



DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
LICENCIATURA EN QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA
LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA Y PLANTAS
MEDICINALES

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

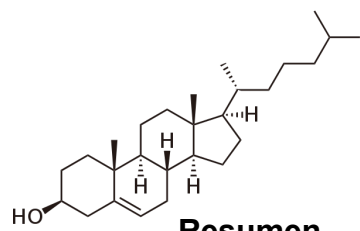
Proyecto:

" Análisis fitoquímico de plantas medicinales utilizadas en la medicina tradicional mexicana."

- **Alumno:** Juan José Guerrero Macedonio.
- **Matricula:** 2173063782
- **2173063782@alumnos.xoc.uam.mx**

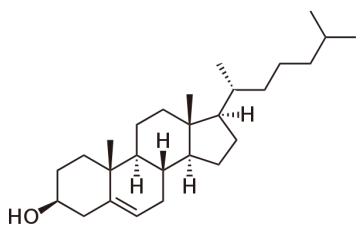
Asesor Interno:
Dr. Miguel Ángel Zavala Sánchez.
No. Económico: 17767

Asesor externo:
M.C.F. Raúl Calleros Flores
Cedula profesional: 9953286



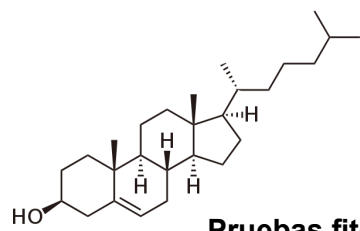
Resumen

En este estudio, se realizó el análisis fitoquímico de las especies *Verbena officinalis*, *Verbena carolina*, *Salvia keerlii*, *Chuphea aequipetala*, *Ageratina petiolaris*, *Eryngium carlinae*, y *Kalanchoe gastonis-bonniieri*, plantas utilizadas en la medicina tradicional mexicana principalmente para tratar padecimientos como diabetes, cáncer, dolor e inflamación, además de problemas gastrointestinales. En los análisis se determinó de manera cualitativa mediante reacciones coloridas o formación de precipitados la presencia de metabolitos secundarios de interés medicinal e industrial, como lo son azúcares reductores, glicósidos cardiotónicos, alcaloides, fenoles, cumarinas, flavonoides, saponinas y taninos de los extractos hidroalcohólicos de las especies antes mencionadas. Obteniendo así, que la mayoría de éstas tienen metabolitos secundarios, principalmente en *Chuphea aequipetala* y *Verbena carolina*. Además, en este estudio, se determinó de manera cuantitativa la cantidad de azúcares totales de cada especie mediante el método fenol-ácido sulfúrico, se determinó que *V. carolina* y *E. carlinae* son las especies con más cantidad de azúcares totales por extracto hidroalcohólico con 12.59% y 10.92 % respectivamente.

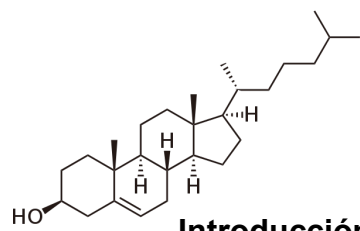


Contenido

Introducción	5
Marco teórico	5
Metabolitos secundarios.....	6
Terpenos:	7
Saponinas	7
Esteroles	7
Glucósidos cardiotónicos	7
Fenoles	8
Taninos.....	8
Flavonoides	8
Cumarinas	8
Azúcares reductores.....	9
Alcaloides.....	9
Plantas medicinales	9
<i>Verbena officinalis L.</i>	9
<i>Verbena carolina L.</i>	9
<i>Salvia keerlii B.</i>	10
<i>Chuphea aequipetala</i>	10
<i>Ageratina petiolaris</i>	10
<i>Eryngium carlinae</i>	10
<i>Kalanchoe gastonis-bonnieri</i>	11
Técnicas de extracción	11
Reflujo	11
Maceración.....	11
Hipótesis	11
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
Justificación y planteamiento del problema	12
Metodología.....	13
Obtención de material vegetal.....	13
Obtención de el o los extractos	13



Pruebas fitoquímicas	13
Cuantificación de azúcares totales	14
Resultados	16
Discusión	20
Conclusión	23
Referencias	23
Anexos	27
Preparación de reactivos	27



Introducción

México es uno de los países del mundo privilegiados en cuanto a diversidad biológica, se cree que en él existe cerca del 10% de toda la biodiversidad mundial (*Sarukhán, Carabias, Koleff, & Urquiza-Haas, 2012*). Además se estima que aún falta por reconocer hasta de tres veces más la cantidad de especies que hoy en día se conocen (*Martínez-Meyer, Sosa-Escalante, & Álvarez, 2014*). Por esto mismo es muy lógico pensar que debió a la gran cantidad de organismos que coexisten en este lugar, existen un gran número de interacciones y por lo tanto un gran contenido de metabolitos dentro de los mismos. Un ejemplo claro de esto son las plantas, ya que son una gran fuente de estos compuestos derivados de sus interacciones bióticas y abióticas, y consiguientemente muy utilizadas en la medicina tradicional del país (*Hussain & Reigosa, 2021*) (*Mattio, Catinella, Iriti, & Vallone, 2021*). Por esta razón, en la búsqueda de compuestos que beneficien la salud humana, las plantas utilizadas en la medicina tradicional mexicana se han convertido en una excelente alternativa y fuente de moléculas terapéuticas.

Marco teórico

Las plantas son seres vivos que necesitan del suelo, dióxido de carbono, luz solar, nutrientes minerales y agua para lograr su crecimiento y desarrollo (Navarro García, 2013). Desde la antigüedad el hombre descubrió la importancia de buscar y utilizar los productos naturales obtenidos de las plantas, ya que debido a su metabolismo son una fuente rica de medicamentos, cosméticos, perfumes y sabores (*Harborne, 1998*) (*Colinas & Fitzpatrick, 2022*)

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que ocurren en un organismo (Figura 1). En las plantas, el metabolismo suele dividirse en primario y secundario (también conocido como especializado) los cuales se distinguen entre ser fundamentales para el crecimiento o indispensable para la supervivencia en un hábitat particular (*Erb & Kliebenstein, 2020*).

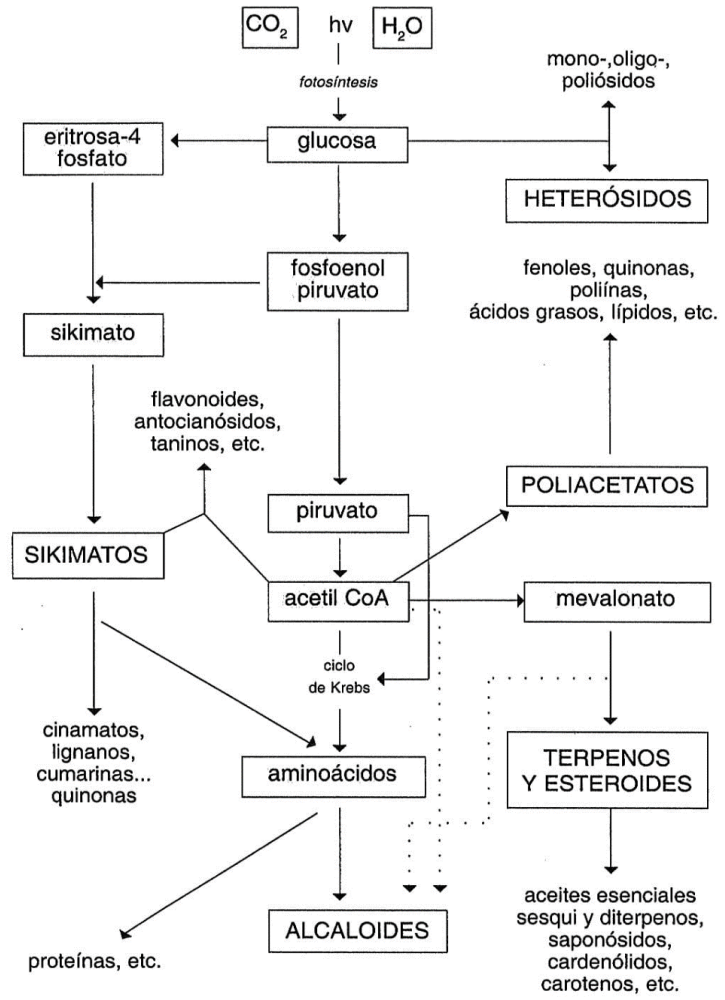
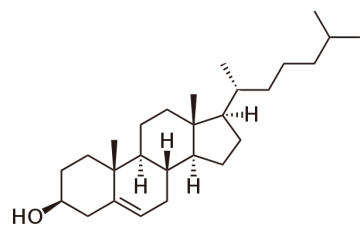
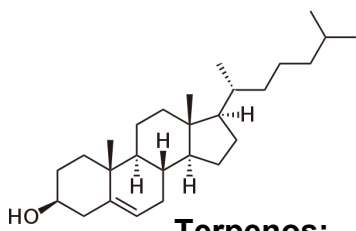


Figura 1: Mapa de Las principales rutas de biosíntesis de metabolitos secundarios (Bruneton, 2001), .

Metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios se agrupan en cuatro clases principales y se clasifican según su estructura química como:

- Terpenos. Entre los que se encuentran pigmentos, esteroides o aceites esenciales, y saponinas.
- Compuestos fenólicos, como Cumarinas, flavonoides, y taninos.
- Glicósidos. Como glicósidos cardiotónicos, glucósidos reductores.
- Alcaloides.



Terpenos:

Son la clase más amplia y diversa de compuestos químicos procedentes en las plantas, entre sus funciones más importantes se mencionan como reguladores del crecimiento y desarrollo, así también como mecanismo de protección contra animales herbívoros, y atracción de polinizadores (*Boncan et al., 2020; Byers, Bradshaw, & Riffell, 2014*).

Los seres humanos han encontrado gran utilidad en los terpenos de origen vegetal, por lo que han utilizados en gran variedad de áreas, principalmente la medicina e industria farmacéutica, en donde se ha descrito tener actividad en terapias contra el cáncer, obesidad e inflamación (*Zhang, Q., Tian, X. & Cao, X. 2019*) (*Jordamovć et al., 2023*). En cuanto a su estructura los terpenos están formados por las uniones isoprenicas (C₅H₈), que se unen entre sí, y se clasifican según su número de hemiterpenos (C₅), por ejemplo, monoterpenoides (C₁₀), diterpenoides (20) y politerpenoides (mayor a 40 carbonos) (*Harborne, 1998*). Los ensayos más utilizados para su identificación son los de Liebermann-Burchard y Salkowski (*Domínguez, XA., 1973*).

Saponinas

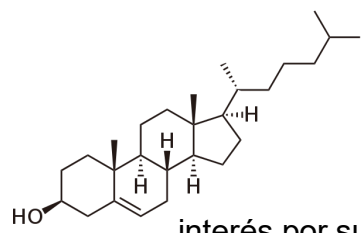
Las saponinas son heterósidos que se caracterizan por su capacidad de producir espuma o poseer propiedades hemolíticas. Según su estructura se clasifican en tipo esteroide o triterpenoide pentacíclico (*Harborne, 1998*), son de interés en la industria farmacéutica, ya que son el punto de partida de la síntesis de varios compuestos como hormonas sexuales, esteroides diuréticos o la vitamina D. Además de propiedades biológicas antiinflamatorias (*Weixin Liu et al., 2021*). Uno de los ensayos más útiles para identificarlos es el Rosenthaler (*Domínguez, XA., 1973*).

Esteroles

Son compuestos constituidos por entre 27 y 29 átomos de carbono. Se encuentran en la naturaleza tanto de origen animal como vegetal, cuyo principal eje corresponde al ciclopentano perhidro fenantreno, (*Domínguez, XA., 1973*). Son importantes en la medicina por han demostrado tener propiedades en reducción de la colesterolemia en humanos (*Pascual Fuster, Vicente. 2017*). Para su identificación se emplean los reactivos de Liebermann-Burchard y Salkowski (*Domínguez, XA., 1973*).

Glucósidos cardiotónicos

Los glucósidos cardiotónicos son compuestos procedentes de esteroides, y se caracterizan por tener efectos sobre el corazón. Están constituidos de entre 3-5 moléculas de monosacáridos, como metilpentosas y desoxiazúcares. Son moléculas solubles en agua y alcoholes de bajo peso molecular e insoluble en compuestos como cloroformo y lípidos. (*Domínguez, XA., 1973*). Este tipo de compuestos son de alto



interés por su largo historial de efectos medicinales contra enfermedades del corazón en seres humanos, además que ha descubierto tener propiedades contra el cáncer (Gao et al., 2022; Kotecha et al., 2020). La prueba para su identificación es mediante el reactivo de Baljet (*Trease y Evans, 1991*).

Fenoles

Son un grupo de compuestos que poseen grupos alcohólicos, carboxílicos y aldehídos, así como también son los derivados del catecol, floroglucinol, vainillina (*Trease y Evans, 1991*).

Los compuestos fenólicos son sustancias que poseen propiedades antioxidantes que pueden incidir en la prevención del daño oxidativo, así como también se ha demostrado que algunos poseen actividad neuroprotectora y antidiabética (*Wei et al., 2022*) (*Ndlovu, van Jaarsveld, & Caleb, 2019*).

Taninos

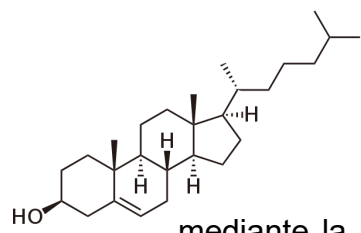
Los taninos son sustancias de origen vegetal capaces de precipitar proteínas como las que se encuentran en las pieles de origen animal, se ha reportado que tiene actividad antimicrobiana, y a causa de ello son utilizados para convenir la piel de los animales en cuero (*Trease y Evans, 1991*), a su vez estudios recientes muestran que tienen efectos positivos contra enfermedades respiratorias (*Sivanantham et al., 2019*) (*Rajasekaran, Rajasekar, & Sivanantham, 2021*). El ensayo de cloruro férrico es una prueba colorimétrica muy empleada para detectar este tipo de compuestos junto con los fenoles (*Trease y Evans, 1991*).

Flavonoides

Son pigmentos de origen vegetal, los cuales tiene un esqueleto C6-C3-C6, los cuales se encuentran catalogados según su número de oxidación en flavonas, flavanonas, chalconas entre otros (*Domínguez, XA., 1973*) (*W. Liu et al., 2021*). Son de alto interés en la medicina ya que se han reportado que tienen actividad antiinflamatoria, además existen reportes donde se menciona que son inhibidores de la elastasa una enzima que altas concentraciones puede provocar enfermedad renal o respiratoria (*Zhang et al., 2018*), (*Jakimiuk, Gesek, Atanasov, & Tomczyk, 2021*). Para identificarlos pueden aplicarse la prueba de Shinoda o NaOH, (*Domínguez, XA., 1973*) (*Fransina, Tanasale, Latupeirissa, Malle, & Tahapary, 2019*).

Cumarinas

Son compuestos de origen natural provenientes de la lactona o ácido o-hidroxicinámico, se pueden ser subdivididas en simples, dímeros, furanocumarinas y piranocumarinas se han encontrado que pueden tener efectos anticoagulantes, hipercolesterémicos o anticancerígenos. Estos metabolitos se pueden determinar



mediante la prueba de NaOH al 10 % (Domínguez, XA. ,1973) (Kamoldinov et al., 2021) (Jiménez-Orozco et al., 2022).

Azúcares reductores

Son todos los monosacáridos y algunos disacáridos como la lactosa, maltosa, celobiosa entre otros, que se caracterizan por tener un grupo hidroxilo anomérico en donde es posible que puedan reaccionar como reductores (Trease y Evans, 1991). Entre sus principales usos se destaca su potencial como precursores en el desarrollo de biocombustible y beneficios para la flora intestinal (Perpiñan, Y. O. 2022). Las pruebas para identificarlos son Fehling y Benedict en las cuales deberá formarse un precipitado anaranjado o rojizo (anexos) (Trease y Evans, 1991).

Alcaloides

Son aquellos compuestos provenientes de plantas, que contiene en si uno o más átomos de nitrógeno, por lo regular poseen forma cristalina, y al unirse con ácidos forman sales, en las plantas son importantes porque cumplen funciones de defensa. Son de interés en la industria farmacéutica ya que poseen actividad antimicrobiana, antiinflamatoria, analgésica y anticancerígena (Trease y Evans, 1991) (Wang et al., 2018) (Jin, Hua, Meng, & Gao, 2010). Pueden identificarse mediante reacciones con metales pesados como el yoduro de potasio (reactivo de Mayer), al formar precipitados (Trease y Evans, 1991).

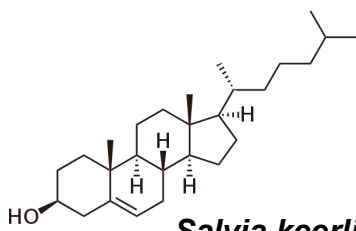
Plantas medicinales

Verbena officinalis L.

“Es una planta erecta, perenne, crece hasta 1 metro de altura, hojas oblongas u ovaladas, profundamente divididas, de 3 a 6 cm de longitud por 0.5 a 3cm de ancho, con espigas paniculadas, delgadas, con flores color lila. Ampliamente distribuida en el valle de México, crece en pastizales y matorrales (Rzedowski & Rzedowski, 2001)”. *V. officinalis* es utilizada en la medicina tradicional como tratamiento en enfermedades gástricas, heridas, dolor, tos en otras. Así como también existen reportes de sobre su efecto anticancerígeno, antimicrobiano y antioxidantes (Kubica et al., 2020).

Verbena carolina L.

“*V. carolina* es una planta herbácea perenne, erecta que crece 70 cm de altura, con tallos ramificados y cubiertos de pelillos. Las hojas son alargadas y onduladas, sus flores son moradas espigadas delgadas, altamente distribuida en el valle de México (Rzedowski & Rzedowski, 2001).” Esta especie es empleada en la medicina tradicional para tratar padecimientos como diarrea, vomito, dolor e infecciones dermatológicas. Existen reportes de sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes así como de algunos de los componentes como la hispidulina a la cual se le atribuyen propiedades antifúngicas (Lara-Issasi et al., 2019)



Salvia keerii B.

“*Salvia keerii* es un arbusto de 1.5 a 2.5 metros, con tallos tomentosos a pilosos, a menudo con pelos estrellados, sus lóbulos agudos coloran azul, rara vez blanco, ampliamente distribuida en México (Rzedowski & Rzedowski, 2001).” Las salvias son de interés puesto que se les han atribuido efectos antimicrobianos, antioxidantes, antidiabéticos y anticancerígenos (Al-Mijalli et al., 2022).

Chuphea aequipetala

“Es una hierba postrada de ramas ascendentes que mide de entre 30 a 40 cm de largo, con la superficie llena de pelillos violeta o rojizos. Las flores presentan un cáliz densamente lleno de pelillos morados y los pétalos son de color purpúreo de unos 10 cm de largo. Es una planta ampliamente distribuida en la república mexicana, habita en cerros, laderas, orillas de caminos principalmente en climas cálidos, semicálidos y templados (Archundia Garduño, 2005).” Esta especie es utilizada en la medicina tradicional para tratar dolor e inflamación, así como también cáncer y problemas gastrointestinales. Así mismo existen evidencia de su efecto anti inflamatorio y antinociceptivo (Alonso-Castro et al., 2021).

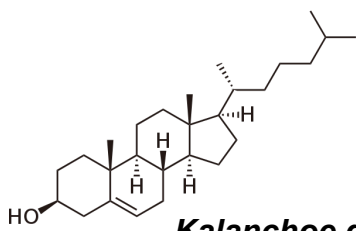
Ageratina petiolaris

“Es un arbusto que alcanza un tamaño de hasta de 2 m de altura. Sus hojas son opuestas más largas que anchas, triangulares, con pelos de color verde en ambas caras. Las flores son blancas en número de 35 a 40 por cabezuela. Originaria de México, habita en climas cálidos, semicálidos, semisecos y templados, asociada a bosques tropicales caducifolio y bosque mesófilo de montaña, bosques de encino y de pino (Rzedowski & Rzedowski, 2001).” Dentro de sus usos tradiciones se encuentran problemas gastrointestinales, cólicos, dolor y diabetes, habiendo en este último reportes de su actividad (Mata-Torres, Andrade-Cetto, Espinoza-Hernández, & Cárdenas-Vázquez, 2020).

Eryngium carlinae

“*Eryngium carlinae* tiene tamaño: De 5 a 50 cm de alto, sin tallo aparente, y cuando raramente lo presenta es inclinado a erecto, uno o varios, sencillos o con ramificaciones casi horizontales. Las hojas tienen basales dispuestas en una roseta densa, con peciolo alado, base lámina oblanceolada, de 3 a 10 cm de largo y 0.5 a 2 cm de ancho (Rzedowski & Rzedowski, 2001).”

Entre sus usos medicinales se encontró que es utilizada para padecimientos como dolor e inflamación, así hipertensión, además existen reportes de su efecto antiinflamatorio, antioxidante y protector renal (Arana-Argáez et al., 2021) (Lemus-de la Cruz et al., 2023).



Kalanchoe gastonis-bonniieri

“Es una hierba robusta que puede llegar a medir hasta 1 m de altura. Sus hojas son opuestas, de lanceoladas a espatuladas y miden de 10 A 30 cm de largo y de 3 a 6 cm de ancho, cuneadas en la base, Inflorescencia en forma de un corimbo de 15 a 30 cm de alto; cáliz campanulado-urceolado, inflado, de hasta 23 mm de largo, verde rojizo; corola hasta 37 mm de largo, un tercio más larga que el cáliz, amarilla o verde rojiza (*Rauh, 1992*)” esta especie es de origen africano, tiene muchas propiedades medicinales demostradas como su efecto antiinflamatoria, antimicrobianas (*Abdalla et al., 2017*) (*Saleem et al., 2022*).

Técnicas de extracción

Reflujo

El proceso consiste en la molienda del material vegetal, para posteriormente ser combinado con un disolvente convenientemente escogido, los cuales se someterán a ebullición.

Los materiales utilizados son un balón de destilación (el cual contendrá el material vegetal y el disolvente) y un refrigerante.

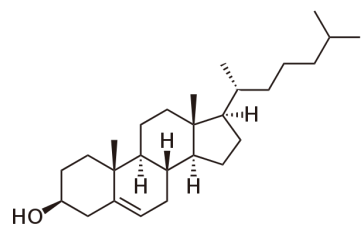
La principal ventaja de esta técnica es que a temperaturas elevadas el disolvente permite una buena extracción debido a que la solubilidad de la mayoría de las sustancias aumenta con la temperatura. Por otra parte, este método presenta el inconveniente de que muchos compuestos orgánicos se pueden alterar o descomponer por efecto de la misma.

Maceración

Este proceso comienza con la molienda del material vegetal, el cual se deja remojar con un disolvente apropiado, previamente seleccionado en un recipiente preferente de vidrio, el cual se tapaná y se deja en reposo, por un periodo de 2 semanas, con agitación ocasional. Subsiguientemente se filtra el líquido y si el material aún contuviera las sustancias de interés, se repite el proceso con el disolvente nuevo tantas veces sea necesario.

Hipótesis

“Las partes aéreas de las especies *Verbena officinalis L*, *Verbena Carolina L*, *Salvia Keerllii*, *Chuphea aequipetala*, *Ageratina petiolaris*, *Eryngium carlinae* y *Kalanchoe gastonis-bonniieri*, contendrán metabolitos secundarios de interés, debido a su amplio uso en la medicina tradicional mexicana.”



Objetivo general.

- Determinar el perfil fitoquímico de *Verbena officinalis*, *Verbena Carolina*, *Salvia Keerlii*, *Cuphea aequipetala*, *Ageratina petiolaris*, *Eryngium carlinae* y *Kalanchoe gastonis-bonnieri*.

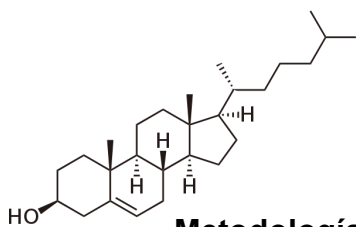
Objetivos específicos.

- Obtener el o los extractos de *Verbena officinalis*, *Verbena Carolina*, *Salvia Keerlii*, *Cuphea aequipetala*, *Ageratina petiolaris*, *Eryngium carlinae* y *Kalanchoe gastonis-bonnieri*.
- Determinar principales grupos de metabolitos secundarios mediante pruebas cualitativas de *Verbena officinalis*, *Verbena Carolina*, *Salvia Keerlii*, *Cuphea aequipetala*, *Ageratina petiolaris*, *Eryngium carlinae* y *Kalanchoe gastonis-bonnieri*.
- Cuantificar los azúcares totales presentes en los extractos hidroalcohólicos de las especies *Verbena officinalis*, *Verbena Carolina*, *Salvia Keerlii*, *Cuphea aequipetala*, *Ageratina petiolaris*, *Eryngium carlinae* y *Kalanchoe gastonis-bonnieri*.

Justificación y planteamiento del problema

México es catalogado como uno de los países más diversos en flora y fauna silvestre en el mundo, se ha calculado que esta riqueza equivale a cerca del 10% de la biodiversidad mundial. Por este motivo la medicina tradicional mexicana ha acumulado un gran conocimiento acerca de los beneficios que representa para la salud humana el empleo de productos naturales en la cura de numerosas enfermedades, un ejemplo de ello es que la mayoría de los fármacos actualmente disponibles para la terapia del cáncer se derivan de productos naturales o se encuentran relacionados con ellos.

Por este motivo es pertinente el estudio fitoquímico de las plantas con interés medicinal, con el fin de que sus resultados aumenten el conocimiento científico y sean una herramienta en la toma de decisiones respecto a la investigación, tecnología, conservación y uso sostenible de estas especies que contribuyen a la seguridad social en salud y desarrollo del país.



Metodología

Obtención de material vegetal

El material vegetal (partes aéreas) se colectaron en diferentes partes de México, los especímenes fueron identificados y depositados en el herbario de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco (UAM-X).

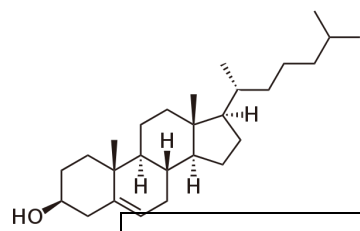
Obtención de el o los extractos

100 g de material vegetal molido de cada especie fue sometido a extracción por reflujo durante 4 horas utilizado como disolvente de 200 ml de etanol. Posteriormente se filtró al vacío y el disolvente se eliminó mediante evaporación a presión reducida para finalmente ser almacenado y utilizarse.

Pruebas fitoquímicas

Las determinaciones fitoquímicas de los extractos se llevarán a cabo por triplicado empleando técnicas cualitativas que indican la presencia de los diferentes metabolitos mediante cambios de coloración y/o formación de precipitado, de acuerdo a las metodologías propuestas por *Domínguez (1973)*, *Harborne (1984)* y *Evans (1991)*.

Grupo funcional (Metabolito)	Prueba	Procedimiento	Requerimiento para la muestra
Alcaloides	Reactivo de Mayer.	Agregar de 1 a 2 gotas del reactivo, si hay formación de algún precipitado (blanco o amarillo) la prueba es positiva.	En solución acidulada.
	Reactivo de Wagner.	Añadir entre 1 y 2 gotas del reactivo, esperando la formación de un precipitado marrón.	En solución acidulada.
	Reactivo de Dragendorff	Colocar en la muestra entre 1 y 2 gotas del reactivo, si es positiva se formará un precipitado naranja o marrón.	En solución acidulada.
	Reactivo de Hager	Agregar 1 o 2 gotas del reactivo esperando la formación de un precipitado.	En solución acidulada.
	Reactivo de Bertrand	Se añaden 1 o 2 gotas del reactivo esperando la formación de un precipitado.	En solución acidulada.
Cumarinas	NaOH al 10 %.	De 1 a 2 mg de muestra se disuelve en NaOH al 10. %. La prueba será positiva si aparece una coloración amarilla que desaparecía al acidular con HCl.	1 a 2 mg de extracto
Fenoles y taninos	Prueba del cloruro férrico	Se añade una gota de la solución de cloruro férrico la aparición de un precipitado o	En solución etanólica



			coloración roja, azul, violeta o verde se considera prueba positiva.	
Esteroides y Triterpenos	Prueba de Salkowski.		La muestra (1-2mg) se disuelve en 1 ml de cloroformo se pone en contacto con 1 ml de ácido sulfúrico, si desarrolla coloración amarilla o roja es positiva.	En solución clorofórmica
	Liebermann-Burchard		Se disuelven 2 a 3 mg de muestra en cloroformo y luego se añaden unas gotas del reactivo, observándose cambios de coloración.	En solución clorofórmica
Flavonoides	Shinoda		En un tubo con extracto se agregan un trozo de limadura de magnesio y unas gotas de HCl concentrado, la aparición de colores amarillo o naranja es prueba positiva.	En solución etanólica
	Prueba de hidróxido de sodio		Se añaden unas gotas de NaOH diluido a la prueba es positiva si hay cambio en la coloración (amarilla o naranja).	En solución etanólica
Saponinas	Rosenthaler		Se añade 1 gota del reactivo y 1 gota de H ₂ SO ₄ concentrado la prueba es positiva si hay una coloración violeta	En solución etanólica
Glicósidos Cardiotónicos	Reactivo de Baljet		Se utilizan dos soluciones que se mezclan en iguales volúmenes antes de usarse, Solución A) y solución B. se ponen 2-3 mg de compuesto y unas 3-4 gotas de reactivo, siendo positiva si se forma una coloración naranja o roja oscura.	En solución etanólica
Azúcares reductores	Fehling		Se utilizan dos soluciones que se mezclan en iguales volúmenes antes de usarse solución A) y B). Se utilizan 2-3 mg de compuesto y unas 3-4 gotas de reactivo, calentar en baño maría, si hay cambio en la coloración es positiva.	En solución etanólica
Azúcares reductores	Benedict		Tomar de 3 a 4 mg de solución problema, agregar 2 o 3 del reactivo. Añadir 500 µl de agua y calentar en baño maría, es positiva si hay algún cambio de color.	En solución etanólica

Tabla 1: Técnica del análisis fitoquímico.

Los resultados se registraron como abundante (+++), moderado (++), escaso (+), dudoso (+, -) y negativo (-).

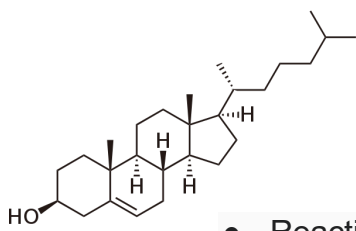
- Se realizó una base de datos con los resultados obtenidos (tabla 4).

Cuantificación de azúcares totales.

Se llevó a cabo por el método propuesto por *Dubois, M. (1956)*.

Se prepararon los siguientes reactivos.

- Reactivo A: solución de fenol al 5% (p/v) en agua destilada.



- Reactivo B: ácido sulfúrico concentrado.

Preparación de curva de calibración:

Se disolvió 100 mg de glucosa en 100 mL de agua destilada y se realizaron las siguientes preparaciones (*Tabla 2*).

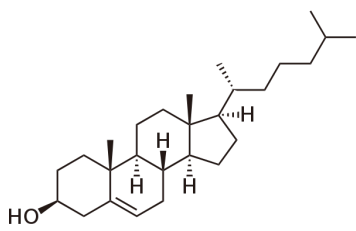
no. De tubo	mL de agua destilada añadida	mL de solución de glucosa	mL del reactivo A)	mL del reactivo B)
1	1	0	0.1	3
2	0.9	0.1	0.1	3
3	0.8	0.2	0.1	3
4	0.7	0.3	0.1	3
5	0.5	0.5	0.1	3
6	0.4	0.6	0.1	3
7	0.2	0.8	0.1	3
8	0.1	0.9	0.1	3
9	9	1	0.1	3

Tabla 2: Método para realización de la curva de calibración.

- Una vez terminado de añadir los reactivos, se produjo un desprendimiento color rojo-anaranjado, los tubos se dejaron reposar a temperatura ambiente durante 15 minutos, y se llevó a cabo su lectura en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nm.
- Los resultados obtenidos fueron graficados y analizados estadísticamente (grafico1).

Preparación de las muestras:

Para el análisis de las muestras se pesaron 10 mg de extracto hidroalcohólico de cada especie, los cuales se disolvieron en 100 mL de agua destilada. De esta solución se tomó 1 mL y se le agrego 0.1 mL del reactivo a) y 3 mL del reactivo b). Este ensayo se realizó por triplicado (*Tabla 3*).



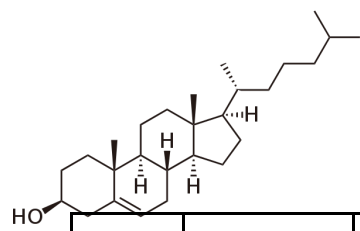
no. Tubo	mL de H2O	mL de muestra	mL de fenol	mL de H2SO4
1	0	1	0.1	3
2	0	1	0.1	3
3	0	1	0.1	3

Tabla 3: Método para cuantificación de azúcares.

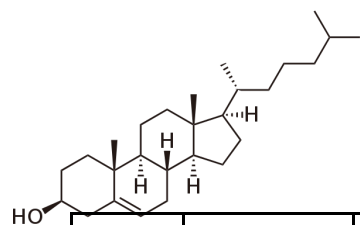
Se produjo un desprendimiento de color, y los tubos se dejaron reposar a temperatura ambiente durante 15 minutos. Se llevo a cabo su lectura en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nm. Posteriormente se empleó la ley de Lambert-Beer y realizaron los cálculos necesarios para obtener la concentración de azúcares de cada muestra.

Resultados

		Verbena officinalis	Verbena Carolina	Salvia Keerlii	Chuphea aequipetala	Ageratina petiolaris	Eryngium carlinae	kalanchoe gastonis-bonnierii
Alcaloides	Mayer	-	+	-	++	+	+	++
	Wagner	-	+	-	+	+	+	+
	Hager	-	+	-	++	++	+	+
	Bertrand	-	+	-	+	+	+	+
	Dragendorff	-	+	-	+	+	+	+++
Cumarinas	NaOH al 10 %	-	+	++	+	-	+	++



Fenoles y taninos	Cloruro férrico	-	+	++	+++	-	+	-
Esteroles Triterpenos	Salkowski.	+	+	+	++	++	+	-
	Liebermann - Burchard	-	+	+	++	+++	+	-
Flavonoides	Shinoda	-	++	++	+	-	-	+
	Prueba de NaOH	-	+	++	+	-	-	-
Saponinas	Rosenthaler	+++	+	+	-	++	+	+
Glucósidos Cardiotónicos	Baljet	+++	+	+++	++	-	+	+
Azúcares reductores	Fehling	++	++	+++	+	-	+	+



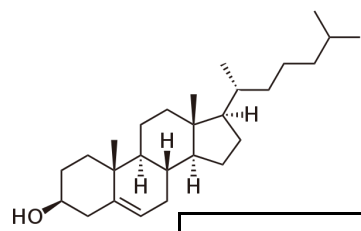
Azúcares reductores	Benedict	++	+	+++	+	+	+	+
---------------------	----------	----	---	-----	---	---	---	---

Tabla 4: resultados de análisis fitoquímico de los extractos etanolicos de Verbena officinalis, Verbena Carolina, Salvia Keerllii, Chuphea aequipetala, Ageratina petiolaris y Eryngium carlinae.

Simbología: abundante (+++), moderado (++) , escaso (+), dudoso (+, -) y negativo (-)

Controles

Ensayo	Controles	Metabolito
Mayer	Cafeína +++	Alcaloides
Wagner	Cafeína +++	
Hager	Cafeína +++	
Bertrand	Cafeína ++	
Dragendorf	Cafeína ++	
NaOH al 10 %	Aceite de canela +++	Cumarinas
Cloruro férrico	Ácido tánico +++	Fenoles y Taninos
Salkowski.	Prednisona ++	Esteroides y Triterpenos
Liebermann-Burchard	Prednisona ++	
Shinoda	Quercetina +++	Flavonoides
Prueba de NaOH	Quercetina +++	
Rosenthaler	Ácido tánico +++	Saponinas



Baljet	Glucosa +++	Glucósidos Cardiotónicos
Fehling	Glucosa ++	Azúcares reductores
Benedict	Glucosa +++	Azúcares reductores

Tabla 5: Controles positivos utilizados en los análisis fitoquímicos.

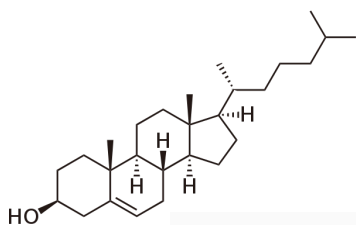
Simbología: Abundante (+++), moderado (++) , escaso (+), dudoso (+, -) y negativo (-).



Gráfica 1: Curva de calibración

<i>V. offinalis</i>	<i>V. carolina</i>	<i>S. keerlii</i>	<i>C. aequipetala</i>	<i>A. petiolaris</i>	<i>E. carlinae</i>	<i>K. gastonis</i>
0.14	0.171	0.117	0.089	0.24	0.162	0.127
0.134	0.17	0.127	0.097	0.2	0.164	0.124
0.129	0.189	0.117	0.092	0.19	0.163	0.122

Tabla 5 : absorbancias obtenidas de cada muestra a 540 nm.



<i>V. officinalis</i>	<i>V. carolina</i>	<i>S. keerlii</i>	<i>C. aequipetala</i>	<i>A. petiolaris</i>	<i>E. carlinae</i>	<i>k. gastonis</i>
7.59	12.50	5.97	2.77	16.36	10.92	6.44

Tabla 6: Resultado expresado en porcentaje de azúcares totales por extracto de cada planta analizada.

Discusión

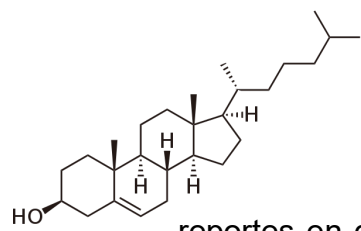
El consumo de plantas que son abundantes en compuestos fitoquímicos se ha asociado con un menor riesgo de varios trastornos crónicos, como las enfermedades cardiovasculares (Jiménez-Bojórquez, 2019). Los resultados obtenidos de los análisis fitoquímicos cualitativos (Tabla 4) muestran que los extractos hidroalcohólicos de las partes aéreas de las especies *Verbena officinalis*, *Verbena Carolina*, *Salvia keerlii*, *Cuphea aequipetala*, *Ageratina petiolaris*, *Eryngium carlinae* y *Kalanchoe gastonis-bonnierii* contienen en su mayoría algunos metabolitos de interés como compuestos fenólicos, triterpenos, alcaloides, y glicósidos, de acuerdo a las metodología propuestas por Domínguez (1973), Harborne (1984) y Evans (1991) (tabla 1).

En cuanto a las pruebas de alcaloides se encontró que *Cuphea aequipetala* y *Kalanchoe gastonis-bonnierii*, fueron quienes presentaron mayor reactividad, principalmente en los reactivos de Hager, Mayer, y Dragendorff con un resultado moderado. Actualmente no se han encontrado reportes de dichos metabolitos en estas especies, pero en el caso de *Cuphea aequipetala* existe evidencia de poseer efectos antinociceptivo y antiinflamatorio (Alonso Castro et al., 2021). por lo que podría suponerse que un alcaloide pueda ser el responsable de estos mismos. Por otra parte, se encontró un escaso contenido de estos metabolitos en *Ageratina petiolaris*, *Eryngium carlinae*, y *Verbena Carolina* los cuales también no han sido reportados. En los casos de *Verbena officinalis* y *Salvia keerlii* no se encontró reactividad aparente en ninguno de los ensayos para alcaloides.

En la prueba de NaOH al 10% para detectar cumarinas, el resultado fue escaso, en *Eryngium carlinae* y *Cuphea aequipetala*. Se han encontrado estudios en plantas del género *Eryngium* donde también reportan alguno de dichos metabolitos (Kikowska, M., et al. 2020)., así como también existen reportes de estos mismos en el género *Cuphea* (Moustafa, E., et al. 2018).

Mientras tanto en *Verbena Carolina*, el resultado fue escaso, en *Salvia Keerlii* y *Kalanchoe gastonis-bonnierii* fue moderado. En *Verbena officinalis* y *Ageratina petiolaris* no se encontró reactividad alguna en este ensayo. Cabe mencionar que en ninguna de las especies antes mencionadas se han encontrado reportes de sobre su contenido de cumarinas.

Para detectar la presencia de fenoles y taninos, se utilizó la reacción de cloruro férrico (Domínguez, XA., 1973) en donde *Salvia Keerlii* y *Cuphea aequipetala* obtuvieron un resultado moderado y abundante respectivamente. Esto concuerda con varios



reportes en donde se han descrito la existencia de compuestos fenólicos en varias especies del género de *salvia* (Askari, S. et al., 2020), y *Cuphea* (Shi, M., et al. 2019) (Sobolewska, D. 2022). Mientras que para *V. carolina* y *E. carlinae* el resultado fue escaso, también es importante mencionar que se han reportado estos compuestos en *Eryngium carlinae* (Knauth, P., et al. 2018). Por otra parte, resultados publicados por Lara-Issasi, et al. (2019), mencionan que algunas *Verbenas* son fuentes ricas de compuestos fenólicos cómo el verbascoside al cual se le atribuyen propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas. A lo que corresponde a *Ageratina petiolaris*, *V. officinalis* y *Kalanchoe gastonis-bonnierei* el resultado fue negativo en este estudio.

Las pruebas para Esteroles y Triterpenos utilizadas fueron Liebermann-Burchard y Salkowski, (Domínguez, XA. ,1973), resultando en un contenido abundante y moderado de estos metabolitos en *Ageratina petiolaris* y *Cuphea aequipetala* respectivamente. En el caso de *A. petiolaris* no existen reportes previos acerca del contenido de ambos metabolitos, caso contrario en *Cuphea* en donde ya desde algunos años se tiene conocimiento que dicho género es rico en el contenido de éstos, principalmente en triterpenos como el ácido betulínico y ácido ursólico, así como también esteroles como el B-sitosterol, a los cuales se han descrito con efectos antimicrobianos, antiinflamatorios y anticancerígenos. (González, A., et. ali.1994).

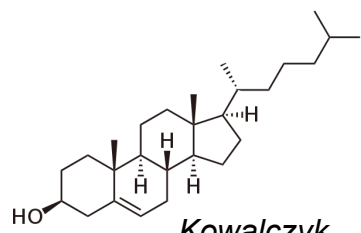
En los casos de los extractos de *V. carolina*, *S. keerlii*, y *E. carlinae*, en éstas pruebas obtuvieron un resultado escaso en cuanto a su contenido de esteroles y triterpenos. En *V. carolina* también se ha reportado contenido alguno de triterpenos como el ácido ursólico, (Lara-Issasi, et al. 2019). Así como también existen reportes de estos metabolitos en *Eryngium carlinae* (Erdem, S., et al. 2015). Así mismo en *V. officinalis* y *K. gastonis-bonnierei* el resultado para esta prueba fue negativo.

En cuanto a los análisis de flavonoides se utilizaron las pruebas de Shinoda y NaOH concentrado, en donde *Cuphea aequipetala* obtuvo un resultado moderado en la prueba de Shinoda y abundante en la prueba de NaOH. Esto coincide con estudios realizados por Santos, M., et al. (2020), en donde reportan que el género *Cuphea* es caracterizado por ser rico en flavonoides derivados de la quercetina, miricetina y el kaempferol.

Salvia keerlii obtuvo un resultado moderado en ambas pruebas en cuanto al contenido de flavonoides, cabe mencionar que desde hace algunos años se tiene conocimiento que el género *Salvia* es rico en este tipo de compuestos, se han aislado aproximadamente más de 50 flavonoides de 51 especies de *Salvias* analizadas, (Paje, L., et al., 2022) (Askari S., et al. 2021).

En el caso de *V. carolina* el resultado fue moderado en la prueba de Shinoda y escaso en la de NaOH, estudios realizados por Nisar, R., et al. (2022) reportan la presencia de flavonoides en esta especie. A lo que corresponde a *E. carlinae* el resultado fue escaso en ambas pruebas, también se tiene registro de la presencia de estos metabolitos en esta misma, (Knauth, P., et al. 2018).

Para *K. gastonis-bonnierei* el resultado fue escaso, pero existen registros de especies del género *Kalanchoe* donde se informa de varios compuestos derivados de flavonoides como kaempferol, quercetina, y isorhamnetina (Krzyzanowska-



Kowalczyk, J., et al. 2017) (Stefanowicz-Hajduk, J., et al. 2020). Así mismo en *A. petiolaris* y *V. officinalis* el resultado fue negativo.

Para la identificación de Saponinas se utilizó la prueba de Rosenthaler, en la cual *V. officinalis* obtuvo un resultado abundante de dichos metabolitos, por otra parte *A. petiolaris* dio un resultado moderado en ambos ensayos. En estas especies no encontraron reportes previos acerca del contenido alguno de dichos compuestos. *Salvia Keerlii*, *Kalanchoe gastonis-bonnieri*, *Verbena carolina* y *Eryngium carlinae*, resultaron con un contenido escaso de estos compuestos. En las cuatro especies antes mencionadas tampoco existen reportes previos acerca del contenido de saponinas, solamente en algunas especies del género de *Savia* y *Eryngium* existen muy pocos artículos sobre algún contenido de estos metabolitos (Hafez, S. et al. 2021) (Kikowska, M., et al. 2020). finalmente, en *Cuphea aequipétala* no se encontró presencia alguna saponinas.

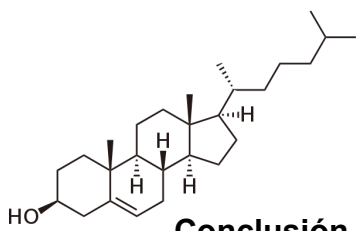
La prueba de Baljet (Trease y Evans, 1991), se utilizó para identificar glucósidos cardiotónicos, en la cuales no encontraron reportes previos a esta investigación, resultando que en *Verbena officinalis* y *Salvia keerlii* se observó un contenido abundante de estos metabolitos, en *Cuphea aequipetala* el resultado fue moderado y en *Verbena Carolina*, *Eryngium carlinae*, *Kalanchoe gastonis-bonnieri*, el resultado fue escaso, mientras tanto en *A. petiolaris* el resultado fue negativo.

Los reactivos de Benedict y Fehling (Domínguez, XA. 1973), se utilizaron para encontrar azúcares reductores en los extractos hidroalcohólicos de estas especies, como en el caso anterior, no se han encontrado reportes sobre dichos metabolitos en las mismas.

Los resultados de esta investigación mostraron que *V. officinalis* tiene un contenido moderado de estos metabolitos, ya que en ambas pruebas obtuvo este mismo resultado, en *V. Carolina* el resultado fue moderado en la prueba de Fehling y escaso en la prueba de Benedict. En *S. keerlii* el resultado fue abundante en ambas pruebas. En *Cuphea aequipetala*, *E. carlinae*, *K. gastonis bonnierii* se obtuvo un resultado escaso, finalmente en *A. petiolaris* el resultado fue negativo en ambas pruebas.

Se realizó la cuantificación de azúcares totales (Tabla 6), por el método del fenol-ácido sulfúrico propuesto por Dubois, M. (1956), para lo cual se realizó una curva de calibración (gráfica 1) resultado con una r^2 de 0.9932. Los resultados obtenidos de extractos hidroalcohólicos de *E. carlinae* y *V. carolina*, fueron los que resultaron un con mayor contenido de azúcares totales con 10.92 % y 12.59% respectivamente.

En cuanto a *V. officinalis* resultó con una cantidad de azúcares totales de 7.59%, solo en esta especie se encontró información sobre sobre los principales azúcares que la componen, según estudios realizados por Polumackanycz, M., et al. (2022), menciona que los principales azúcares que contiene esta especie son azúcares reductores como la fructosa y glucosa. En *S. keerlii* el resultado de azúcares totales fue de 5.97%, en *C. aequipetala* del 0.0277 2.77 %, *E. carlinae* con 10.92 % y finalmente en *K. gastonis bonnierii* fue de 6.44%.

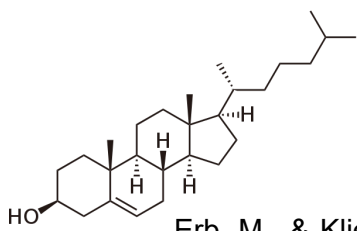


Conclusión

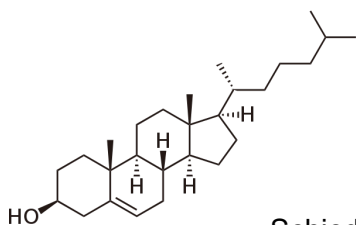
Los resultados de esta investigación mostraron la presencia de azúcares reductores, glucósidos cardiotónicos, alcaloides, fenoles, cumarinas, flavonoides, saponinas y taninos en la mayoría de los extractos hidroalcohólicos obtenidos de las especies de plantas analizadas, lo que fundamenta el porqué de su empleo e importancia en la medicina tradicional mexicana, así como fomenta las bases de su posible potencial en cuanto al uso medicinal convencional e industrial. Es necesaria la continuidad de estas investigaciones para lograr evaluar y comprobar sus posibles efectos terapéuticos, así como también identificar, caracterizar y cuantificar los posibles metabolitos de interés que puedan aportar estas especies al conocimiento y desarrollo social en términos de salud.

Referencias

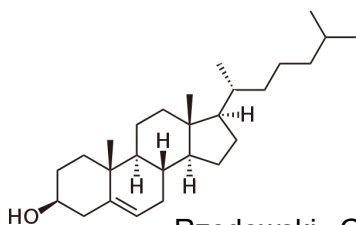
- Abdalla, S. L., Costa, S. S., Gioso, M. A., Casanova, L. M., Coutinho, M. A., Silva, M. F. A., . . . Dias, R. S. (2017). Efficacy of a *Kalanchoe gastonis-bonnieri* extract to control bacterial biofilms and dental calculus in dogs. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, *37*, 859-865.
- Al-Mijalli, S. H., Assaggaf, H., Qasem, A., El-Shemi, A. G., Abdallah, E. M., Mrabti, H. N., & Bouyahya, A. (2022). Antioxidant, Antidiabetic, and Antibacterial Potentials and Chemical Composition of *Salvia officinalis* and *Mentha suaveolens* Grown Wild in Morocco. *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, 2022.
- Alonso-Castro, A. J., Arana-Argáez, V., Yáñez-Barrientos, E., Ramírez-Camacho, M. A., Wrobel, K., Torres-Romero, J. C., . . . Wrobel, K. (2021). Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Cuphea aequipetala* Cav (Lythraceae). *Inflammopharmacology*, *29*, 295-306.
- Arana-Argáez, V., Alonso-Castro, A. J., Yáñez-Barrientos, E., Euan-Canto, A., Torres-Romero, J. C., Isiordia-Espinoza, M. A., . . . González-Ibarra, A. A. (2021). In vitro and in vivo anti-inflammatory effects of an ethanol extract from the aerial parts of *Eryngium carlinae* F. Delaroché (Apiaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, *266*, 113406.
- Archundia Garduño, E. (2005). *Plantas medicinales de valles altos del estado de México*. Retrieved from
- Askari, S. F., et al. (2021). "Iranian *Salvia* species: A phytochemical and pharmacological update." *Phytochemistry* 183: 112619.
- Boncan, D. A. T., Tsang, S. S., Li, C., Lee, I. H., Lam, H.-M., Chan, T.-F., & Hui, J. H. (2020). Terpenes and terpenoids in plants: Interactions with environment and insects. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(19), 7382.
- Bruneton, J. (2001). *Plantas medicinales Elementos de Fitoquímica y Farmacognosia*. In: Editorial Acribia SA Zaragoza-España.
- Byers, K. J., Bradshaw, H. D., Jr., & Riffell, J. A. (2014). Three floral volatiles contribute to differential pollinator attraction in monkeyflowers (*Mimulus*). *J Exp Biol*, *217*(Pt 4), 614-623. doi:10.1242/jeb.092213
- Colinas, M., & Fitzpatrick, T. B. (2022). Coenzymes and the primary and specialized metabolism interface. *Current Opinion in Plant Biology*, *66*, 102170.
- Dubois, M. K. (1956). Use of phenol reagent for the determination of total sugar. *Anal. Chem.*, *28*, 350.
- Domínguez, XA. (1973). *Métodos de investigación fitoquímica*. 1ª. ed. LIMUSA, Mexico D.F. pp. 281



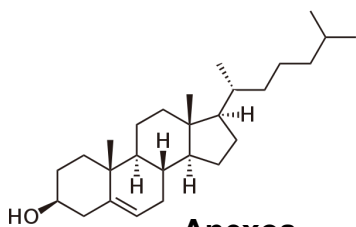
- Erb, M., & Kliebenstein, D. J. (2020). Plant secondary metabolites as defenses, regulators, and primary metabolites: the blurred functional trichotomy. *Plant physiology*, 184(1), 39-52.
- Erdem, S. A., Nabavi, S. F., Orhan, I. E., Daglia, M., Izadi, M., & Nabavi, S. M. (2015). Blessings in disguise: a review of phytochemical composition and antimicrobial activity of plants belonging to the genus *Eryngium*. *Daru : journal of Faculty of Pharmacy, Tehran University of Medical Sciences*, 23, 53.
- Fransina, E. G., Tanasale, M. F., Latupeirissa, J., Malle, D., & Tahapary, R. (2019). *Phytochemical screening of water extract of gayam (Inocarpus edulis) Bark and its amylase inhibitor activity assay*. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Gao, L., Zhao, M., Mao, Y., Zhang, L., Wang, X., Li, S., . . . Qiao, H. (2022). Localized Microsphere/Hydrogel for Tumor Immunotherapy of Cardiac Glycoside with Minimal Toxicity. *ACS Applied Materials & Interfaces*.
- González, A. G., Valencia, E., Expósito, T. S., Barrera, J. B., & Gupta, M. P. (1994). Chemical Components of *Cuphea* Species. Carthagenol: A New Triterpene from *C. carthagenensis*. *Planta medica*, 60(6), 592–593.
- Hafez Ghoran, S., Firuzi, O., Asadollahi, M., Stuppner, H., Alilou, M., & Jassbi, A. R. (2021). Dammarane-type triterpenoid saponins from *Salvia russellii* Benth. *Phytochemistry*, 184, 112653.
- Harborne, A. (1998). *Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis*: springer science & business media.
- Hussain, M. I., & Reigosa, M. J. (2021). Secondary metabolites, ferulic acid and p-hydroxybenzoic acid induced toxic effects on photosynthetic process in *Rumex acetosa* L. *Biomolecules*, 11(2), 233.
- Jakimiuk, K., Gesek, J., Atanasov, A. G., & Tomczyk, M. (2021). Flavonoids as inhibitors of human neutrophil elastase. *J Enzyme Inhib Med Chem*, 36(1), 1016-1028. doi:10.1080/14756366.2021.1927006
- Jiménez-Bojórquez, K. S. (2019). Dietas basadas en plantas: efectos en la prevención y tratamiento de las principales enfermedades crónicas en México. *Acta de Ciencia en Salud*, (10), 5-13
- Jiménez-Orozco, F. A., Galicia-Zapatero, S., López-López, E., Medina-Franco, J. L., Cedeño, F. L., Flores-García, M., . . . de la Peña-Díaz, A. (2022). Monosubstituted Coumarins Inhibit Epinephrine-induced Platelet Aggregation. *Cardiovasc Hematol Agents Med Chem*, 20(1), 43-51. doi:10.2174/1871525719666210427132808
- Jin, J., Hua, G., Meng, Z., & Gao, P. (2010). Antibacterial mechanisms of berberine and reasons for little resistance of bacteria. *Chin. Herb. Med*, 3, 27-35.
- Jordamović, N., Pehlivanović, B., Nikšić, H., Gušić, I., Korić, E., Dedić, M., . . . Durić, K. (2023). Actividad antiproliferativa y antiinflamatoria de los extractos de triterpenos de plantas pertenecientes a la familia Lamiaceae. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 22(6), 864-878.
- Kamoldinov, K., Li, J., Eshbakova, K., Sagdullaev, S., Xu, G., Zhou, Y., . . . Aisa, H. A. (2021). Sesquiterpene coumarins from *Ferula samarkandica* Korovin and their bioactivity. *Phytochemistry*, 187, 112705. doi:10.1016/j.phytochem.2021.112705
- Kikowska, M., Kruszka, D., Derda, M., Hadaś, E., & Thiem, B. (2020). Phytochemical Screening and Acanthamoebic Activity of Shoots from in Vitro Cultures and in Vivo Plants of *Eryngium alpinum* L.-The Endangered and Protected Species. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(6), 1416.
- Kotecha, D., Bunting, K. V., Gill, S. K., Mehta, S., Stanbury, M., Jones, J. C., Steeds, R. P. (2020). Effect of digoxin vs bisoprolol for heart rate control in atrial fibrillation on patient-reported quality of life: the RATE-AF randomized clinical trial. *Jama*, 324(24), 2497-2508.
- Knauth, P., Acevedo-Hernández, G. J., Cano, M. E., Gutiérrez-Lomelí, M., & López, Z. (2018). In Vitro Bioactivity of Methanolic Extracts from *Amphipterygium adstringens* (Schlttdl.)



- Schiede ex Standl., *Chenopodium ambrosioides* L., *Cirsium mexicanum* DC., *Eryngium carlinae* F. Delaroche, and *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. Used in Traditional Medicine in Mexico. Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM, 2018, 3610364.
- Krzyzanowska-Kowalczyk, J., et al. (2017). "Yunnaneic acid B, a component of *Pulmonaria officinalis* extract, prevents peroxynitrite-induced oxidative stress in vitro." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65(19): 3827-3834.
- Kubica, P., Szopa, A., Kokotkiewicz, A., Miceli, N., Taviano, M. F., Maugeri, A., . . . Elansary, H. O. (2020). Production of verbascoside, isoverbascoside and phenolic acids in callus, suspension, and bioreactor cultures of *Verbena officinalis* and biological properties of biomass extracts. *Molecules*, 25(23), 5609.
- Lara-Issasi, G., Salgado, C., Pedraza-Chaverri, J., Medina-Campos, O. N., Morales, A., Águila, M. A., . . . Ríos-Gómez, R. (2019). Antimicrobial, antioxidant activities, and HPLC determination of the major components of *verbena carolina* (verbenaceae). *Molecules*, 24(10), 1970.
- Lemus-de la Cruz, J., Trejo-Hurtado, M., Landa-Moreno, C., Peña-Montes, D., Landeros-Páramo, J. L., Cortés-Rojo, C., . . . Saavedra-Molina, A. (2023). Antioxidant effects of silver nanoparticles obtained by green synthesis from the aqueous extract of *Eryngium carlinae* on the brain mitochondria of streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Bioenergetics and Biomembranes*, 55(2), 123-135.
- Liu, W., Feng, Y., Yu, S., Fan, Z., Li, X., Li, J., & Yin, H. (2021). The flavonoid biosynthesis network in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(23), 12824.
- Liu, W., Feng, Y., Yu, S., Fan, Z., Li, X., Li, J., & Yin, H. (2021). The Flavonoid Biosynthesis Network in Plants. *Int J Mol Sci*, 22(23). doi:10.3390/ijms222312824
- Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J. E., & Alvarez, F. (2014). El estudio de la biodiversidad en México: ¿ una ruta con dirección? *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 1-9.
- Mata-Torres, G., Andrade-Cetto, A., Espinoza-Hernández, F. A., & Cárdenas-Vázquez, R. (2020). Hepatic glucose output inhibition by Mexican plants used in the treatment of type 2 diabetes. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 215.
- Mattio, L., Catinella, G., Iriti, M., & Vallone, L. (2021). Inhibitory activity of stilbenes against filamentous fungi. *Italian journal of food safety*, 10(1).
- Moustafa, E. S., et al. (2018). "A coumarin with an unusual structure from *Cuphea ignea*, its cytotoxicity and antioxidant activities." *Pharmazie* 73(4): 241-243.
- Navarro García, G. (2013). *Química agrícola: química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas*: Ediciones Mundi-Prensa.
- Ndlovu, T., van Jaarsveld, F., & Caleb, O. J. (2019). French and Mediterranean-style diets: Contradictions, misconceptions and scientific facts-A review. *Food Research International*, 116, 840-858. doi:10.1016/j.foodres.2018.09.020
- Nisar, R., Ahmad, S., Khan, K. U., Sherif, A. E., Alasmari, F., Almuqati, A. F., Ovatlarnporn, C., Khan, M. A., Umair, M., Rao, H., Ghallou, B. A., Khurshid, U., Dilshad, R., Nassar, K. S., & Korma, S. A. (2022). Metabolic Profiling by GC-MS, In Vitro Biological Potential, and In Silico Molecular Docking Studies of *Verbena officinalis*. *Molecules* (Basel, Switzerland), 27(19), 6685.
- Paje, L. A., Choi, J., Lee, H. D., Kim, J., Yu, A. R., Bae, M. J., Geraldino, P. J. L., & Lee, S. (2022). Phenolic acids and flavonoids from *Salvia plebeia* and HPLC-UV profiling of four *Salvia* species. *Heliyon*, 8(3), e09046.
- Polumackanycz, M., Petropoulos, S. A., Añibarro-Ortega, M., Pinela, J., Barros, L., Plenis, A., & Viapiana, A. (2022). Chemical Composition and Antioxidant Properties of Common and Lemon *Verbena*. *Antioxidants* (Basel, Switzerland), 11(11), 2247.
- Rajasekaran, S., Rajasekar, N., & Sivanantham, A. (2021). Therapeutic potential of plant-derived tannins in non-malignant respiratory diseases. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 94. doi:10.1016/j.jnutbio.2021.108632
- Rauh, W. (1992). *Kalanchoe gastonis-bonnieri*. *Fl. Pl. Africa*, 52(1), 2051.



- Rzedowski, G. C. d., & Rzedowski, J. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Saleem, S. A., Lakshmi, D. V., Baby, G., Nujahath, S., Nissi, V., Anusha, Y., & Kumar, J. S. (2022). EVALUATION OF ANTI MICROBIAL ACTIVITY OF ETHANOLIC EXTRACT OF KALANCHOE GASTONIS BONNIERI AND KALANCHOE DELAGOENSIS.
- Santos, M. C., Toson, N. S. B., Pimentel, M. C. B., Bordignon, S. A. L., Mendez, A. S. L., & Henriques, A. T. (2020). Polyphenols composition from leaves of *Cuphea* spp. and inhibitor potential, in vitro, of angiotensin I-converting enzyme (ACE). *Journal of ethnopharmacology*, 255, 112781.
- Sarukhán, J., Carabias, J., Koleff, P., & Urquiza-Haas, T. (2012). Capital natural de México: Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*.
- Shi, M., et al. (2019). "Bioactivities, biosynthesis and biotechnological production of phenolic acids in *Salvia miltiorrhiza*." *Critical reviews in food science and nutrition* 59(6): 953-964.
- Sivanantham, A., Pattarayan, D., Bethunaickan, R., Kar, A., Mahapatra, S. K., Thimmulappa, R. K., . . . Rajasekaran, S. (2019). Tannic acid protects against experimental acute lung injury through downregulation of TLR4 and MAPK. *Journal of Cellular Physiology*, 234(5), 6463-6476. doi:10.1002/jcp.27383
- Sobolewska, D., Owczarek, A., Olszewska, M., Paulino, N., Podolak, I., Paško, P., Wróbel-Biedrawa, D., & Michalska, K. (2022). UHPLC-PDA-ESI-MS profile of phenolic compounds in the aerial parts of *Cuphea ingrata* Cham. & Schldt. *Natural product research*, 36(14), 3721–3725.
- Stefanowicz-Hajduk, J., et al. (2020). "Biological activities of leaf extracts from selected *Kalanchoe* species and their relationship with bufadienolides content." *Pharmaceutical Biology* 58(1): 732-740.
- Wang, X., Feng, S., Ding, N., He, Y., Li, C., Li, M., . . . Wu, J. (2018). Anti-inflammatory effects of berberine hydrochloride in an LPS-induced murine model of mastitis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018.
- Wei, Y. M., Yang, L., Mei, W. L., Chen, H. Q., Cai, C. H., Li, W., . . . Dai, H. F. (2022). Phenolic compounds from the sclerotia of *Inonotus obliquus*. *Nat Prod Res*, 36(9), 2413-2417. doi:10.1080/14786419.2020.1833202
- Zhang, M. J., Su, H., Yan, J. Y., Li, N., Song, Z. Y., Wang, H. J., . . . Qu, M. H. (2018). Chemopreventive effect of Myricetin, a natural occurring compound, on colonic chronic inflammation and inflammation-driven tumorigenesis in mice. *Biomed Pharmacother*, 97, 1131-1137. doi:10.1016/j.biopha.2017.11.018



Anexos

Preparación de reactivos

Alcaloides

- Reactivo de Mayer.

Se disuelven 1.36 g de HgCl₂ en 60 ml de agua y 5 g de KI en 10 ml de agua. Se juntan las dos soluciones y se aforan a 100 ml. El reactivo sólo debe añadirse a soluciones previamente aciduladas con HCl ó H₂SO₄, diluidos. El resultado de esta prueba es la formación de un precipitado.

- Reactivo de Dragendorff

Se disuelven 8.0 g de Bi (NO₃)₃ 5H₂O en 20 ml de HNO₃ (dens. 1.18 o sea al 30%) y 27.2 g de KI en 50 ml de agua. Se mezclan las dos soluciones y se dejan reposar 24 horas. Se decanta la solución y se afora con agua a 100 ml. Se usa sobre soluciones aciduladas. Se puede recoger el precipitado anaranjado-marrón, liberar los alcaloides con solución de carbonato de sodio y extraer con éter etílico o un disolvente similar.

- Reactivo de Wagner.

Se disuelven 1.27 g de yodo (resublimado) y 2 g de yoduro de potasio en 20 ml de agua; la solución se afora con 100 ml con agua destilada. La mayoría de las soluciones aciduladas de alcaloides forman precipitados.

Cumarinas

- NaOH al 10 %.

Disolver 10 mg de NaOH en 100 ml de agua destilada.

Fenoles y taninos

- Prueba del cloruro férrico

Pesar 10 g y disolver en 100 mL de agua destilada caliente, posteriormente aforar a 100 mL.

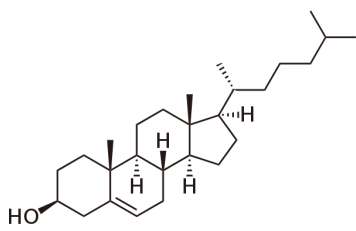
Esteroides y Triterpenos

- Prueba de Salkowski.

Se mezcla 1 ml de anhídrido acético y uno de cloroformo, se enfrían a 0° y se les añade una gota de ácido sulfúrico. Una porción de este reactivo se pone en contacto con la sustancia o su solución clorofórmica. Si hay formación de colores azul, verde, rojo, anaranjado, etcétera, los que cambian con el tiempo, la prueba es positiva.

- Liebermann-Burchard

La muestra (1-2 mg) en 1 ml de cloroformo se pone en contacto con 1 ml de ácido sulfúrico, hay colores amarillo o rojo es positiva.



Flavonoides

- Shinoda

Se tratan con un trocito de magnesio y unas pocas gotas de ácido clorhídrico concentrado, observándose de inmediato una coloración anaranjada, roja, roja azulada o violeta.

Saponinas

- Rosenthaler

Se prepara una solución de vainillina al 1 % en etanol.

Glucósidos Cardiotónicos

- Reactivo de Baljet

Solución: A) 1 g de ácido pícrico en 100 ml de etanol;

Solución: B) 10 g de hidróxido de sodio en 100 ml de agua.

Para la prueba se ponen 2-3 mg de compuesto y unas 3-4 gotas de reactivo, siendo positiva si se forma coloración anaranjada o roja oscura.

Azúcares reductores

- Fehling

Solución A: Disolver 3.5 gr de sulfato de cobre (II) pentahidratado en 50 ml. de agua destilada.

Solución B: Disolver 17.3 gr de tartrato sódico-potásico y 5 gr de hidróxido sódico en agua. Una vez frío, diluid hasta 50 ml con agua.

- Benedict

Es una solución preparada con: 100 g de Na_2CO_3 , 175 g de Citrato de Sodio, 17.3 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. en un litro de agua destilada