en 3 etapas esenciales que permitiría al equipo de trabajo alcanzar los objetivos planteados, dichas etapas fueron las siguientes:

### Obtención de extractos vegetales.

#### -Sesión 1-

En primera instancia, para esta etapa, fue necesario la preparación de las muestras, las hojas de chaya y caimito fueron puestas en una caja Petri debidamente cortadas cada una y pesadas, necesitando de cada muestra 10 gr (*Figura 5 y 6*), posterior a obtener el volumen necesario de muestra, estas fueron lavadas con agua destilada para eliminar cualquier impureza en la hoja, seguido al lavado, fueron dispuestos los 10gr de cada muestra en la plancha de la estufa con papel aluminio, y se dejaron secando durante 4 horas a 60° en la estufa del laboratorio.



*Figura 5. Cortado y pesado de la muestra de caimito*



*Figura 6. Cortado y pesado de la muestra de chaya*



*Figura 7. Muestras de chaya y caimito puestas a secar en el horno*

Pasadas las 4 horas a 60° en la estufa, las muestras fueron retiradas y resguardadas 2 semanas en un papel de aluminio (**Figura 8**), para que, en la siguiente sesión, se iniciara formalmente con el proceso de extracción.



**Figura 8. Muestras de chaya resguardada**



**Figura 9. Muestras de caimito resguardada**

## -Sesión 2-

Para esta sesión, se realizó el extracto de las muestras, antes de iniciar, se hizo el pesado nuevamente de las muestras posterior a su proceso de secado en el horno, el equipo de trabajo pudo notar que hubo una disminución significativa en el gramaje de cada muestra, disminuyendo en la muestra de chaya un 80% (2.1 gr finales) del gramaje original y en la muestra de caimito hubo una disminución del 60% (4.2 gr finales) del gramaje original; por el factor tiempo, el cual ya era reducido, el equipo decidió trabajar con base en estas nuevas cifras. (**Figura 10 y 11**)

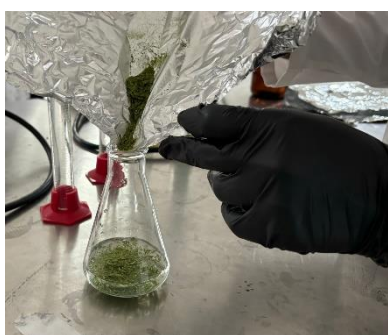
Tomando en cuenta lo anterior, fue necesario ajustar las cantidades de solvente e instrumental a utilizar, se decidió utilizar 50 ml de aceite de oliva como soluto para la muestra de caimito (para obtener un extracto liposoluble) y para el soluto a utilizar en la chaya se hizo una mezcla de 25 ml de agua destilada y 25 ml de glicerina (para obtener un extracto hidrosoluble). Ambos solutos juntos con las muestras fueron puestos en un matraz de 125 ml. (**Figura 12 y 13**)



**Figura 10. Muestras de chaya con reducción en su gramaje**



**Figura 11. Muestras de chaimito con reducción en su gramaje**



**Figura 12. Muestras de chaya en agua con glicerina**



**Figura 13. Muestras de chaimito en aceite de oliva**

Una vez puestas las muestras en su matraz con su debido soluto, se introdujo en cada matraz un imán para dejar las disoluciones en agitación, cada uno en un agitador magnético a 35° y con una aceleración de 30 rpm, esto con la finalidad de estimular la liberación del componente bioactivo de cada muestra y facilitar la obtención del extracto. Se dejaron en estas condiciones durante 48 horas, debidamente membretadas y con un letrero de aviso para evitar que alguien ajeno al equipo moviera las muestras. (**Figura 14**)



**Figura 14. Muestras puestas en aceleración**







## REFERENCIAS

[1]. de Agricultura y Desarrollo Rural, S. (n.d.). *La chaya, espinaca maya*. Gob.Mx.

Retrieved May 6, 2024, from <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-chaya-espinaca-maya>

[2]. De entre, P. su D. R. U. T., De mil veinte hasta tres mil, un M., De trasplantes en terrenos que no se inundan, D. el N. del M. H. en T. a. M. D. M. de A. S. la

C. S. S. C. S. P. M., & de profundidad., P. F. L. P. D. S. E. S. y. D. M. y. L. H.

D. T. M. M. (n.d.). *Condiciones de cultivo*. Gob.Mx. Retrieved May 6, 2024, from

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/96159/Caimito\\_monografias.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/96159/Caimito_monografias.pdf)

[3]. (N.d.). Scirp.org. Retrieved May 6, 2024, from

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=73759>

[4]. (N.d.-b). Gob.Mx. Retrieved May 6, 2024, from

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737322/10\\_Extractos vegetales.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737322/10_Extractos_vegetales.pdf)

[5]. *Los superpoderes de las plantas: los metabolitos secundarios en su adaptación y defensa*. (2022, March 6). RDU UNAM.

[https://www.revista.unam.mx/2022v23n2/los\\_superpoderes\\_de\\_las\\_plantas\\_los\\_metabolitos\\_secundarios\\_en\\_su\\_adaptacion\\_y\\_defensa/](https://www.revista.unam.mx/2022v23n2/los_superpoderes_de_las_plantas_los_metabolitos_secundarios_en_su_adaptacion_y_defensa/)