

## Estudio fitoquímico del extracto etanólico de las hojas de *Ceiba aesculifolia*.

Xochitl Netzai Alba Mares,<sup>1</sup> Pedro Hazael Hernández Lopez,<sup>1</sup> Cruz Alberto Hernández Ramirez,<sup>1</sup> Ángel Josabad Alonso Castro,<sup>1</sup> David Cruz Cruz,<sup>1</sup> Clarisa Villegas Gómez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Noria Alta S/N Guanajuato Gto. 36050, México

[david.cruz@ugto.mx](mailto:david.cruz@ugto.mx); [clarisa.villegas@ugto.mx](mailto:clarisa.villegas@ugto.mx)

### Resumen

Desde la antigüedad a lo largo de los siglos, hasta el día de hoy en la cultura de México se han utilizado plantas como medio de sanación para afecciones que se presentan día a día, este gran legado es lo que hoy se conoce como medicina tradicional. Esta forma de medicina se nutre de las tradiciones indígenas, fusionando elementos de otras culturas para crear un enfoque único y holístico hacia la salud y el bienestar. La medicina tradicional mexicana se caracteriza por el uso de plantas medicinales, técnicas curativas, masajes y rituales sagrados que buscan restablecer el equilibrio y la armonía en el individuo. Una planta medicinal de interés y que se encuentra dentro de toda la gran biodiversidad de nuestro país, es *Ceiba aesculifolia* conocida comúnmente como Pochote.

En particular, reportes en la literatura sobre otras especies de este género, en específico de *Ceiba*, han revelado la presencia de triterpenos, esteroides, flavonoides, entre otros, así como actividades biológicas de interés, motivo por el cual, en el presente proyecto se realiza el estudio del extracto etanólico de las hojas del Pochote y así realizar un análisis preliminar para identificar los posibles metabolitos secundarios, y así dar pie a un exacto análisis fitoquímico de la *Ceiba aesculifolia*, facilitando la búsqueda de compuestos bioactivos que puedan tener potenciales aplicaciones farmacológicas, nutraceuticas o cosméticas.

En el presente trabajo se reporta la extracción y estudio fitoquímico preliminar de las hojas de *Ceiba aesculifolia* (Pochote) siendo un árbol originario de México y otras partes de América Central.

**Palabras clave:** *Medicina tradicional mexicana, Ceiba aesculifolia, Pochote, fitoquímica.*

### Introducción

La medicina tradicional mexicana es un legado ancestral que ha perdurado a lo largo de los siglos en la cultura de México. Se basa en conocimientos transmitidos de generación en generación y en la interacción armónica entre el cuerpo, la mente y el espíritu. Esta forma de medicina se nutre de las tradiciones indígenas, fusionando elementos para crear un enfoque único y holístico hacia la salud y el bienestar. La medicina tradicional mexicana se caracteriza por el uso de plantas medicinales, técnicas curativas, masajes y rituales sagrados que buscan restablecer el equilibrio y la armonía en el individuo. Aunque coexiste con la medicina occidental moderna, la medicina tradicional mexicana sigue siendo valorada y practicada por muchas comunidades como una forma efectiva y significativa de cuidar la salud. El análisis fitoquímico es una herramienta fundamental en la investigación de plantas medicinales y herbales, ya que permite identificar y caracterizar los compuestos químicos presentes en ellas.<sup>1</sup>

Las Malváceas, también conocidas como Malvaceae, son una familia de plantas con flores que pertenecen al orden de las Malvales. Esta familia incluye alrededor de 244 géneros y más de 2440 especies diferentes en todo el mundo. Son plantas comunes en regiones tropicales y subtropicales, pero también se encuentran en otros climas.<sup>2</sup>

Características generales:

- Aspecto y tamaño: Pueden ser hierbas anuales o perennes, arbustos o pequeños árboles. Varían en tamaño desde pequeñas plantas herbáceas hasta árboles de gran altura.
- Hojas: Son alternas, simples o lobuladas, generalmente con forma de corazón.

- Flores: Son generalmente grandes, vistosas y tienen cinco pétalos unidos formando una corola en forma de campana o embudo. Pueden ser de diferentes colores, como blanco, rosa, lila o amarillo.
- Frutos: Puede ser una cápsula, una baya o un aquenio.

Es importante destacar que esta es solo una descripción general de la familia Malvaceae y que existen muchas especies diferentes dentro de ella, cada una con sus características específicas y usos particulares.<sup>2,3</sup>

La ceiba (*Ceiba aesculifolia*) es un árbol perteneciente a la familia de las malváceas originario de México y otras partes de América Central. Puede alcanzar hasta 30 metros de altura y dimensiones impresionantes de tronco. En estados juveniles el tronco se encuentra recubierto de grandes espinas cónicas. Sus hojas son grandes y palmeadas, con forma similar a las hojas de la castaña (de ahí su nombre específico "*aesculifolia*", que significa "similar a la hoja de la castaña"). Durante la época de floración, la ceiba produce vistosas flores blancas o rosadas que atraen a diversos polinizadores, como las abejas y los murciélagos. El fruto es una cápsula gigante que encierra las semillas en una gruesa capa de suave fibra sedosa color blanco. Esta fibra se ha utilizado para rellenar colchones. Se elaboran atractivas artesanías con la corteza y las espinas. Tiene propiedades medicinales.<sup>4</sup>

**Tabla 1.** Taxonomía de *Ceiba aesculifolia*

Taxonomía	
Reino	<i>Plantae</i>
Filo	<i>Tracheophyta</i>
Clase	<i>Spermatopsida</i>
Familia	<i>Malvaceae</i>
Subfamilia	<i>Bombacoideae</i>
Género	<i>Ceiba</i>
Especie	<i>Ceiba aesculifolia</i>



Figura 1. Tronco, hojas y fruto de *Ceiba aesculifolia*. (Fotos de Naturalista.mx)

Es el árbol sagrado de los Mayas por su significado cultural y simbólico en varias culturas indígenas de la región, considerada como un árbol sagrado y asociado con la fertilidad, la vida y la conexión entre el cielo y la tierra y es conocido por su imponente tamaño y su importancia ecológica. El Valle de Tehuacán-Cuicatlán es una de las áreas con mayor diversidad biocultural en México donde existe el pochote (*Ceiba aesculifolia*). Las semillas en combinación con carne de animales fueron parte de la dieta básica de los habitantes del Valle

de Tehuacán durante los primeros periodos de ocupación humana durante “El Riego” (5000–6500 a.C.), “Coxcatlán” (3500–5000) y Fases “Abejas” (3500-2300 a. C.). *Ceiba aesculifolia* es una especie originaria de las regiones tropicales subhúmedas de América y en México se encuentra en Sinaloa, Michoacán, Puebla, Veracruz, México, Morelos, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo.<sup>5,6</sup>

Este árbol majestuoso se ha venerado durante siglos debido a sus atributos medicinales y espirituales. Según las creencias tradicionales, posee poderes curativos y está asociado con la conexión con los seres divinos y la naturaleza. Dentro de la medicina tradicional mexicana, se utilizan diferentes partes de la *Ceiba aesculifolia* con fines medicinales.<sup>6</sup>

**Tabla 2.** Usos medicinales de *Ceiba aesculifolia* por regiones en México

Región	Usos medicinales
Yucatán	La corteza se utiliza como método para tratar problemas intestinales, quemaduras o inflamaciones.
Quintana Roo	Antiguamente, el árbol del pochote era muy utilizado por las civilizaciones para tratar diversos malestares o para rituales
Puebla	En San Rafael, Coxcatlán, se utiliza para el tratamiento de diabetes, enfermedades renales, tumores, gastritis y heridas.
Chiapas, Campeche, Guerrero	Se utilizó en el pasado como relleno de almohadas y cojines, y ocasionalmente se usa como combustible
Tamaulipas, Veracruz	Los frutos tiernos y las semillas tostadas se usan para preparar guisos en algunas zonas.

El interés en el análisis fitoquímico de la *Ceiba aesculifolia* radica en la búsqueda de compuestos bioactivos que puedan tener potenciales aplicaciones farmacológicas, nutraceuticas o cosméticas. Estos compuestos pueden incluir flavonoides, terpenoides, esteroides, fenoles y otros metabolitos secundarios presentes en la planta.<sup>7</sup>

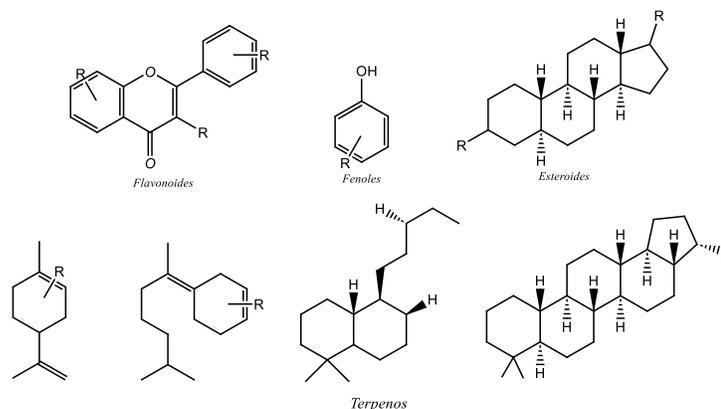


Figura 2. Estructuras base de los metabolitos presentes en *Ceiba aesculifolia*.

La presencia y diversidad de estos compuestos bioactivos en la *Ceiba aesculifolia* pueden estar asociados con sus propiedades medicinales y pueden proporcionar una base científica para la validación de su uso tradicional en el tratamiento de diversas enfermedades y trastornos. El análisis fitoquímico de esta planta implica una serie de técnicas y métodos analíticos, como cromatografía en capa fina (TLC), cromatografía en columna y espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) que permiten la identificación y cuantificación de los compuestos presentes en la planta.

**Actividad biológica:**

La fibra de la fruta de Pochote como parte de un enfoque de medicina tradicional se utiliza para aliviar infecciones causadas por bacterias y hongos, más específico contra *T. mentagrophytes* y *R. Lilacina*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* y *Vibrio cholerae*. También debido a los fenoles encontrados en la planta, pueden actuar como antioxidantes junto con ayuda de algunos flavonoides. Debido a los diversos

compuestos tiene más actividad biológica como las que mencionaron anteriormente, pero también tiene propiedad antioxidante, propiedades contra enfermedades renales y tumores, así como capacidad de cicatrización de heridas que son gracias a de la corteza de esta especie medicinal.<sup>8</sup>

En esta investigación, se llevará a cabo un análisis fitoquímico exhaustivo de la *Ceiba aesculifolia* con el objetivo de identificar y caracterizar los compuestos químicos presentes en sus hojas. El análisis fitoquímico no solo proporcionará información valiosa sobre la composición química de esta planta, sino que también puede servir como una base para el desarrollo de nuevos productos farmacéuticos o complementarios basados en sus componentes activos. En resumen, el análisis fitoquímico de la *Ceiba aesculifolia* representa un paso importante hacia la comprensión de sus propiedades medicinales y su potencial uso terapéutico. Los resultados de este estudio podrían contribuir al desarrollo de nuevos productos naturales y fomentar la conservación de esta valiosa planta en México y otras regiones donde se encuentre presente.

## Metodología

El procedimiento de limpieza y extracción se llevó a cabo siguiendo las técnicas utilizadas y previamente reportadas por nuestro grupo de investigación. Como resultado de este trabajo, se procesaron las hojas, obteniendo un extracto orgánico utilizando etanol, un solvente de alta polaridad. Este extracto se utilizará en futuras pruebas biológicas. En este proyecto, se desarrollaron y adquirieron técnicas muy específicas para el adecuado estudio de la Química de Productos Naturales. Por lo tanto, el presente artículo describirá detalladamente las técnicas y procedimientos necesarios para llevar a cabo un estudio fitoquímico correcto.

### Metodología para la separación de Metabolitos Secundarios.

Se llevaron a cabo diversas técnicas de laboratorio que resultaron muy útiles. Estas incluyeron la limpieza del material vegetal, maceración, preparación del punto de aplicación, el empaquetamiento de una columna para cromatografía, la selección del adsorbente y la fase móvil adecuados, y finalmente, la utilización de la cromatografía en placa fina. Esta última técnica nos permitió determinar la cantidad de compuestos presentes en nuestra muestra y seleccionar el tamaño adecuado de la columna. Estas metodologías resultaron indispensables para nuestro estudio.

#### a) Limpieza del material vegetal:

1. Se recolectaron 178 gramos de material vegetal, separando las hojas del ramaje.
2. El exceso de suciedad se retiró utilizando únicamente limpia pipas, debido a la fragilidad de las hojas. Se tuvo cuidado de separar adecuadamente las hojas sanas de aquellas que presentaban indicios de descomposición, esto con el fin de evitar la contaminación del extracto final.
3. Una vez obtenidas las hojas y ramas limpias, se separaron 100 gramos para su uso en la maceración, y el resto se guardó para investigaciones futuras.



Figura 3. Proceso de limpieza del material vegetal (hojas) de *Ceiba aesculifolia*.

### b) Maceración:

1. Se depositaron los 100 g en un recipiente ámbar de 2 L de capacidad, cubriendo completamente el material con 1.5 L de etanol. Se agitó la mezcla y se dejó reposar durante 24 horas.
2. Pasado el tiempo, se realizó la recolección del líquido mediante dos filtraciones. En la primera filtración, se utilizó un embudo con algodón y se recogió el líquido en un matraz pera de 1 L. Luego, se llevó parcialmente a sequedad utilizando un rotavapor.
3. Después de completar la primera filtración, se montó un embudo de vidrio poroso en un matraz de bola de 250 mL y se cubrió el vidrio poroso con papel filtro. Se vertió el extracto de la primera filtración en el embudo y se llevó a sequedad total utilizando el rotavapor.
4. El solvente recuperado (etanol) se volvió a verter en la botella de vidrio y se dejó reposar durante otras 24 horas, repitiendo los pasos 2 y 3 hasta un máximo de 3 días. Al final, se obtuvo el extracto con un peso de 5.4 g, se separó la mitad para su análisis en columna y el resto se guardó en el refrigerador para las futuras pruebas biológicas.



Figura 4. Proceso de maceración del material vegetal (hojas) de *Ceiba aesculifolia*. Fotografía 1 macerado. fotografía 2 y 3 filtrado del extracto y fotografía 4 extracto final.

### c) Preparación del punto de aplicación:

1. El extracto etanólico obtenido mediante maceración se secó completamente, se pesó y se reservaron aproximadamente 2.7 g de dicho extracto para futuros estudios biológicos. El resto se utilizó para realizar el punto de aplicación.
2. En un mortero, se colocó el extracto disuelto en un solvente orgánico y se añadió  $\text{SiO}_2$ . La mezcla se homogeneizó comenzando a agitar lentamente. Todo este procedimiento se realizó en la campana de extracción para lograr una evaporación más rápida y eficiente del solvente.
3. Se observó que la mezcla pasa de un estado "chicloso" a un polvo fino mientras se agita lentamente y se envuelve completamente. Este proceso lleva tiempo y requiere paciencia.



Figura 5. Proceso de elaboración de una pastilla, se observa un líquido (fotografía 1) y posteriormente como cambia hasta obtener un polvo fino (fotografía 4).

#### d) Preparación de columna cromatográfica:

1. Antes de iniciar el proceso, es importante asegurarse de que se elija la columna cromatográfica adecuada para lograr una correcta separación de los componentes de interés. El tamaño de la columna debe ser proporcional a la cantidad de muestra a aplicar.
2. Se montó la columna de vidrio utilizando pinzas metálicas ajustadas a un soporte universal, asegurándose de mantener la columna en posición vertical en todo momento. La altura de la columna debe ser suficiente para colocar un matraz Erlenmeyer o un tubo de ensayo debajo de ella.
3. Se cerró la llave en la parte inferior de la columna y, con cuidado, se vertió la fase estacionaria utilizando un embudo. En este caso, se empleó gel de sílice como fase estacionaria.
4. Se añadió suavemente un solvente orgánico, en este caso hexano, como fase móvil. Se abrió la llave para permitir que el eluyente fluya a través de la columna, asegurando un empaquetamiento uniforme. Este paso se repitió hasta que toda la sílice en la columna estuviera humedecida.
5. Es importante evitar que la fase estacionaria se seque durante el empaquetamiento, ya que esto podría generar canales o burbujas de aire, lo que afectaría negativamente la separación de los compuestos.
6. Con cuidado, se depositó el punto de aplicación en la parte superior de la fase estacionaria, asegurándose de distribuirlo uniformemente para que se adhiriera a las paredes de la columna. Se colocó una capa de aproximadamente 1 cm de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y 2 cm de algodón sobre el punto de aplicación, y luego se agregó parte de la solución eluyente utilizando una pipeta.
7. Se permitió que la columna continuara su elución y con esto se siguió recolectando fracciones de aproximadamente 50 mL y monitoreando cada fracción mediante cromatografía en capa fina. Es importante destacar que los metabolitos secundarios de interés se encuentran en cada una de las fracciones recolectadas.



Figura 6. Proceso de elución de la columna cromatográfica con diferentes sistemas de fase móvil, preparada con una mezcla de disolventes hexano: acetato de etilo

#### e) Preparación y metodología de la cromatografía en placa fina:

1. Se utilizaron placas comerciales de gel de sílice con revelador UV y base de aluminio.
2. Se verificó que las placas estuvieran limpias; de lo contrario, se limpiaron cuidadosamente con un solvente de alta polaridad para concentrar los residuos en la parte superior y asegurar que el resto de la placa estuviera "limpio".
3. La muestra por analizar se aplicó en la placa a una distancia mínima de 0.5 cm del borde inferior y los bordes laterales. Se tocó la placa con la punta de una pipeta cargada con muestra, evaporando el solvente entre cada aplicación para concentrar el punto de muestra y asegurarse de que la mancha producida no excediera un diámetro de 3 mm.
4. Se procedió al desarrollo o corrida de las placas utilizando una cámara cromatográfica de vidrio. Se agregó un solvente al fondo de la cámara, asegurándose de que el nivel del solvente no toque los puntos de aplicación. La placa se colocó en posición vertical, permitiendo que el solvente ascienda por capilaridad hasta que se encuentre a aproximadamente 3 mm del borde superior de la placa.
5. Luego se retiró la placa de la cámara y se esperó a que el solvente se evaporara.
6. Finalmente, las placas se expusieron a una lámpara UV de onda corta (240-260 nm) y de onda larga (360 nm) para su análisis e interpretación.

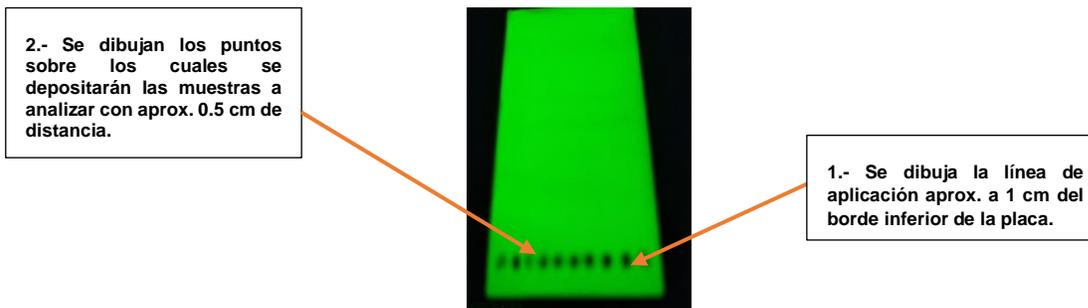


Figura 7. Fotografía de una placa con la aplicación de las muestras de manera correcta.

#### f) Agrupación, elección y evaporación de fracciones:

1. Después de realizar la elución de la columna de manera eficiente, se procedió a monitorear las fracciones obtenidas mediante cromatografía en placa fina. Esto nos permitió identificar las fracciones que presentaban similitud en cuanto a su perfil observado en las placas.
2. Con base en los resultados anteriores, se determinó el número de fracciones a combinar y se procedió a evaporar el solvente. Para ello, las fracciones se colocaron en un matraz de fondo redondo, llenándolo como máximo hasta la mitad de su capacidad.
3. El solvente se evaporó utilizando un rotavapor a presión reducida.
4. Una vez que el solvente se evaporó por completo, se retiró la muestra, se pesó y se almacenó protegida de la luz y el calor.



Figura 8. Evaporación de las fracciones mediante el uso de un rotavapor.

#### Metodología por seguir para la realización de pruebas colorimétricas.

Se guardaron aproximadamente 100 mg para realizar pruebas colorimétricas esto con el fin de tener un análisis cualitativo de los posibles metabolitos secundarios que posee esta especie, para ello se realizó una búsqueda en la bibliografía y tener una idea sobre que tipos de compuestos se pueden obtener y así seleccionar las pruebas colorimétricas más adecuadas.

**a) Prueba de Shinoda:**

Permite reconocer la presencia de flavonoides en un extracto vegetal, ya que estos compuestos presentan un núcleo de benzopirona, el cual llevara a cabo la reacción exotérmica.

<b>Reactivos</b>	<b>Procedimiento</b>
0.5 mL de HCl al 10%	Se trata de 1 mg de muestra con 0.5 mL de ácido clorhídrico al 10% agregándose luego una limadura de magnesio, produciéndose una reacción exotérmica desarrollándose un color que va del rojo pálido al rojo oscuro.
1 tira de Mg	
Muestra problema	

**b) Prueba de Liebermann- Burchard:**

Permite reconocer en un extracto vegetal la presencia de triterpenos y/o esteroides, ya que ambos tipos de productos poseen un núcleo de androstano, generalmente insaturado en el anillo B y la posición 5-6.

<b>Reactivos</b>	<b>Procedimiento</b>
Gotas de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc.	Se mezcla 1 mL de anhídrido acético y 1 mL de cloroformo, se enfría a 0°C y se le añade 5 gotas de ácido sulfúrico concentrado. Una porción de este reactivo se pone en contacto con la muestra problema, la prueba es positiva para esteres cuando hay formación de colores azul, rojo o naranja.
1 mL de C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	
1 mL de CHCl <sub>3</sub>	
Muestra problema	

**c) Prueba de Baeyer**

Permite reconocer en un extracto vegetal la presencia de compuestos que tienen enlaces etilénicos y acetilénicos.

<b>Reactivos</b>	<b>Procedimiento</b>
KMnO <sub>4</sub>	Prueba de KMnO <sub>4</sub> 0.1 g o 0.2 ml del compuesto se disuelven en 2 ml de agua o etanol, se añade una solución KMnO <sub>4</sub> al 2% gota a gota con agitación, hasta que persista el color púrpura del KMnO <sub>4</sub> ; la prueba es positiva para la decoloración en la solución de permanganato.
Etanol o agua	
Muestra problema	

**d) Prueba de espuma**

Permite reconocer en un extracto vegetal la presencia de saponinas.

<b>Reactivos</b>	<b>Procedimiento</b>
Agua	Colocar 1 ml de muestra en un tubo de ensaye, se agrega agua caliente y se agita vigorosamente, si hay formación de espuma abundante y estable es prueba positiva para saponinas.
Muestra problema	

## Resultados

En la figura 6 se logra apreciar el procedimiento que se llevó a cabo en la columna cromatográfica para la separación de los metabolitos secundarios de interés

Se recolectaron 303 fracciones. En la primera fase móvil se utilizó un solvente orgánico de menor polaridad, como el hexano, seguido de una mezcla 9:1 de hexano/acetato de etilo. Una gran cantidad de estas fracciones se eluyeron de la columna utilizando una mezcla de disolventes 8:2 de hexano/acetato de etilo, lo que indica que los componentes aislados en las primeras fracciones tenían características de menor polaridad. Posteriormente, se cambió la naturaleza de la fase móvil a una solución 7:3 de hexano/acetato de etilo y se continuó recuperando otra gran cantidad de muestras. La composición de la fase móvil se modificó para arrastrar los compuestos más polares de la columna, hasta llegar a una polaridad de eluyente 1:1 de hexano/acetato de etilo, con el fin de recuperar la mayor cantidad de compuestos de la muestra.

Posteriormente se, realizó una TLC y con los resultados de las placas se determinó debido a la similitud de los compuestos presentes, se agrupar y finalmente se obtuvieron 23 fracciones (Figura 9).

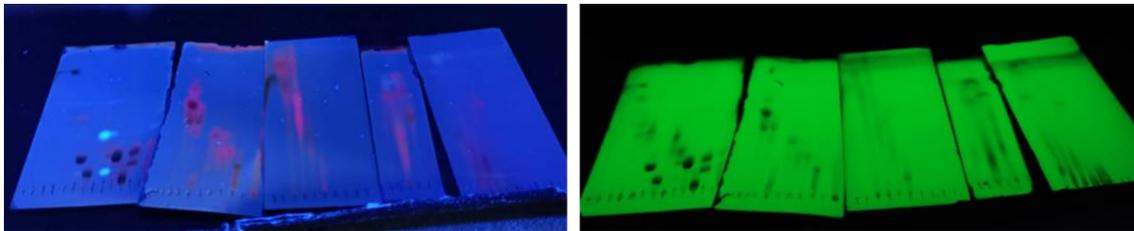


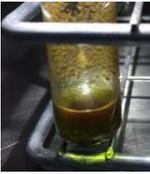
Figura 9. Placas de silica gel, se observan las fracciones que se obtuvieron de la columna preliminar en las dos longitudes de onda que proporciona la lampara UV.

## Pruebas colorimétricas

Las pruebas colorimétricas para la determinación de metabolitos secundarios se fundamentan en la reacción específica de estos compuestos con ciertos reactivos, lo que genera derivados coloreados. La aparición de color se considera un resultado positivo, lo cual indica la presencia del compuesto en cuestión, mientras que la falta de desarrollo de color es indicativa de su ausencia.

*Tabla 3. Resultados de las pruebas colorimétricas*

Prueba	Metabolito por identificar	Resultado	Fotografía
Shinoda	Flavonoides	+	
Liebermann- Burchard	Triterpenos y esteroides	+++	

Baeyer	Compuestos con enlaces etilénicos y acetilénicos.	++	
Espuma	Saponinas	-	

De acuerdo con la Tabla 3 las pruebas realizadas para la identificación de metabolitos secundarios fueron positivas para flavonoides, triterpenos o esteroides, compuestos con enlaces etilénicos y acetilénicos, sin embargo, para saponinas el resultado fue negativo, todo esto usando cuatro diferentes protocolos.

En la figura 10 se observa de manera general el procedimiento y resultados obtenidos en la separación de los metabolitos secundarios del extracto etanólico de *Ceiba aesculifolia*.

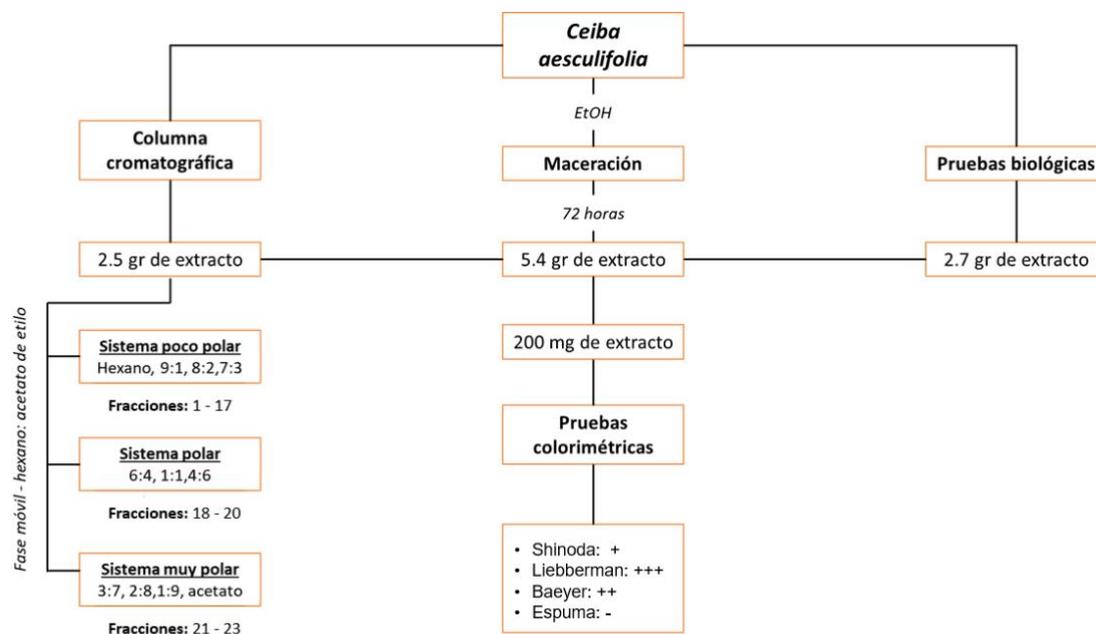


Figura 10. Esquema general del tratamiento realizado al extracto etanólico de *Ceiba aesculifolia*

Durante todo el proceso de extracción y análisis, se pudo proponer una serie posibles metabolitos secundarios debido a su aspecto, polaridad e incluso por su coloración. Para saber con exactitud los metabolitos que se encuentran en el Pochote son necesarias más técnicas de separación y purificación con esto lograr aislar cada uno de ellos. Por último, se pudo comprobar con este trabajo la importancia de cada uno de los pasos a seguir como; cuidar desde el inicio el manejo la especie vegetal, esto para que no haya posibles contaminaciones con los extractos futuros y con también llevar el control correcto de todas las fracciones y con esto lograr su correcta separación.

## Bibliografía/Referencias

1. Sotelo-Leyva, C., Tagle-Emigdio, L. J., Aniceto-Teofilo, C., Galeana-Hernández, J., Condori-Cordero, S., Flores-Blanco, G., & Salinas-Sánchez, D. O. (2022). *Estudio etnofarmacológico y fitoquímico de las plantas medicinales de mayor uso en Julián Blanco, Guerrero, México*. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 8(1). <https://doi.org/10.30973/aap/2022.8.0081012>
2. Guía-Ramírez, S., Salgado, T. M., Bolado, S., Yáñez-Espinosa, L., & J. Daniel Tejero-Díez. (2020). *Desarrollo de la corteza: Estudio comparativo en dos especies de Ceiba (Malvaceae)*. 128. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1781>
3. Pereira-de-Menezes-Filho, A. C., Chaves-Santos, M., Frederico, C., de, G., & Christofoli, M. (2022). *Prospección fitoquímica y actividades biológicas del extracto floral Ceiba pubiflora a. St. - hill. (Malvaceae)*. *Revista Cubana de Química*, 34(2), 324–339. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-54212022000200324](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212022000200324)
4. Suastegui-Baylón, L., Salazar, R., Maldonado-Astudillo, Y. I., Ramírez-Sucre, M. O., Arámbula-Villa, G., Flores-Casamayor, V., & Jiménez-Hernández, J. (2021). *Physical, chemical, and rheological characterization of tuber and starch from Ceiba aesculifolia subsp. Parvifolia*. *Molecules*, 26(7). <https://doi.org/10.3390/molecules26072097>
5. Orozco, J., Rodríguez-Monroy, M. A., Martínez, K. E., Flores, C. M., Jiménez-Estrada, M., Durán, A., ... & Canales, M. (2013). Evaluation of some medicinal properties of *Ceiba aesculifolia* subsp. parvifolia. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(7), 309-314.
6. Avendaño, A., Casas, A., Dávila, P., & Lira, R. (2006). Use forms, management, and commercialization of “pochote” *Ceiba aesculifolia* (HB & K.) Britten & Baker f. subsp. parvifolia (Rose) PE Gibbs & Semir (Bombacaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Journal of Arid Environments*, 67(1), 15-35.
7. Muñoz-Cázares, N., Aguilar-Rodríguez, S., García-Contreras, R., Soto-Hernández, M., Martínez-Vázquez, M., Palma-Tenango, M., Prado-Galbarro, F. J., & Castillo-Juárez, I. (2018). Phytochemical screening and antivirulence properties of *Ceiba pentandra* and *Ceiba aesculifolia* (Malvaceae) bark extracts and fractions. *Botanical Sciences*, 96(3), 415–425. <https://doi.org/10.17129/botsci.1902>
8. Franco, B. M., Jiménez-Estrada, M., Hernández-Hernández, A. B., Hernández, L. B., Rosas-López, R., Durán, A., ... & Canales-Martínez, M. (2016). Antimicrobial activity of the fiber produced by “pochote” *Ceiba aesculifolia* subsp. parvifolia. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 13(3), 44-53.
9. Muñoz-Cázares, N., Aguilar-Rodríguez, S., García-Contreras, R., Soto-Hernández, M., Martínez-Vázquez, M., Palma-Tenango, M., Prado-Galbarro, F. J., & Castillo-Juárez, I. (2018). *Phytochemical screening and antivirulence properties of Ceiba pentandra and Ceiba aesculifolia (Malvaceae) bark extracts and fractions*. *Botanical Sciences*, 96(3), 415–425. <https://doi.org/10.17129/botsci.1902>
10. Díaz Villagómez, D. G., Efraín Hernández Ramírez, R., Cruz Cruz, D., & Villegas Gómez, C. (2023). *ANÁLISIS FITOQUÍMICO: UNA VISIÓN INTEGRAL DE LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE PRODUCTOS NATURALES*. *Naturaleza y Tecnología* Enero abril 2023 ISSN 2007-672X Universidad de Guanajuato