

Fitoquímica, actividad antioxidante y biocida de *Parthenium hysterophorus* L. vs *Artemia salina* L.

Jorge Alberto Alejandro-Rosas¹

Miguel Ángel Gallegos-Robles^{1,§}

Uriel González-Salas¹

Antonio González-Jacob¹

José Luis García-Hernández¹

Bernardo Murillo-Amador²

1 Facultad de Agricultura y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo km 32, Ejido Venecia, Gómez Palacio, Durango, México. CP. 35111.

2 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. Avenida Instituto Politécnico Nacional núm. 195. Colonia Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, Baja California Sur, México. CP. 23096.

Autor para correspondencia: garoma64@hotmail.com.

Resumen

Se destaca la importancia de las plantas medicinales, mencionando que el 80% de la población mundial utiliza medicina tradicional (OMS). México es el segundo país más rico en conocimientos de medicina tradicional, después de China. Se menciona a *Parthenium hysterophorus* L., conocida como escoba amarga, y aunque su uso en México no está ampliamente documentado, sí se ha registrado en Papantla, Veracruz y Güémez, Tamaulipas. El estudio se enfoca en la fitoquímica de *P. hysterophorus*, identificando metabolitos secundarios como alcaloides, flavonoides, saponinas y taninos. Se evaluó la actividad antioxidante mediante el método del DPPH, mostrando altos porcentajes de inhibición en extractos acuoso y etanólico. Además, se analizó la actividad biocida en *Artemia salina*, revelando toxicidad moderada para el extracto acuoso y etanólico. El material vegetal se recolectó en la zona centro del estado de Veracruz en el mes de julio del año 2022. Los resultados sugieren un potencial uso terapéutico y farmacológico de la planta, así como en la protección de cultivos, aunque se necesita más investigación para entender mejor su fitoquímica y aplicaciones médicas.

Palabras clave:

actividad biológica, plantas medicinales, productos naturales, radicales libres.



Introducción

Las plantas medicinales son un recurso vital para la salud humana, utilizadas por aproximadamente el 80% de la población mundial (OMS), (De la Cruz-Jiménez *et al.*, 2022). En México, un país con una rica tradición en medicina tradicional de plantas silvestres, donde diversas culturas han empleado plantas como Asteraceae, Fabaceae, Rubiaceae y Malvaceae para tratar enfermedades. Sin embargo, aún queda mucho por estudiar sobre la riqueza etnobotánica del país, como es el caso de *P. hysterothorus* y distribuida ampliamente fuera de su área de origen (Cruz-Pérez *et al.*, 2021).

Esta especie es nativa del noroeste de México y EE. UU., endémica de América y se distribuye en todo el continente asiático y parte de países de Europa (Lalita y Kumar, 2018), se le conoce por su nombre común como: escoba amarga, arrocillo, hierba de zanahoria, hierba de estrella, pasto del congreso, matricaria silvestre, ambrosía, maleza amarga, punta blanca y el 'Azote de la India' (Espinosa-Rivero *et al.*, 2015).

Esta planta se adapta fácilmente a diferentes ambientes gracias a su asignación de biomasa y plasticidad fenotípica, lo que le otorga una ventaja competitiva (Rathee *et al.*, 2021). *P. hysterothorus* se utiliza medicinalmente para tratar úlceras pépticas, inflamaciones (Espinosa-Rivero *et al.*, 2015) y como antimicrobiano debido a compuestos como partenina una lactona sesquiterpenica y otros metabolitos activos como el ácido cafeico, el 3,7-dimetiléter, la quercelagentina, el ácido ferúlico, el ácido vanílico, la p-courmarica, la P hidroxibenzoína y el ácido vanílico, el 6-hidroxil kaempferol, el 3-O-arabinoglucósido y algunos otros alcoholes no identificados (Alfaro-Jiménez *et al.*, 2022).

A pesar de ser considerada una maleza agresiva en la agricultura, también posee potenciales propiedades farmacológicas. Jaiswal *et al.* (2022) mencionan que los flavonoides encontrados en *P. hysterothorus*, como la kaempferol y la quercetina, muestran actividad antioxidante, antiinflamatoria y antimicrobiana, así como potencial inhibidor del crecimiento de células cancerosas, Rai y Lall (2021) presentaron resultados sobre su actividad analgésica y antitumoral, así como por su potencial en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, señalando los metabolitos secundarios que pueden ser útiles en el tratamiento de enfermedades inflamatorias, como la artritis reumatoide y tienen aplicaciones terapéuticas en el campo del cáncer y otras enfermedades.

Los censos etnobotánicos desarrollados en el Norte de Puebla, Tlanchinal, Hidalgo, Monterrey, Nuevo León, Xalpatlahuac, Guerrero y Zacatecas no documentan la utilización de la planta (Estrada-Castillón *et al.*, 2012). Sin embargo, Lara-Reimers *et al.* (2019) y en Papantla, Veracruz y Güémez, en Tamaulipas, respectivamente, documentaron la presencia y utilización de partes de la planta (hojas y tallos) para el tratamiento de gastritis.

En un trabajo realizado por Kaur *et al.* (2021), presentaron datos sobre esta maleza considerada como nociva, destacan que es una planta medicinal terapéutica y examinaron los diversos usos etnobotánicos en la medicina tradicional, incluyendo su aplicación en el tratamiento de afecciones como el asma, la malaria, las infecciones cutáneas y las enfermedades gastrointestinales.

En relación con los aspectos toxicológicos, mencionan los efectos adversos posibles asociados con su consumo o exposición, como dermatitis de contacto y reacciones alérgicas, aunque también tiene un uso potencial herbicida como se ha reportado de los extractos de *P. hysterothorus*, *Cleome rutidosperma* y *Borreria alata*, inhibiendo el crecimiento de malezas sin causar daños significativos a los cultivos seleccionados.

Lo anterior, sugiere un posible uso potencial de estos extractos como herbicidas naturales en la agricultura y el manejo de malezas (Motmainna *et al.*, 2021). Por esta razón es necesario conocer e identificar los metabolitos secundarios presentes en *P. hysterothorus* establecer el grado de toxicidad, utilizando un modelo biológico, para comprobar si los extractos etanólicos y acuosos muestran potencial antioxidante y en diferentes concentraciones su inocuidad. El presente estudio tiene como objetivo identificar la fitoquímica, la actividad antioxidante in vitro y biocida de *P. hysterothorus*.

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se desarrolló en la Facultad de Ciencias Químicas, *Campus* Orizaba, Universidad Veracruzana. Las muestras de la parte aérea de *P. hysterothorus* se colectaron en una zona agrícola en Ixtaczoquitlán, Veracruz, México. (18° 88.95' latitud norte y 97° 05.41' longitud oeste). Uno de los ejemplares botánicos obtenidos se registró como 12520 y se depositó en el Herbario CORU de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana.

Material vegetal

Se colectaron plantas íntegras de *P. hysterothorus* (tallos, hojas y flores), las cuales se lavaron con agua destilada estéril, eliminando las dañadas. El material parte aérea de la planta, en trozos de 5 mm y se deshidrató en estufa (Thermo Scientific, Hera Therm incubator número de serie 4160722) a 40 °C. Luego, se colocó en frascos de vidrio transparentes, de boca ancha de 4 L de capacidad para macerar por separado los solventes, en agua destilada estéril y etanol al 70% (2:1 p/v).

Los frascos se cerraron herméticamente y se mantuvieron a temperatura ambiente (25°) y en oscuridad durante 72 h. Una vez transcurrido este tiempo, se filtró el macerado para separar los restos sólidos usando filtros de tela miracloth (Merck, millipore, USA). Ambos extractos se concentraron usando un rotavapor marca Buchi de Labconco a una temperatura constante de 40 °C hasta la evaporación de los respectivos solventes, posteriormente las muestras fueron liofilizadas y almacenadas en una atmósfera libre de humedad hasta su análisis.

Identificación de metabolitos secundarios

Para determinar el perfil cualitativo fitoquímico de *P. hysterothorus*, se consideraron las metodologías propuestas por Domínguez (1973); Martínez *et al.* (2008); Shamsa *et al.* (2008); Pandey y Tripathi (2014); Pandey *et al.* (2014); Robles-García *et al.* (2016) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Métodos preliminares para la determinación fitoquímica mediante técnicas cualitativas.

Metabolito secundario	Ensayo	Resultado	Referencias
Alcaloides	Drangedorff Sonneschain	Precipitado naranja	Shamsa <i>et al.</i> (2008); Sreevidya y Mehrota (2003)
Azúcares reductores	Fehling Benedict	Precipitado de color naranja a rojo	Pandey y Tripathi, (2014)
Cumarinas	Erllich NH ₄ OH	Coloración naranja Observar bajo luz UV-365 nm, la fluorescencia azul o verde	Martínez <i>et al.</i> (2008); Domínguez (1973)
Flavonoides	Shinoda Reacción de NaOH 10%	Presencia de auronas o chalconas se presenta una coloración roja Cambio de coloración de amarillo a rojo, indica la presencia de xantonas y flavonas, de café a naranja de flavonoles, de púrpura a rojizo de chalconas y azul de antocianinas.	Martínez <i>et al.</i> (2008); Robles-García <i>et al.</i> (2016)

Metabolito secundario	Ensayo	Resultado	Referencias
Glicósidos cardiotónicos Cianogénicos	Legal Baljet Grignard	Coloración roja poco estable Coloración de naranja a rojo oscuro Coloración de rosa a rojo	Yadav <i>et al.</i> (2014)
Quinonas	Ácido sulfúrico Börntrager	Coloración roja antraquinonas Color rojo púrpura, benzoquinonas De amarillo verdoso cambia a Rojo, antronas	Domínguez (1973)
Saponinas	Formación de espuma Lieberman Bouchard Rosenthaler	Espuma con altura de 8-10 mm estable por 30 min Coloración azul o verde en la interfase Coloración rosa, rojo, magenta o violeta	
Sesquiterpenos Taninos	Reacción con Hidroxilato férrico Gelatina FeCl ₃	Coloraciones roja, violeta o rosa Precipitado blanco Coloraciones de azul a negro (ácido gálico) Coloraciones verdes (derivados del catecol) Formación de una coloración azul (compuestos fenólicos)	Robles-García <i>et al.</i> (2016)

Determinación de la actividad antioxidante

Se utilizó el método del radical libre 2,2-difenil-1-picril-hidracilo (DPPH) para ello se preparó una solución madre de 0.1 mM y se almacenó a -4 °C en la oscuridad. La solución se ajustó en absorbancia de 1.1 ±0.02 a 517 nm. Una vez ajustada la solución, se tomaron 19.6 ml de la solución DPPH y se aforó a 50 ml con metanol un matraz aforado colocándolo en oscuridad; se prepararon tres soluciones en matraces aforados con los extractos acuosos y etanólicos sin diluir a diferentes concentraciones, 100, 500 y 1 000 µg ml⁻¹ (1 ml de muestra y 3 ml del reactivo) por triplicado.

Se dejó reaccionar durante 30 min, después se agitó en vortex y se realizó la lectura en el espectrofotómetro a 517 nm. Se utilizó metanol puro como blanco (Rivas-Morales *et al.*, 2016). Los resultados fueron convertidos a porcentaje de inhibición y expresados como capacidad antioxidante en µmol de equivalentes (AAE a ácido ascórbico. Los datos de los ensayos se llevaron por triplicado (Rojano *et al.*, 2008).

Actividad antioxidante

La actividad antioxidante se estimó utilizando como referencia la disolución de 1,1-Difenil-2-picrilhidrazil DPPH (Brand-Williams *et al.*, 1995) y la ecuación sugerida por Fukumoto y Mazza (2000). Los datos obtenidos se expresan en valores porcentuales de inhibición y como porcentaje antioxidante. Las pruebas se realizaron por triplicado.

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{A-A1}{A} * 100$$

Donde: A= absorbancia del control; A1= absorbancia de la muestra.

Determinación de la actividad biocida

Se utilizaron cinco peceras de cristal con 1.5 L de agua de mar artificial (38 g L⁻¹) a temperatura ambiente (26 °C) y oxigenadas mediante bombas. A cada pecera se le agregó de 0.5 a 0.8 g de quistes de *Artemia salina* (marca azul, Eclosion azul). La eclosión se desarrolló entre 24 a 48 h posteriores a la siembra. Con ayuda de una pipeta Pasteur se tomaron 10 nauplios fototópicos maduros de *A. salina* y se colocaron en viales de vidrio (2 ml 12 x 32 mm) y se agregaron diferentes

concentraciones de los extractos acuosos y etanólicos resuspendidos en agua de mar destilada estéril (0 $\mu\text{g ml}^{-1}$, 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$, 100 $\mu\text{g ml}^{-1}$, 200 $\mu\text{g ml}^{-1}$, 300 $\mu\text{g ml}^{-1}$, 400 $\mu\text{g ml}^{-1}$, 500 $\mu\text{g ml}^{-1}$, 600 $\mu\text{g ml}^{-1}$, 700 $\mu\text{g ml}^{-1}$, 800 $\mu\text{g ml}^{-1}$, 900 $\mu\text{g ml}^{-1}$ y 1 000 $\mu\text{g ml}^{-1}$) por triplicado para ambos extractos, dejándose 24 h a temperatura ambiente protegidas de temperaturas extremas junto con el grupo control que no tenía el extracto (Meyer *et al.*, 1982).

La toxicidad de los extractos se determinó después de transcurridas 24 h, bajo observación con microscopio óptico. Se consideró como prueba de toxicidad la falta de movimiento de los nauplios durante 10 min. El grado de toxicidad del extracto se definió en función del rango en que se encontraron los valores de CL_{50} de acuerdo con las categorías, extremadamente tóxico (1-10 $\mu\text{g ml}^{-1}$), altamente tóxico (10-100 $\mu\text{g ml}^{-1}$), moderadamente tóxico (100-500 $\mu\text{g ml}^{-1}$), ligeramente tóxico (500-1 000 $\mu\text{g ml}^{-1}$), prácticamente no tóxico (1 000-1 500 $\mu\text{g ml}^{-1}$), relativamente inocuo ($\geq 1 500 \mu\text{g ml}^{-1}$) (CYTED, 2014). El rango de concentración determinó la Concentración Letal (CL_{50}) por el método de análisis Probit (Finney, 1971).

Análisis estadístico

El diseño fue completamente aleatorizado con tres repeticiones, y tres observaciones por repetición. Se realizó un análisis de varianza utilizando el programa estadístico Minitab 20.1 (2022). Se utilizó la prueba de Fisher para determinar las diferencias entre promedios de cada una de las variables evaluadas. La determinación de la actividad biológica y antioxidante con tres repeticiones se consideraron estadísticamente significativas para $p \leq 0.05$. Cuando fue necesario se realizó un ajuste de datos para normalización.

Resultados y discusión

Metabolitos secundarios

El extracto etanólico mostró mayor cantidad de metabolitos secundarios como fueron alcaloides y azúcares reductores, y una menor presencia de flavonoides, Lactonas sesquiterpénicas y taninos. El extracto acuoso destacó también en alcaloides principalmente, seguido de azúcares reductores, saponinas y en menor presencia flavonoides.

La diferencia entre los extractos fue notable en los taninos: positivos en el análisis con cloruro férrico para el extracto alcohólico y negativos para el acuoso, estos datos concuerdan con los presentados por Jimenez *et al.* (2021), en algunos de los metabolitos, es importante considerar que la época de colecta y zona geográfica influyen en la presencia de estos, las plantas responden a los factores como cantidad de horas luz, tipo y fertilidad del suelo, predadores, régimen de lluvia entre otros (Al Ruheili *et al.*, 2022) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tamizaje fitoquímico presentes en los extractos de *P. hysterophorus*

Metabolitos	Extracto	
	Acuoso	Etanólico
Alcaloides	+++	+++
Azúcares reductores	++	+++
Cumarinas	-	-
Flavonoides	+	++
Glicósidos cardiotónicos	-	-
Glicósidos cianogénicos	-	-
Quinonas	-	-
Saponinas	++	-
Lactonas sesquiterpénicas	-	++
Taninos	-	++

Se observó una composición de metabolitos secundarios similar a la reportada por Rodríguez *et al.* (2000), en extractos etanólicos al 35%, que presentaron una actividad fungicida contra *Stemphylium*, *Fusarium*, *Pyricularia* y *Phytophthora*, donde *P. hysterothorus* mostró el mayor efecto inhibitorio del crecimiento de los cuatro hongos evaluados. Fazal *et al.* (2011) encontraron alcaloides en extractos etanólicos con actividad larvicida y bactericida, por su acción de bloquear los neuroreceptores, inhibiendo la transducciones de señales, intermediarios de la transducción de señales neuronales y canales iónicos de vertebrados e insectos y en la capacidad de intercalarse en el ADN y detener la síntesis de proteínas, inducir la apoptosis e inhibir las enzimas del metabolismo de los azúcares, principal fuente de energía de lo microorganismos.

Estudios como los de Díaz *et al.* (2011) mencionan la partenina como un alcaloide tóxico con actividad nematocida e insecticida. La presencia de flavonoides destaca sus usos farmacológicos, incluyendo actividades antiparasitarias (Saucedo *et al.*, 2011). Por otro lado, Rodríguez *et al.* (2012) identificaron actividad antifúngica en extractos acuosos de *P. hysterothorus* contra *Pyricularia grisea*, un fitopatógeno del arroz. Otro de los metabolitos presentes en *P. hysterothorus* como las saponinas muestran alta actividad antibacteriana y antifúngica al afectar la integridad celular y también se encontraron trazas de taninos con actividad antimicrobiana (Patra y Saxena, 2009).

Si bien Espinosa-Rivero *et al.* (2015) mencionan que, los extractos acuosos tienen baja actividad antimicrobiana contra *Helicobacter pylori*, inhiben su crecimiento y adhesión al bloquear la acción de las ureasas. Estos resultados sugieren la posibilidad de aislar los componentes del extracto para identificar los responsables de la actividad antimicrobiana y utilizarlos como principios activos en medicamentos. Es importante destacar que los metabolitos varían en existencia o concentración según la región y el clima, debido a la interacción de la planta con el ambiente (Kaur *et al.*, 2016).

Actividad antioxidante

La actividad antioxidante de los extractos acuoso y etanólico de *P. hysterothorus* mostró una alta inhibición del DPPH, con 82.19% para el extracto acuoso y 73.12% para el etanólico ($p \leq 0.05$) (Cuadro 3, parecida a la reportada por Ahmad *et al.* (2010) de 67.07 % en extractos etanólicos. En los dos extractos evaluados no se presentaron diferencias, sugiriendo que la capacidad antioxidante del extracto acuoso y del etanólico se debe a la presencia de alcaloides, saponinas y, en menor medida, flavonoides (Kaur *et al.*, 2021; Alfaro-Jiménez *et al.*, 2022).

Estos compuestos también presentan efectos biológicos como actividad antibacteriana, antiviral, antiinflamatoria, antialérgica, antitrombótica y vasodilatadora (Rai y Lall, 2021; Alvirer *et al.*, 2024).

Cuadro 3. Porcentaje de inhibición de antioxidantes (DPPH), *P. hysterothorus*

Extracto	Absorbancia 517 nm	$ x - \bar{x} ^2$	(%)
Acuoso	0.138 a	0.0327 a	82.19 a
Etanólico 70 %	0.209 a	0.121 a	73.12 a
Promedio	0.173	0.0076	77.65
DE		0.1	

Letras diferentes sugieren diferencias significativas para $p \leq 0.05$ según Fisher

Los organismos aerobios, respiran el oxígeno molecular (O_2) que se encuentra en el ambiente, que da lugar a la formación de especies reactivas de oxígeno (ERO). Cuando se reduce este O_2 en su paso por la cadena respiratoria forma el súper óxido el cual en el proceso de óxido-reducción muy fácilmente puede formar el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) que en presencia de metales de

transición como el hierro (Fe^{2+}) y el cobre (Cu^+), produce el radical Hidroxilo (OH), mediante la reacción de Fenton, que en los sistemas biológicos son de los más dañinos y causantes del daño oxidativo (Kaur *et al.*, 2021).

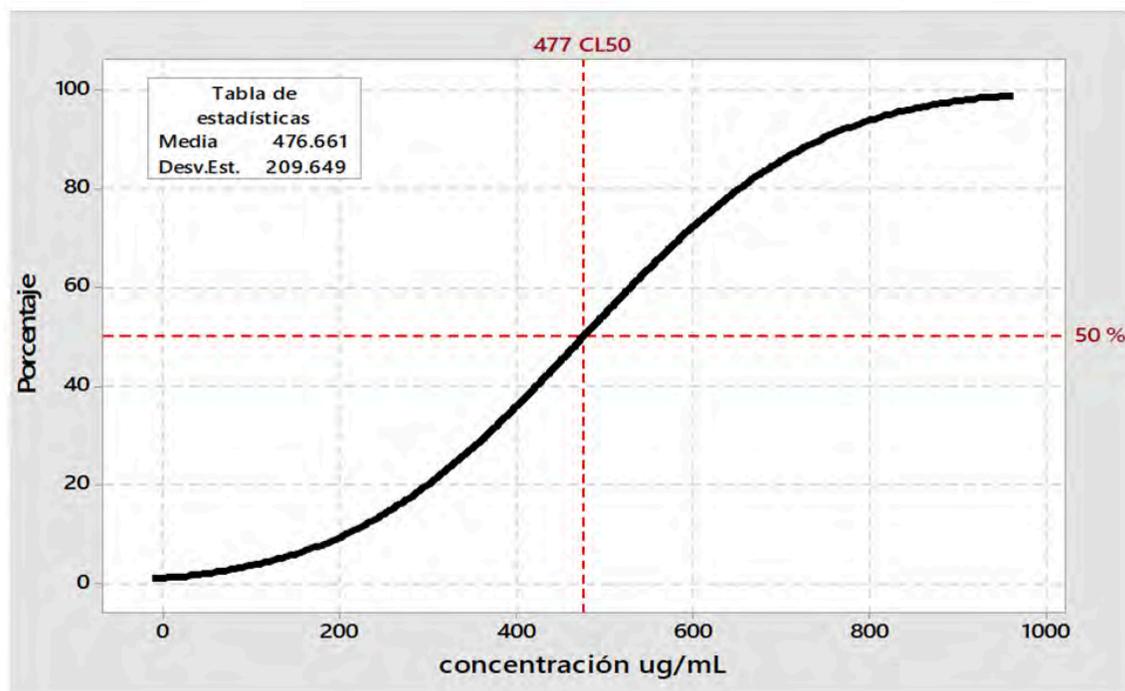
El alto porcentaje de inhibición del DPPH en los extractos de *P. hysterophorus* destaca su capacidad antioxidante, atribuida a compuestos naturales antes mencionados. Esta terapia antioxidante ofrece una alternativa económica para tratar enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo. Ahmad *et al.* (2011) encontraron resultados similares en extractos etanólicos de *P. hysterophorus* en Pakistán, en cuanto a su actividad antilarvica correlacionada con la presencia de enzimas antioxidantes como el superóxido dismutasa (SOD), peroxidasa (PO), ascorbato peroxidasa (APX) y catalasa, que tienen la función de proteger a las células del daño oxidativo producido por las ERO.

Las plantas siguen siendo las plantas, fuente principal de productos farmacéuticos y tratamientos alternativos para enfermedades humanas (Mofokeng *et al.*, 2022). Kaur *et al.* (2021) reportaron una protección de la membrana celular del 55% contra la peroxidación lipídica en células renales de ratones, debido a la presencia de flavonoides también reportados en este estudio.

Actividad biocida

En este estudio se realizó un primer tamizaje de la toxicidad mostrada por extractos acuoso y etanólico de *P. hysterophorus*. Para esta prueba, el grupo control se mantuvo vivo en un 100% de los individuos, en las 24 h de duración del ensayo, con base a las características de toxicidad, la CL_{50} indicó que el extracto etanólico a una concentración de $477 \mu\text{g ml}^{-1}$ (Figura 1).

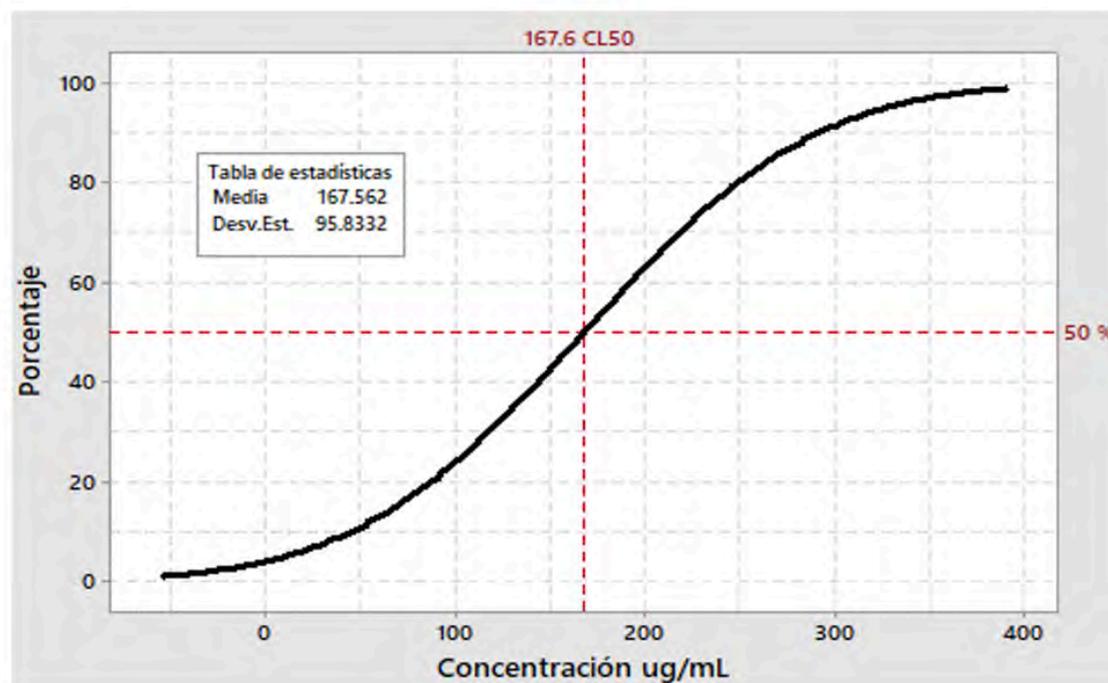
Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia de *A. salina* en el extracto etanólico de *P. hysterophorus* a diferentes concentraciones.



Esto debido a una mayor cantidad de metabolitos en particular las lactonas sesquiterpénicas taninos presentes, mientras no se encontraron en el acuoso con CL_{50} de $167.6 \mu\text{g ml}^{-1}$ (Figura 2), son considerados moderadamente tóxicos según la clasificación del CYTED en 2014. Diferentes autores mencionan que la inhibición de enzimas claves del metabolismo energético (fosforilación

oxidativa) y de la replicación de los ácidos nucleicos (ADN polimerasa, debido a las lactonas sesquiterpénicas (partenina) junto con los taninos que podrían ser la clave de estos niveles de toxicidad mostrados por *P. hysterophorus* (Alviter *et al.*, 2024).

Figura 2. Porcentaje de sobrevivencia de *A. salina* en el extracto acuoso de *P. hysterophorus* a diferentes concentraciones.



El uso de extractos de *P. hysterophorus* sobre *A. salina* brinda información sobre como los componentes del metabolismo secundario son una importante fuente de productos farmacológicos, este ensayo de uso amplio determina el efecto letal en *A. salina* y de esta manera se predice su habilidad para producir la muerte de células cancerígenas en cultivo de tejidos, controlar insectos o ejercer un rango amplio de efectos farmacológicos (Ahsan *et al.*, 2020, Kaur *et al.*, 2021).

Conclusiones

En este estudio se demostró la existencia de los metabolitos secundarios como son flavonoides, alcaloides, saponinas y taninos en los extractos acuosos y etanólicos de *P. hysterophorus* que se ha reportado ampliamente con actividad biológica contra microorganismos, plantas, animales y en la salud humana. Se les determinó el porcentaje de inhibición de antioxidantes por medio de la técnica de DPPH con porcentajes de inhibición de los extractos acuosos y etanólicos de 82 y 73%, respectivamente.

La actividad citotóxica se identificó en el modelo biológico de *A. salina*, obteniendo una CL_{50} de $477 \mu\text{g ml}^{-1}$ en el extracto etanólico y $167.6 \mu\text{g ml}^{-1}$ en el extracto etanólico sobre los nauplios de *A. salina* considerando a estas concentraciones como moderadamente tóxicas.

Bibliografía

- 1 Ahmad, N.; Fazal, H.; Abbasi, B. H.; and Farooq, S. 2010. Efficient free radical scavenging activity of *Ginkgo biloba*, *Stevia rebaudiana* and *Parthenium hysterophorus* leaves through

- DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). *International Journal of Phytomedicine*. 2(3):231-39. <https://doi.org/10.5138/ijpm.2010.0975.0185.02034>.
- 2 Ahmad, N.; Fazal, H.; Abbasi, B. H.; and Iqbal, M. 2011. *In vitro* larvicidal potential against anopheles *Stephensi* and antioxidative enzyme activities of ginkgo biloba, *Stevia rebaudiana* and *Parthenium hysterophorus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 4(3):169-175. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60063-1](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60063-1).
 - 3 Ahsan, A.; Farooq, M. A.; Ahsan-Bajwa, A. and Parveen, A. 2020. Green synthesis of silver nanoparticles using *Parthenium hysterophorus*: optimization, characterization and *in vitro* therapeutic evaluation. *Molecules*. 25(15):3324. <https://doi.org/10.3390/molecules25153324>.
 - 4 Alfaro-Jiménez, M. A.; Zugasti-Cruz, A.; Silva-Belmares, S. Y.; Ascacio-Valdés, J. A. and Sierra-Rivera, C. A. 2022. Phytochemical and biological characterization of the fractions of the aqueous and ethanolic extracts of *Parthenium hysterophorus*. *Separations*. 9(11):1-26. <https://doi.org/10.3390/separations9110359>.
 - 5 Al Ruheili, A. M.; Al Sariri, T. and Al Subhi, A. M. 2022. Predicting the potential habitat distribution of parthenium weed (*Parthenium hysterophorus*) globally and in Oman under projected climate change. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 21(7):469-478. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.12.004>.
 - 6 Alviter, A. A.; Martínez, H. P. A.; Cortés, D. E.; Rodríguez, O. A. y Zaragoza, R. J. L. 2024. Caracterización de *Parthenium Hysterophorus* L. una Arvense de Importancia Internacional. *Ciencia latina. Revista Científica Multidisciplinar*. 8(3):5900-5925. <https://doi.org/10.37811/cl-rcm.v8i3.11787>.
 - 7 Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*. 28(1):25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
 - 8 Cruz-Jiménez, L.; Hernández-Torres, M. A.; Monroy-García, I. N.; Rivas-Morales, C.; Verde-Star, M. J.; González-Villasana, V. and Viveros-Valdez, E. 2022. Biological activities of seven medicinal plants used in Chiapas, Mexico. *Plants*. 11(14):1-12. <https://doi.org/10.3390/plants11141790>.
 - 9 Cruz-Pérez, A. L.; Barrera-Ramos, J.; Bernal-Ramírez, L. A.; Bravo-Aviles, D. and Rendón-Aguilar, B. 2021. Actualized inventory of medicinal plants used in traditional medicine in Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 17(7):1-15. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00431-y>.
 - 10 CYTED. 2014. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Manual de Técnicas de Investigación. Búsqueda de principios bioactivos en plantas de la región. Madrid, España. 167 p.
 - 11 Díaz, G. A.; Rodríguez, S. H. and Scull, L. R. 2011. Cytotoxicity of medicinal plant extracts on the human lung carcinoma cell line A549. *Revista Cubana de Farmacia*. 45(1):101-108.
 - 12 Domínguez, X. A. 1973. Métodos de investigación fitoquímica. Limusa. México, DF. 281 p.
 - 13 Espinosa-Rivero, J.; Rendón-Huerta, E. and Romero, I. 2015. Inhibition of *Helicobacter pylori* growth and its colonization factors by *Parthenium hysterophorus* extracts. *Journal of Ethnopharmacology*. 174(4):253-260. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.08.021>.
 - 14 Estrada-Castillón, E.; Soto-Mata, B. E.; Garza-López, M.; Villarreal-Quintanilla, J. Á.; Jiménez-Pérez, J.; Pando-Moreno, M.; Sánchez-Salas, J.; Scott-Morales, L. and Cotera-Correa, M. 2012. Medicinal plants in the southern region of the State of Nuevo León, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 8(45):1-13. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-45>.
 - 15 Fazal, H.; Ahmad, N. and Khan, M. A. 2011. Physicochemical, phytochemical evaluation and DPPH-scavenging antioxidant potential in medicinal plants used for herbal formulation in Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*. 43(special issue):63-67.
 - 16 Finney, D. J. 1971. Probit analysis, Cambridge University Press. Cambridge, UK. 76-80 pp.

- 17 Fukumoto, L. R. and Mazza, G. 2000. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48(8):3597-3604. <https://doi.org/10.1021/jf000220w>.
- 18 Jaiswal, J.; Singh, N.; Gupta, V. K.; Doharey, P. K.; Siddiqi, N. J.; and Sharma, B. 2022. Pharmacological chemistry and biomedical implications of chemical ingredients from *Parthenium hysterophorus*. *Current topics in medicinal chemistry*. 22(23):1950-1965. <https://doi.org/10.2174/1568026622666220307145027>.
- 19 Jiménez, M. A.; Cruz, A. Z.; Belmares, S. S.; Valdés, J. A. and Rivera, C. S. 2021. Phytochemical and biological characterization of aqueous and ethanolic extracts of *Parthenium hysterophorus*. *Pharmacognosy Journal*. 13(5):1122-1133. <https://doi.org/10.5530/pj.2021.13.145>.
- 20 Kaur, M.; Aggarwal, N. K. and Dhiman, R. 2016. Antimicrobial activity of medicinal plant: *Parthenium hysterophorus* L. *Research Journal of Medicinal Plant*. 10(1):106-112. <https://doi.org/10.3923/rjmp.2016>.
- 21 Kaur, L.; Malhi, D. S.; Cooper, R.; Kaur, M.; Sohal, H. S.; Mutreja, V. and Sharma, A. 2021. Comprehensive review on ethnobotanical uses, phytochemistry, biological potential and toxicology of *Parthenium hysterophorus* L.: a journey from noxious weed to a therapeutic medicinal plant. *Journal of Ethnopharmacology*. 281(114525):1-27.14525. <https://doi.org/10.3923/rjmp.2016>.
- 22 Lalita, K. A. and Kumar, A. 2018. Review of a weed *Parthenium hysterophorus* (L.). *International Journal of Current Research and Review*. 10(17):23-32. <https://doi.org/10.31782/IJCRR.2018.10175>.
- 23 Lara-Reimers, E. A.; Lara-Reimers, D. J.; Chaloupkova, P.; Zepeda-Valle, J. M.; Milella, L. and Russo, D. 2019. An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Papantla, Veracruz, Mexico. *Plants*. 8(8):1-20. <https://doi.org/10.3390/plants8080246>.
- 24 Martínez, A. M.; Valencia, P. G. A.; Jiménez, N. U; Mesa, M. y Galeano, E. J. 2008. Manual de prácticas de laboratorio de farmacognosia y fitoquímica. Colombia: Universidad de Antioquía. 96 p.
- 25 Meyer, B. N.; Ferrigni, N. R.; Putnam, J. E.; Jacobsen, L. B.; Nichols, D. E. J. and McLaughlin, J. L. 1982. Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. *Planta Medica*. 45(05):31-34. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971236>.
- 26 Minitab, L. L. C. 2022. Minitab Statistical Software (Versión 20.1) [Software]. Minitab, LLC. <https://www.minitab.com/>.
- 27 Mofokeng, M. M.; Du-Plooy, C. P.; Araya, H. T.; Amoo, S. O.; Mokgehle, S. N.; Pofu, K. M. and Mashela, P. W. 2022. Medicinal plant cultivation for sustainable use and commercialisation of high-value crops. *South African Journal of Science*. 118(7-8):1-7. <https://doi.org/10.17159/sajs.2022/12190>.
- 28 Motmainna, M.; Juraimi, A. S.; Uddin, M. K.; Asib, N. B.; Islam, A. M. and Hasan, M. 2021. Bioherbicidal properties of *Parthenium hysterophorus*, *Cleome ruidosperma* and *Borreria alata* extracts on selected crops and weed species. *Agronomy*. 11(643):1-24. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040643>.
- 29 Pandey, A. and Tripathi, S. 2014. Concept of standardization, extraction and pre phytochemical screening strategies for herbal drug. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2(5):115-119.
- 30 Patra, A. K. and Saxena, J. 2009. The effect and mode of action of saponins on the microbial populations and fermentation in the rumen and ruminant production. *Nutrition research reviews*. 22(2):204-219. <https://doi.org/10.1017/s0954422409990163>.

- 31 Rai, A. and Lall, R. 2021. Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activity of green synthesized copper nanoparticle of *Parthenium hysterophorus* L. International journal of multidisciplinary research and analysis. 4(2):101-116. <https://doi.org/10.47191/ijmra/v4-i2-01>.
- 32 Rathee, S.; Ahmad, M.; Sharma, P.; Singh, H. P.; Batish, D. R.; Kaur, S.; Kaur, A.; Yadav, S. S. and Kohli, R. K. 2021. Biomass allocation and phenotypic plasticity are key elements of successful invasion of *Parthenium hysterophorus* at high elevation. Environmental and Experimental Botany. 184(104392):1-8. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2021.104392>.
- 33 Robles-García, M. A.; Aguilar, A. J.; Gutiérrez-Lomelí, M.; Rodríguez-Félix, F.; Morales-Del-Río, J. A.; Guerrero-Medina, P. J.; Madrigal-Pulido, J. A. y Toro-Sánchez, C. L. 2016. Identificación cualitativa de metabolitos secundarios y determinación de la citotoxicidad de extractos de tempisque *Sideroxylum capiri* Pittier. Biotecnia. 18(3):3-8. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v18i3.328>.
- 34 Rodríguez, A. T.; Morales, D. y Ramírez, M. A. 2000. Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento *in vitro* de hongos fitopatógenos. Cultivos tropicales. 21(2):79-82.
- 35 Rodríguez, P. A. T.; Ramírez, A. M. A.; Cárdenas, T. R. M.; Rivero, G. D.; Cruz, T. A.; Bautista, B. S. 2012. Actividad antifúngica *in vitro* e *in vivo* del extracto acuoso de hojas de *Parthenium hysterophorus* L. sobre *Pyricularia grisea* Sacc. Revista Científica UDO Agrícola. 12(4):839-844.
- 36 Rojano, B. A.; Gaviria, C. A.; Gil, M. A.; Sáez, J. A.; Schinella, G.; and Tournier, H. 2008. Actividad antioxidante del isoespintanol en diferentes medios. Vitae. 15(1):173-181.
- 37 Shamsa, F.; Monsef, H.; Ghamooshi, R. and Verdian-rizi, M. 2008. Spectrophotometric determination of total alkaloids in some Iranian medicinal plants. The Thai Journal of Pharmaceutical Sciences. 32(1):17-20. <https://doi.org/10.56808/3027-7922.2196>.
- 38 Sreevidya, N. and Mehrotra, S. 2003. Spectrophotometric method for estimation of alkaloids precipitable with Dragendorff's reagent in plant materials. Journal of AOAC international. 86(6):1124-1127. <https://doi.org/10.1093/jaoac/86.6.1124>.
- 39 Yadav, M.; Chatterji, S.; Gupta, S. K.; and Watal, G. 2014. Preliminary phytochemical screening of six medicinal plants used in traditional medicine. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 6(5):539-42.



Fitoquímica, actividad antioxidante y biocida de *Parthenium hysterophorus* L. vs *Artemia salina* L.

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 March 2025
Date accepted: 01 June 2025
Publication date: 09 June 2025
Publication date: May-Jun 2025
Volume: 16
Issue: 4
Electronic Location Identifier: e3717
DOI: 10.29312/remexca.v16i4.3717

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

actividad biológica
plantas medicinales
productos naturales
radicales libres

Counts

Figures: 2

Tables: 3

Equations: 1

References: 39

Pages: 0