



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2024,
Volumen 8, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3

**CARACTERIZACIÓN DE PARTHENIUM
HYSTEROPHORUS L UNA ARVENSE DE
IMPORTANCIA INTERNACIONAL**

**CHARACTERIZATION OF PARTHENIUM HYSTEROPHORUS
L, AN ARVENSE OF INTERNATIONAL IMPORTANCE**

Alejandro Alviter-Aguilar

Universidad Autónoma Chapingo, México

Pedro Arturo Martínez-Hernández

Universidad Autónoma Chapingo, México

Enrique Cortés-Díaz

Universidad Autónoma Chapingo, México

Alejandro Rodríguez-Ortega

Universidad Politécnica de Francisco I, México

José Luis Zaragoza-Ramírez

Universidad Autónoma Chapingo, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11787

Caracterización de *Parthenium Hysterophorus* L una Arvense de Importancia Internacional

Alejandro Alviter Aguilar¹alesahidalgo2@gmail.comDepartamento de Zootecnia
Universidad Autónoma Chapingo
México**Pedro Arturo Martínez Hernández**pedroarturo@correo.chapingo.mxDepartamento de Zootecnia
Universidad Autónoma Chapingo
México**Enrique Cortés Díaz**ecortesd@correo.chapingo.mxDepartamento de Zootecnia
Universidad Autónoma Chapingo
México**Alejandro Rodríguez Ortega**arodriguez@upfim.edu.mxAgrotecnología
Universidad Politécnica de Francisco I.
México**José Luis Zaragoza Ramírez**huexotla2001@hotmail.comDepartamento de Zootecnia
Universidad Autónoma Chapingo
México

RESUMEN

La competencia entre arvenses y cultivos agrícolas genera pérdidas importantes en el rendimiento de granos, cereales, hortalizas, y pastos forrajeros. Un caso particular, *Parthenium hysterophorus* L. es arvense originaria del Golfo de México y que como consecuencia del comercio internacional de granos y forrajes se ha expandido a otras regiones del mundo. Está clasificada como una de las principales arvenses en la actividad agrícola y ganadera. El objetivo de la revisión es caracterizar a *Parthenium hysterophorus*. La investigación fue a través de la búsqueda de publicaciones científicas utilizando plataformas digitales como Mendeley Reference Manager, 2020. Versión 2.97.0., Elsevier, 2023. Google Academic, 2023. Las publicaciones científicas reportan que *Parthenium* se caracteriza por contener en hoja, tallo, raíz, flor y polen sustancias solubles en agua como la partenina, ácido caféico, sesquiterpenos, flavonoides, lactonas, entre otros. También otros reportes indican que la arvense está en constante expansión en el mundo alterando los sistemas agrícolas, ganaderos y ecológicos. Los metabolitos de la arvense causan efectos tóxicos en cultivos y pastizales, como: reducción en tasas de germinación, respiración, fotosíntesis y dinámica estomática, también disminuye crecimiento radicular y afecta maduración de frutos. En salud animal y humana los metabolitos son causantes de dermatitis, inflamación articular, diarreas, entre otros. Sin embargo, otra línea de investigación afirma que los metabolitos tienen efectos citotóxicos que disminuyen el crecimiento tumoral. En conclusión, *Parthenium hysterophorus* L. tiene efectos nocivos en la actividad agrícola y ganadera, y en salud humana.

Palabras clave: parthenium hysterophorus, partenina, alelopatía, arvense, toxicidad

¹ Autor principal

Correspondencia: pedroarturo@correo.chapingo.mx.

Characterization of *Parthenium Hysterophorus L*, an Arvense of International Importance

ABSTRACT

Competition between weeds and agricultural crops generates significant losses in the yield of grains, cereals, vegetables, and forage grasses. A particular case, *Parthenium hysterophorus* L. is a weed native to the Gulf of Mexico and as consequence of the international trade in grains and forage has expanded to other regions of the world. It is classified as one of the main weeds in agricultural and livestock activity. The objective of the review is to characterize *Parthenium hysterophorus*. The research was through the search of scientific publications using digital platforms such as Mendeley Reference Manager, 2020. Version 2.97.0., Elsevier, 2023. Google Academic, 2023. Scientific publications report that *Parthenium* is characterized by containing a leaf, stem, root, flower, and pollen water-soluble substances such as parthenin, caffeinic acid, sesquiterpenes, flavonoids, lactones, among others. Other reports also indicate that weed is constantly expanding in the world, altering agricultural, livestock and ecological systems. Weed metabolites cause toxic effects in crops and grasslands, such as: reduction in germination rates, respiration, photosynthesis, and stomatal dynamics, it also decreases root growth and affects fruit ripening. In animal and human health, metabolites cause dermatitis, joint inflammation, diarrhea, among others. However, another line of research states that metabolites have cytotoxic effects that reduce tumor growth. In conclusion, *Parthenium hysterophorus* L. has harmful effects on agricultural and livestock activity, and on human health.

Keywords: parthenium hysterophorus, parthenin, allelopathy, weed, toxicity

Artículo recibido 20 mayo 2024
Aceptado para publicación: 22 junio 2024



INTRODUCCIÓN

La arvense *Parthenium hysterophorus* L. de nombre común hierba amarga y nube forma parte de la familia Asteraceae (Rzedowski, 1978) y (Ferriol Molina & López Del Rincón, 2017). Tiene características importantes como alta producción de flores y semillas. Estas particularidades de la arvense le proporcionan capacidad de expansión y colonización en nuevos territorios. Es una especie originaria del Golfo de México y está expandida en el Continente Americano desde la parte sur de Estados Unidos de América hasta Brasil, en la actualidad también se localiza en países del continente Europeo, Africano, Asiático y Oceanía (Williams & Groves, 1980), (Evans, 1997), (Abdulkerim-Ute & Legesse, 2016) y (Al Ruheili et al., 2022a). Las condiciones agroclimáticas en los países de estos continentes como la humedad, temperatura, radiación solar y suelos con fertilidad moderada han favorecido su establecimiento.

El efecto tóxico que tiene la arvense sobre otras especies de plantas, es conocido como alelopatía (Kanchan & Chandra, 1979), (Evans, 1997) y (Abdulkerim-Ute & Legesse, 2016). Esta característica le proporciona a esta especie competidora, un poder invasivo letal, generando una mortalidad de plantas en competencia. Por ejemplo, en sistemas de producción de maíz y trigo, la producción de grano disminuyó hasta un 70% por efecto de competencia de los cereales con *Parthenium* (Mersie & Singh, 1987).

En lo que respecta al efecto alelopático es causado por metabolitos que se localizan en todas las estructuras anatómicas de la planta. Las sustancias identificadas son partenina, flavonoides, esteroides, triterpenos, saponinas, cumarinas, sesquiterpenos lactonas, taninos, carbohidratos, oxihidrilos fenólicos (Experientia, 1976), (Evans, 1997), (De La Fuente et al., 2000), (Jiménez et al., 2021) y (Bashar et al., 2022). Estas sustancias químicas al ser solubles en agua favorecen su presencia en el suelo.

La toxicidad de *Parthenium* no solamente es cuando está en competencia con otras especies de plantas. En el sector ganadero también está presente de manera indirecta. En el caso de los métodos de alimentación donde los animales consumen forrajes contaminados, son pastoreo y corte, por lo que cierto grado de contaminación de la arvense genera problemas en la salud animal reflejados como daño

en el hígado y riñones (Evans, 1997). También se ha identificado la existencia de los metabolitos tóxicos en leche obtenida de animales que consumen forrajes con la arvense.

Por otra parte, los metabolitos de *Parthenium* son toxinas causantes de la dermatitis en personas que están en contacto directo con la arvense (Experientia, 1976). Estos problemas de salud pública son más frecuentes en personas de países como la India, Pakistan, Afganistán, Omán, Australia, entre otros (Haseler, 1976), (Abdulkerim-Ute & Legesse, 2016) y (Al Ruheili et al., 2022a). En los países del continente americano, no existen reportes de problemas de salud pública, como sí se tiene en Asia y África. Esto es debido a que por efecto ambiental *Parthenium hysterophorus*, ha mutado genéticamente, generando biotipos diferentes en los continentes. Un ejemplo de lo anterior, son los biotipos tóxicos que se encuentran en Pakistán, y que no están presentes en Australia y Nueva Zelanda, como lo afirma el estudio realizado por (Jabeen et al., 2015).

La arvense también modifica el comportamiento de las especies vegetales en diferentes ecosistemas, provocando la muerte de la mayoría de plantas que estén en su área de desarrollo, modificando la existencia de la flora endémica (Evans, 1997), (Shiferaw et al., 2018), (Gadisa et al., 2019), (Premakumari et al., 2022) y (Costello et al., 2022). Por lo descrito anteriormente, el objetivo de la revisión es la caracterización de *Parthenium hysterophorus* y sus efectos tóxicos por alelopatía en la agricultura, ganadería, salud humana y ecología.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta revisión se realizó con el uso de herramientas digitales de la investigación científica como google academic, mendeley, elsevier, entre otras, y se realizó la búsqueda de las publicaciones científicas en revistas nacionales e internacionales. Se obtuvo información respecto a *Parthenium hysterophorus* L. en su distribución y dispersión mundial, requerimientos climáticos para su óptimo desarrollo, efectos en producción agropecuaria, salud pública, alteración de ecosistemas, así como métodos de control químico y biológicos. También se revisó tipos de usos alternativos de la arvense para desarrollar programas alternos de su utilización en beneficio de varias actividades económicas. Es importante indicar que la información que se obtuvo y se sintetizó es de fuentes de artículos publicados en revistas reconocidos por la comunidad científica internacional.

Revisión De Literatura

Caracterización de *Parthenium hysterophorus*

Distribución geográfica

Varios autores reportan que *Parthenium hysterophorus* es originaria del continente Americano y particularmente del Golfo de México (Evans, 1997) y (Lalita & Kumar, 2018). Esta especie se ha expandido a otros continentes como el europeo, asiático, africano y oceánico (Weyl, 2019), (Al Ruheili et al., 2022b) y (EPPO, 2023). Un reporte emitido por (Weyl, 2019) presenta un compendio de varios autores para conocer la distribución actual de *Parthenium hysterophorus* en diferentes países y regiones del mundo. En el Cuadro 1, se muestra el resumen para cada uno de los continentes. La presencia de esta especie en otros países, excepto los del continente americano, ha sido por introducción a través de intercambio comercial de granos y semillas forrajeras.

Cuadro 1. Distribución geográfica de *Parthenium hysterophorus* en continentes y regiones del mundo.

Continente	País	Observaciones
Africano	Botsuana, Comoras, Djiboati; Egipto, Eritrea, Esuatini, Etiopia, Kenia, Madagascar, Mauritania, Mayotte, Mozambique, Reunión, Rwanda, Seychelles, Somalia, Sudáfrica, Tanzania, Uganda y Zimbabwe.	En este continente la arvensis fue introducida por el comercio de granos. Actualmente está en constante invasión territorial.
Asiático	Bangladesh, Bhután, China, India, Israel, Japón, Jordán, Malasia, Nepal, Omán, Pakistán, Palestina, Arabia Saudita, Corea del Sur, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam y Yemen	Fue introducida por el comercio de granos y forrajes. Está en constante invasión territorial.
Europeo	Bélgica y Polonia	Está presente en dos países, sin embargo, actualmente está en proceso de erradicación.
Americano	Bahamas, Belice, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, Martinica, México, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, Trinidad y Tobago, Estados Unidos, Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela	<i>P. hysterophorus</i> es nativa de esta región y está en constante invasión.
Oceanía	Australia, Nueva Zelanda, Polinesia, Nueva Guinea, Caledonia y Vanuato	Fue introducida y actualmente en constante invasión territorial.

Fuente: Datos tomados de (Weyl, 2019).

Esta arvense tiene características fisiológicas y anatómicas que favorecen su capacidad de expansión territorial, como es la alta producción de semillas viables en todo el año, así como el efecto alelopático con otras especies vegetales que estén en su entorno ecológico (Williams & Groves, 1980), (Evans, 1997) y (Nguyen et al., 2017). Es también importante indicar que esta planta tiene capacidad fisiológica para adaptarse fácilmente a cambios climáticos como los cálidos o fríos extremos.

Los países y regiones donde está presente la arvense se ubican geográficamente entre el área del Trópico de Cáncer (hemisferio norte) y el Trópico de Capricornio (hemisferio sur) en la zona llamada intertropical (Loza et al., 2013). Son pocos los países y regiones donde se tiene *Parthenium* y se ubican entre los hemisferios y la zona polar, llamada zona templada (Fernández et al., 2018), entre estos están algunas regiones de los Estados Unidos de América, Argentina y Brasil.

En esta zona intertropical se tienen climas como el trópico húmedo, trópico seco, monzónico, semiárido, desértico, subtropical y templado de montaña (Jiménez et al., 2004). Estos mismos autores indican que los rangos de temperatura en esta zona no presentan variaciones importantes con un promedio anual superior a 19°C, tienen un rango oscilatorio de más menos 2 a 5°C de la temperatura mínima y máxima. En la zona intertropical el comportamiento de la temperatura durante el día es alta, pero estable. La distribución anual de la precipitación para esta zona es variable, con mínimos de 200 mm y máximos de 500 mm. Sin embargo, se tienen regiones que están en límites con los océanos que presentan los 2000 a 5000 mm anuales. El promedio de iluminación en la zona es de 12 horas luz por 12 horas de oscuridad, favoreciendo con esto la existencia de variada.

Requerimientos climáticos

El establecimiento de *Parthenium* en las diferentes regiones del mundo ha sido posible porque los factores ambientales son favorables para su desarrollo. Estas condiciones son: temperatura ambiental, fotoperiodo y humedad del suelo. La germinación de la arvense se potencializa cuando la temperatura se encuentra en intervalos de 5 a 30°C (Afzal et al., 2022), estos autores reportan que a temperaturas menores y máximos de este rango limitan la germinación. También (Adkins & Shabbir, 2014) indican que se necesitan 13 horas de luz para tener el máximo potencial de germinación y desarrollo de las plantas de *Parthenium*. Por otra parte, suelos a capacidad de campo (-0.07 MPa) reducen hasta en 50% la tasa de germinación, y con un potencial de humedad de -0.9 MPa no se tiene germinación (Williams

& Groves, 1980) y (Afzal et al., 2022). Estos autores concluyen que las bajas temperaturas de invierno limitan la germinación y desarrollo de la arvense. Además, el potencial de humedad del suelo y la sombra en el dosel de la pradera, son factores determinantes en la germinación y desarrollo. Estos datos son similares con los que reporta (Nguyen et al., 2017), donde afirma que temperatura y humedad del suelo son los dos factores más importantes para germinación, desarrollo, floración y llenado de semilla. La temperatura que permite potencializar el crecimiento de *Parthenium* es de 25°C y esta se presenta en las estaciones de primavera y verano (Williams & Groves, 1980), (Nguyen et al., 2017) y (Afzal et al., 2022). En estas épocas del año es cuando se tiene la máxima producción de semilla y rápida propagación de la maleza causando daños severos en los cultivos agrícolas.

Efectos alelopáticos

Investigaciones científicas realizadas por (Kanchan & Chandra, 1979), (De La Fuente et al., 2000), (Lalita & Kumar, 2018) y (Bashar et al., 2022), confirman la existencia de metabolitos con efecto alelopático o tóxicos en las estructuras anatómicas de la planta de *Parthenium hysterophorus*. Estos metabolitos son: ácido cafeínico, ácido ferúlico, ácido p-anísico, partenina, sesquiterpenos, flavonoides, triterpenos, saponinas, cumarinas, lactonas, taninos, carbohidratos y compuestos fenólicos (Jiménez et al., 2021). Estos estudios demostraron el efecto tóxico de *Parthenium* y determinan que, a mayor densidad de la planta en un área determinada, el daño a otras plantas será exponencial. Asimismo (Mersie & Singh, 1987), concluyen que los residuos de *Parthenium* descompuestos en el suelo tienen mayor toxicidad que los residuos sin descomponer, y que el principal daño que causan es acortar el tamaño de las raíces de las plantas que estén en contacto.

Métodos de control de *Parthenium hysterophorus*

En varios países como Australia, Nueva Zelanda y la India (Adkins & Shabbir, 2014), para controlar la infestación de la arvense en las áreas agrícolas, se han implementado estrategias de manejo como: cultural (limpieza de maquinaria, principalmente), físico (rosa, tumba y quema de residuos), químico (herbicidas selectivos y de contacto), biológico (plantas supresoras, insectos y patógenos). Sin embargo, estos tipos de manejo no son 100% efectivos. En algunas regiones para mejorar la respuesta en el control de la arvense aplican diferentes métodos, como la combinación de físico-cultural y químico-biológico.

Para generar estrategias y disminuir la toxicidad de esta especie competidora se han realizado investigaciones utilizando microorganismos patógenos para *Parthenium*. Con la implementación de estos métodos se pretende disminuir el daño ambiental por el uso de herbicidas químicos (Adkins & Shabbir, 2014). En la investigación realizada por (VIkrant, Verma, Rajak, & Pandey, 2006), utilizaron cultivo libre de células de un hongo patógeno (*Phoma herbarum*) que infecta a diferentes especies de plantas. Este hongo tiene propiedades fitotóxicas contra *Parthenium hysterophorus* L. Como resultado de este estudio, se confirmó que el potencial de esta toxina biorracional de *Phoma herbarum*, puede ser utilizado como fitotoxina contra *Parthenium hysterophorus*.

Algunas otras investigaciones realizadas en la India para controlar a *Pharthenium* aplicaron fitopatógenos del hongo *Myrothecium roridum*, y tuvieron resultados favorables. Reportan que el efecto de este hongo es la disminución del potencial de germinación de la semilla, así como propiciar una alta mortalidad de plántulas de la planta. Estos resultados coinciden con lo que reporta (Harry C., 1997), cuando evaluaron el efecto del mismo hongo en el control biológico de la arvense. También en un estudio de tipo biológico para control de *Parthenium* utilizaron una cepa del hongo *Puccinia abrupta* (Zelalem, 2021), se observó que el hongo infectó a las plantas de la arvense y aceleró la senescencia de las hojas, y disminuyó la vida y el peso seco de la planta, así como una reducción en la producción de flores.

En pastizales de Australia, sur de África y la India se han utilizado 9 especies de insectos y dos hongos como parte de un programa de control biológico de *Parthenium* (Dhileepan et al., 2009). En estas investigaciones se concluye que utilizando insectos y hongos como control biológico se tiene una reducción importante en la densidad poblacional de *Parthenium*, así como en su crecimiento y producción de flores. Estos efectos de control de la arvense generaron un incremento de la biomasa total de hasta un 40% en los pastos. En pruebas de laboratorio para evaluar el efecto de la aplicación de extractos acuosos de especies alelopáticas, como la gramínea *Imperata cylindrica* L en la semilla, raíz, tallo y biomasa total de *Parthenium*, el resultado demostró que afecta de manera negativa la germinación hasta en un 80%, así como también el largo de tallo, raíz y biomasa total (Anjum et al., 2016).

Otra de las estrategias que se han implementado para controlar la invasión de *Parthenium*, es el experimento que se desarrolló en Tanzania por (Ojija & Ngimba, 2021), donde evaluaron el comportamiento de la arvense en praderas establecidas con altas densidades mixtas de leguminosas como *Lablab purpureu*, *Desmodium intortum* y *Medicago sativa*. Cuando se comparó el comportamiento de la arvense en asociación mixta de leguminosas con pradera establecida con una sola especie forrajera (monocultivo), los resultados mostraron que la asociación de leguminosas tuvo un efecto negativo en *Parthenium*, donde los tallos y raíz fueron más cortos, con 77 y 60%, respectivamente. En esta investigación concluye que establecer praderas mixtas es un método efectivo en el control de *Parthenium*. La asociación de especies de gramíneas o leguminosas han permitido disminuir el efecto que tiene *Parthenium* en la producción de forrajes, como concluye (Ojija, 2022).

Por otra parte, se ha evaluado el efecto de herbicidas químicos en el control y eliminación del *Parthenium*. Dos ingredientes activos de uso agrícola como el glifosato y el isoproturon fueron evaluados por (Balyan et al., 1996) en Pakistán bajo condiciones de invernadero y campo abierto. El resultado de este experimento fue que el glifosato a los 21 días provocó la muerte del 100% de las plantas, en comparación con isoproturon que solamente alcanzó el 80% de mortalidad, concluyen que el glifosato es el ingrediente activo más efectivo.

En Pakistán se evaluaron herbicidas con ingredientes químicos como la atrazina, ametryn+atrazina, bromoxynil+MCPA, butachlor y el glifosato en el control de *Parthenium* (Arshad, 2007), el resultado fue que la atrazina y el glifosato son los ingredientes más efectivos en el control de la arvense, principalmente cuando las plantas tienen cinco semanas de edad, este efecto disminuye conforme aumenta la edad de las plantas. Concluyen que todos los ingredientes activos son recomendados para eliminar *Parthenium*, aunque se requiere rapidez y eficiencia en la eliminación, en este caso, el glifosato y la atrazina son los recomendables.

Efectos de la toxina de *Parthenium hysterophorus* en producción agrícola, salud animal, salud humana y biodiversidad.

Efectos en la producción agrícola

Una característica importante de esta especie competidora es la alta producción de semilla, se tienen estimaciones de hasta 25,000 por planta. Lo anterior, genera un banco de semilla en la capa arable del

suelo que tiene una larga duración en el tiempo (Kanchan & Chandra, 1979), (Harry C., 1997), (Evans, 1997), (Adkins & Shabbir, 2014), (Anjum et al., 2016), (Nguyen et al., 2017) y (Lalita & Kumar, 2018). Esta característica es una de las razones más importantes de la rápida invasión en las tierras de cultivo y en diversas áreas ecológicas.

La acción alelopática se debe principalmente a compuestos químicos como fenoles, sesquiterpenos y lactonas solubles en agua, los cuales se localizan en raíces, tallos, hojas, inflorescencias, polen y semillas (Kanchan, 1975), (Kanchan & Chandra, 1979), (Mersie & Singh, 1987) (Harry C., 1997) y (Lalita & Kumar, 2018). También se reporta presencia de partenina, ácido cafeico, ácido p-cumárico como principales inhibidores en los tejidos de las plantas que la circundan. Las raíces de la especie competidora produce exudados, que al entrar en contacto con las raíces de otras especies de plantas se genera un ambiente tóxico de tipo alelopático.

Se han desarrollado varios estudios respecto a los efectos nocivos que *Parthenium hysterophorus* genera en plantas de interés económico como los cultivos agrícolas, y se tienen reportes para diferentes tipos como granos, forraje y hortalizas. En la Cuadro 2, se presenta los daños que causa la arvense en producción agrícola en diferentes regiones del mundo.

Cuadro 2. Daños que produce *Parthenium hysterophorus* en cultivos agrícolas.

Cultivo	Daños que causa	Lugar	Autor
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L)	Inhibición del proceso de simbiosis entre leguminosa y rizobio de los géneros Actinomyces, Azotobacter y Azospirillum. Reducción de la tasa de germinación y crecimiento de plantas.	Nueva Zelanda, Australia, Etiopia	Harry C. 1987 Kaur et al. 2004 Zelalem, 2021
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	Disminución de 18 a 40% en la producción total de frutos por metro cuadrado de terreno cultivable	Israel	Yaacoby et al. 2023
Frijol bambara (<i>Vigna subterranea</i> L) Maíz (<i>Zea mays</i>) Pata de gallo (<i>Digitaria sanguinalis</i>) Cola de caballo (<i>Eleusine indica</i>) Hierba de olor (<i>Ageratum conyzoides</i>) Coquillo (<i>Cyperus iria</i>) Hierba de sapo (<i>Euphorbia hirta</i>) Juncia de agua (<i>Cyperus difformis</i>)	Causa estrés en los cultivos de <i>Vigna subterranea</i> y <i>Zea mays</i> . En las otras especies se afecta la tasa fotosintética, respiratoria, conductancia estomática. Así como disminución de carotenos y clorofila	Malasia	Bashar et al. 2022
Sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>)	Disminuye hasta el 97% en la producción de grano	Etiopia	Tamado et al. 2002



Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	El polen de <i>Parthenium</i> afecta la madurez de los frutos de estas especies, así como la germinación de las semillas.	Etiopia e India	Mawal et al., 2015
Berenjena (<i>Solanum melongena</i>)			
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)			
Pimiento (<i>Capsicum annum</i>)			
Maíz (<i>Zea mays</i>)			
Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)			
Rábano (<i>Raphanus sativus</i>)			
Remolacha (<i>Beta vulgaris</i>)			
Nabo (<i>Brassica rapa</i>)			
Cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>)			
Hoja de terciopelo (<i>Abutilon theophrasti</i>)	Reducción en el crecimiento radicular	Estados Unidos	Morsie y Singh, 1987
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)			
Maíz (<i>Zea mays</i>)			
Raygrass (<i>Lolium perenne</i>)	Inhibe germinación del 96.7% en arroz y 53.3% en trigo	Nepal	Shrestha y Thapa, 2018
Arroz (<i>Oriza sativa</i>)			
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)			
Rábano (<i>Raphanus sativus</i>)			
Col (<i>Brassica oleracea</i>)			
Artemisa (<i>Artemisa vulgaris</i>)	Efectos negativos en el desarrollo radicular	Nepal	Maharjan et al., 1970



Cuando *Parthenium* está en competencia con los cultivos agrícolas (ya sean estos para la producción de granos, forrajes, hortalizas y hornamentales), el efecto alelopático de la arvense causa diversas alteraciones fisiológicas en las plantas como: disminución de la tasa respiratoria y fotosíntesis, alteración de la dinámica estomática y del proceso de fecundación, acortamiento del crecimiento radicular y malformación de frutos. Estos efectos en los procesos fisiológicos de las plantas tienen como consecuencia la disminución en el rendimiento de los productos agrícolas.

Los reportes de investigaciones relacionadas a la toxicidad del *Parthenium* refieren que la sustancia química o metabolito vegetal más importante es la partenina, que desde la química es una lactona sesquiterpénica, con una fórmula bruta o molecular $C_{15}H_{18}O_4$ (Ecosostenible, 2023), y que su nombre hace referencia a su origen que es el partenio que se obtiene de la especie *Parthenium*, especie vegetal con alto grado de toxicidad. Asimismo, la (IUPAC, 2023), reporta que la partenina tiene las características siguientes:

- a. Nomenclatura oficial es: (3aS, 6S, 6aS, 9aS, 9bR)-6a-hidroxi-6,9a-dimetil-3-metilideno-3.3a, 4,5,6,6a, 9^a 9b-octahidroazuleno[4,5-b] furan-2,9-diona.
- b. Es una sustancia cristalina.
- c. Es amarga y tiene una acción anti-neurálgica
- d. Ha sido aislada de *Parthenium hysterophorus*
- e. Tiene propiedades genotóxicas, alergénicas e irritantes.
- f. Es causante de un tipo de dermatitis en humanos.
- g. Tiene aplicaciones médicas por sus propiedades analgésicas.

Efectos en producción animal

Los daños que ocasiona las toxinas de esta planta competidora son diversos, cuando los animales consumen estas plantas, principalmente en los rumiantes. Algunos reportes de investigaciones realizados en la India y Australia indican que los efectos indirectos en producción animal, son la disminución de la carga animal en los pastizales, mientras que el daño directo se refleja en la fase de comercialización con un menor peso corporal en la finalización de los animales (Harry C., 1997), (Lalita & Kumar, 2018), (Haseler, 1976) y (Abdulkerim-Ute & Legesse, 2016). Esos efectos en la



ganadería ponen en riesgo la permanencia de las praderas, y así el sustento alimenticio de los animales, lo que ocasiona pérdidas económicas importantes para el sector ganadero.

Australia es un país donde la cría de ganado bovino y ovino son de gran importancia económica. En este país la ganadería se desarrolla principalmente en pastizales nativos, sin embargo, estos están siendo invadidos por *Parthenium*. Se realizó un estudio en Australia por (Chippendale & Panetta, 1994) para evaluar el impacto económico en la producción ganadera. Al respecto reportan que el 61% de productores entrevistados, afirmaron que *Parthenium* es un problema agrícola de impacto económico, también manifestaron que la capacidad de carga animal, así como la producción de ganado se redujo en el orden del 4.7% anual. Otro impacto negativo en producción animal, es que los becerros no ganan peso como se espera, lo que obliga a los productores a implementar estrategias de suplementación alimenticia, incrementando los costos de producción por animal. También para mantener el control de la arvense en los pastizales se realizan diversas actividades de manejo, como uso de herbicidas, maquinaria especial de cosecha, manejo manual, lo que también contribuye al incremento de los costos. Cuando se comercializa forrajes para alimentación del ganado, en caso de estar contaminado con *Parthenium* es rechazado, se le aplica una sanción económica. En este estudio se concluye que *Parthenium* está causando estragos importantes en la economía de los productores de ganado en Australia, debido al daño que ocasiona en el comportamiento productivo del animal y del pastizal.

En un estudio realizado por (Narasimhan et al., 1984), donde evaluaron la excreción de partenina en cerdos guínea y vacas, encontraron que al administrarles de forma oral, en un tiempo aproximado de 30 minutos, se identificó a la partenina en la orina de estos animales. Asimismo, cuando se aplicó en forma intravenosa, no encontraron concentraciones significativas en heces de las vacas, pero si en cerdos a las 7 horas.

Estos mismos autores reportan que cuando se aplicó de forma parenteral la sustancia tóxica, se encontró en cerdos a una hora, mientras que en vacas fue a las 5 horas, continuando la excreción hasta las 72 horas. Posterior a las 72 horas de la aplicación, se sacrificaron los animales y se evaluó la presencia de la toxina en varios órganos, donde se encontró niveles significativos en riñón e hígado, así como en glándula mamaria de las vacas.



Cuando se suministró de forma oral extracto alcohólico de *Parthenium* a ratas albinas en un experimento de laboratorio para evaluar el efecto de las toxinas en la química sanguínea de las ratas, se reporta por (Neja et al., 2010) que el conteo de glóbulos rojos disminuyó significativamente ($p < 0.01$) a $5 \times 10^6/\mu\text{L}$ contra el testigo con $6.25 \times 10^6/\mu\text{L}$. La hemoglobina también disminuyó significativamente ($p < 0.01$) respecto al control de 17.1 g/dL a 10,2 g/dL. Mismo comportamiento tuvo el hematocrito al disminuir en un 17% con alta significancia ($p < 0.01$). En este estudio se concluye que el tratamiento con extracto de *Parthenium* provoca anemia en las ratas, donde los leucocitos y linfocitos totales mostraron una disminución significativa del 28% y 14.10% ($p < 0.01$), respectivamente. También concluyen que la reducción significativa de glóbulos blancos significó que el sistema inmunitario de las ratas se debilitó después del tratamiento oral con *Parthenium*.

En otro experimento realizado en la India evaluaron el estado de salud de vacas y búfalos que durante el pastoreo consumieron *Parthenium* (Narasimban, y otros, 1976). Reporta que los animales presentaron diarrea a las 24 horas de haber consumido la arvense y que se mantuvo de 3 a 4 días, y que los becerros que mantuvieron la diarrea murieron entre los 8 y 30 días. Estos autores afirman que 24 horas antes de la muerte de los becerros presentaron excitabilidad y espasmos musculares. Los búfalos en el día 7 de consumir la arvense presentaron varias reacciones como: prurito, aparición de erupciones eritematosas papilares en orejas y cuello, edemas en párpados y músculos faciales, y en la autopsia se encontró lesiones en hígado, tracto gastrointestinal y riñones.

Efectos en salud pública o humana

Cuando la salud pública está en riesgo las medidas para su control toman otra dimensión desde el punto de vista científico. Se realizan varios experimentos para determinar la magnitud del problema y cuantificar el daño que se ocasiona en las personas por efecto de varias causas. En la India los problemas ocasionados por *Parthenium* en la población son de gran importancia. Para cuantificar la magnitud del problema de salud pública se realizó un estudio en el India por (Maishi et al., 1998), donde utilizaron a dos grupos de personas, a uno se le proporcionó de forma oral un extracto de *Parthenium*, el cual contenía partenina como metabolito principal y al otro grupo un placebo. Se les registró todos sus datos de estado de salud corporal y psicológica. Posterior a un periodo de consumo del metabolito, se registró todo cambio que la persona sintiera por efecto de este. Al final del estudio se analizó los síntomas que



las personas dijeron tener. Dentro de los problemas más frecuentes son problemas en la piel, como dermatitis, prurito, ampulas y enrojecimiento, en codos, axilas, cuello, manos, principalmente. También se reportó problemas como tos, estornudos, estreñimiento, diarrea y dolor de cabeza. Esta sintomatología en personas son similares a los que reportan (Rana, 2022) y (H. M. K. Bashar et al., 2021).

Es importante mencionar que esta investigación realizada por (Maishi et al., 1998), concluyen que en América y Europa los problemas de salud pública por efecto de *Parthenium* no son relevantes, ya que no hay reportes de la severidad del problema en estas regiones, como si lo hay para la India y algunos otros países de Asia. Y afirman que estos problemas severos en la población de la India se deben a un biotipo diferente de *Parthenium hysterophorus* que se tiene en este país que lo hace altamente nocivo para la población.

Efecto en la biodiversidad

Por lo expuesto anteriormente, esta especie competidora pone en riesgo la biodiversidad de los ecosistemas, principalmente los pastizales y praderas donde se desarrolla la cría de animales, y de aquellas áreas de bosque y selva donde la población de esta planta se incrementa considerablemente. También se tienen reportes que los residuos de la toxina del *Parthenium* se concentran en el suelo y ahí permanecen por varios ciclos agrícolas, causando daños al establecimiento y producción de los cultivos que se establezcan en esos suelos (Harry C., 1997) y (Lalita & Kumar, 2018).

Las características botánicas que tiene la arvense le favorecen su expansión y colonización de los ecosistemas, provocando una modificación en muchos casos irreversible en favor del desarrollo de otras especies vegetales. Los daños que ocasiona generan pérdidas económicas importantes en la producción agropecuaria, para Australia un estudio realizado por (Costello et al., 2022) reportan que los costos por controlar y manejar a *Parthenium* es en promedio 129 millones de Aud (dólar Australiano) por año. También indican que los daños más drásticos que genera la arvense es la modificación o alteración de los ecosistemas en los valles australianos, donde se altera totalmente la biodiversidad (Haseler, 1976). Los resultados de estudios realizados en Australia y Nueva Zelanda para medir el impacto ecológico y productivo de la arvense son similares a los que se desarrollaron en Etiopia por (Gadisa et al., 2019), (Adkins & Shabbir, 2014) y (Shiferaw et al., 2018), donde reportan que *Parthenium* coloniza



agresivamente a los nichos ecológicos naturales y artificiales, genera impactos negativos en hábitat de pastizales, bosques abiertos, rívera de ríos, llanuras, parques de vida silvestre, áreas de asentamiento humano, áreas desnudas y orillas de carreteras y caminos. Estos efectos en los ecosistemas son similares a los que reportan (Premakumari et al., 2022), donde indican que *Parthenium* es altamente invasiva y que modifica el equilibrio ecológico donde se establece por sus efectos alelopáticos.

Estrategias para futuro

La ciencia muestra su preocupación por los diferentes daños que causa *Parthenium* en el sector agrícola, ganadero y en la salud pública. Por esto, es necesario hacer el planteamiento de programas estratégicos de prevención, control y erradicación de esta planta invasora de las praderas. Las investigaciones que se han realizado para el control de la arvense han generado resultados favorables. Para esto se han utilizado hongos patógenos y bacterias. Sin embargo, estos métodos de control reportan que tienen altos costos económicos para su aplicación que no hacen sostenible la actividad (Harry C., 1997), (Nguyen et al., 2017) y (Al Ruheili et al., 2022). Es necesario diseñar estrategias diferentes para lograr el objetivo con un mínimo costo, donde se fortalezca al cultivo principal y pueda este sostener su productividad aun estando en competencia con *Pharthenium*.

Un estudio realizado en Nueva Zelanda reporta que los incrementos de CO₂ atmosférico se ha incrementado en las últimas décadas, así como la temperatura promedio en ese país. Para abordar este problema, se realizó un experimento para evaluar el comportamiento de la arvense en concentraciones altas de CO₂ y temperatura, simulando así lo que suceda en las próximas décadas con el cambio climático (Nguyen et al., 2017). En este experimento se concluyó que las altas concentraciones, superiores al CO₂ atmosférico que predominan actualmente, así como temperaturas cálidas y suelos poco húmedos favorecen el crecimiento de los tallos y hojas de la arvense. En consecuencia, se plantean nuevas estrategias para controlar la expansión de la arvense que se estimula de forma favorable por el cambio climático.

Los problemas que genera *Parthenium hysterophorus* en los ecosistemas en diversas regiones del mundo son abordados con otro enfoque por algunos investigadores. Desde el punto de vista agroecológico han realizado experimentos de tipo ecológico con la arvense y encontrar estrategias para su manejo y reutilización en los sistemas productivos. En los reportes científicos de (Marwat et al.,



2008), (Saini et al., 2014), (Shahi & Sapkota, 2018) y (Rana, 2022), se obtienen los beneficios que tiene *Parthenium hysterophorus* en diversas actividades y procesos:

- a) Se puede utilizar con fines medicinales de forma industrial a gran escala.
- b) Es una planta que actúa como analgésico y en el tratamiento de enfermedades como reumatismo muscular, problemas hepáticos, amebiasis (causado por *Entamoeba histolytica*).
- c) La partenina, compuesto importante en la arvense se le han encontrado propiedades anticancerígenas
- d) Las flores tienen propiedades antitumorales.
- e) Se utiliza en medicina tradicional en la India Occidental y América.
- f) Se utiliza como sustrato en sistemas de producción de biogás actuando como aditivo en el estiércol y producir el 70% de metano. Con las reacciones energéticas en la producción de metano los químicos fitotóxicos de la arvense se inactivan.
- g) Se utiliza también como mejorador de suelos a través de ser procesado por pirólisis (la materia orgánica se calienta sin presencia de oxígeno) para la producción de bicarbón.
- h) La industria textil ha encontrado propiedades a la partenina para eliminar algunos tintes y pigmentos que utilizan en sus procesos de teñido de prendas.
- i) También se utiliza en la elaboración de compostas con excelentes resultados en mejoramiento de la fertilidad de suelo.
- j) Los extractos han sido evaluados en el control de plagas y arvenses que se presentan en cultivos comerciales.
- k) Por su acción en la eliminación de algunos tintes se ha evaluado también el uso en la eliminación de metales pesados en suelos agrícolas.
- l) Es también hospedera de plagas y enfermedades agrícolas y que se utiliza como barreras naturales contra el virus de la raya del tabaco.

Alternativas en medicina tradicional

En los continentes de Asia, Oceanía y África la arvense es una planta que se le atribuyen varias causas de problemas de salud pública (Maishi et al., 1998) y (Bashar et al., 2021). Estos mismos autores reportan en sus investigaciones que *Parthenium hysterophorus* es la causa de varias afecciones en las



personas. En el continente americano no se tienen reportes o investigaciones relacionados en que la arvense sea causa de problemas en salud pública. Pero, sí se tienen del uso de las estructuras anatómicas de la planta en el tratamiento de ciertos problemas en la salud pública.

En la medicina tradicional el uso es para tratar problemas como: heridas, fiebre, anemia, inflamación de la piel, enfermedades neuronales y algunos problemas reproductivos en mujeres (Jiménez et al., 2021). Otros de los usos de la arvense por sus propiedades biológicas es la actividad antitumoral, antibacteriana y antioxidante (Das et al., 2007) y (Kumar et al., 2014).

En el estudio que realizaron (Jiménez et al., 2021), donde evaluaron los tipos de metabolitos que contiene las flores de *Parthenium hysterophorus* extraídos con agua y alcohol, reportan que los extractos con agua no tuvieron efectos citotóxicos en los eritrocitos humanos, a diferencia con los extraídos con alcohol que sí producen citotoxicidad. Además al adicionar los extractos de alcohol a los eritrocitos humanos, aumentó la actividad de las enzimas superóxido dismutasa y catalasa, por lo que *Parthenium* puede ser una fuente de sustancias fitoquímicas importantes, con actividad antioxidante para la inhibición de los radicales y estímulo de la actividad enzimática de los antioxidantes de los eritrocitos en humanos.

CONCLUSIONES

El comercio internacional de granos y forrajes ha sido el factor de dispersión de semillas de la arvense en diferentes territorios del mundo, donde está generando problemas de importancia económica en la actividad agrícola y ganadera; así como alteraciones ecológicas y en la salud en las personas. En las hojas, tallos, raíces, flores y polen de *Parthenium hysterophorus* se ha extraído un metabolito soluble en agua identificado como partenina, el cual causa toxicidad a las plantas que están en competencia. En la agricultura y pastizales naturales la partenina al estar en contacto con las estructuras anatómicas de las plantas, provoca alteraciones en los procesos fisiológicos que tiene como resultado final la disminución en los rendimientos de granos, frutos, hortalizas y pastos; y en casos extremos la muerte de los cultivos. Sin embargo, no solo los efectos tóxicos de la arvense en plantas, animales y personas han sido evaluados en condiciones de laboratorio y campo abierto, actualmente se han desarrollado líneas de investigación del uso en medicina tradicional donde se ha observado que los metabolitos tienen



actividad citotóxicos, de gran importancia en la ciencia médica para el tratamiento de tumores en humanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdulkerim-Ute, J., & Legesse, B. (2016). *Parthenium hysterophorus* L: Distribution, impact, and possible mitigation measures in Ethiopia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 19(1), 61–72.
- Adkins, S., & Shabbir, A. (2014). Biology, ecology and management of the invasive parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.). *Pest Management Science*, 70(7), 1023–1029. <https://doi.org/10.1002/ps.3708>
- Afzal, I., Akram, M., Javed, T., Ali, F., Kalaji, H. M., Wróbel, J., Telesiński, A., Mojski, J., & Ahmed, M. A. A. (2022). Quantifying the germination response of *Parthenium hysterophorus* at various temperatures and water potentials by using population-based threshold model. *Frontiers in Plant Science*, 13(August), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.961378>
- Al Ruheili, A. M., Al Sariri, T., & Al Subhi, A. M. (2022a). 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). <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.12.004>
- Al Ruheili, A. M., Al Sariri, T., & Al Subhi, A. M. (2022b). 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>
- Anjum, T., Bajwa, R., & Javaid, A. (2016). *Biological control of Parthenium i: effect of Imperata cylindrica on distribution , germination and seedling growth of Parthenium*. January, 1–6.
- Arshad, J. (2007). Efficacy of some common herbicides against *Parthenium* weed. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 13(1/2), 93–98.
- Carnevali Fernández-Concha, G., Ramírez Murillo, I. M., Hernández, S., & Tapia, J. L. (2010). *Flora de la Península de Yucatán*. (C. d. Yucatán, Ed.) Merida, Yucatán, México: Unidad de Recursos Naturales.



- Balyan, R. S., Yadav, A., Pahwa, S. K., & Malik, R. K. (1996). Chemical control of *Parthenium hysterophorus* Linn. *Pestology*, *20*(6), 31–34.
- Bashar, H. K., Juraimi, A. S., Ahmad-Hamdani, M. S., Uddin, M. K., Asib, N., Anwar, M. P., Karim, S. R., Rahaman, F., Haque, M. A., & Hossain, A. (2022). Documentation of Phytotoxic Compounds Existing in *Parthenium hysterophorus* L. Leaf and Their Phytotoxicity on *Eleusine indica* (L.) Gaertn. and *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. *Toxins*, *14*(8). <https://doi.org/10.3390/toxins14080561>
- Bashar, H. M. K., Juraimi, A. S., Ahmad-Hamdani, M. S., Uddin, M. K., Asib, N., Anwar, M. P., & Rahaman, F. (2021). A mystic weed, *parthenium hysterophorus*: Threats, potentials and management. *Agronomy*, *11*(8), 1–20. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081514>
- Bhattacharya, A. (2022). Physiological Processes in Plants Under Low Temperature Stress. In *Physiological Processes in Plants Under Low Temperature Stress*. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-9037-2>
- Chippendale, J. E., & Panetta, E. D. (1994). The cost of *parthenium* weed to the Queensland cattle industry. *Plant Protection Quarterly*, *9*(2), 73–76.
- Choukr-Allah, R., & Ragab, R. (2023). Biosaline Agriculture as a Climate Change Adaptation for Food Security. In *Biosaline Agriculture as a Climate Change Adaptation for Food Security*. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-24279-3>
- Costello, B., Osunkoya, O. O., Sandino, J., Marinic, W., Trotter, P., Shi, B., Gonzalez, F., & Dhileepan, K. (2022). Detection of *Parthenium* Weed (*Parthenium hysterophorus* L.) and Its Growth Stages Using Artificial Intelligence. *Agriculture (Switzerland)*, *12*(11), 1–23. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111838>
- Das, B., Saidi Reddy, V., Krishnaiah, M., Sharma, A. V. S., Ravi Kumar, K., Venkateswara Rao, J., & Sridhar, V. (2007). Acetylated pseudoguaianolides from *Parthenium hysterophorus* and their cytotoxic activity. *Phytochemistry*, *68*(15), 2029–2034. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.05.002>
- De La Fuente, J. R., Uriburu, M. L., Burton, G., & Sosa, V. E. (2000). Sesquiterpene lactone variability in *Parthenium hysterophorus* L. *Phytochemistry*, *55*(7), 769–772.



[https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00288-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00288-0)

Dhileepan, K., Government, Q., Agricultural, S., & Dhileepan, K. (2009). *Parthenium hysterophorus L*. November.

Ecosostenible. (3 de agosto de 2023). <https://antropocene.it/es/2023/02/27/partenina-2/>. Obtenido de <https://antropocene.it/es/2023/02/27/partenina-2/>:

<https://antropocene.it/es/2023/02/27/partenina-2/>

EPPO, E. (3 de agosto de 2023). <https://gd.eppo.int/taxon/PTNHY/distribution>. Recuperado el 2023, de <https://gd.eppo.int/taxon/PTNHY/distribution>: <https://gd.eppo.int/taxon/PTNHY/distribution>

Evans, H. C. (1997). *Parthenium hysterophorus*: a review of its weed status and the possibilities for biological control. *Biocontrol News and Information*, 18(3), 89–98.

Experientia, S. (1976). *Toxicity of Parthenium hysterophorus*. 43(1974), 1976–1977.

Fernández, E. M. A., Granados, J. C., Mayagoitia, A. L., Romero, L. R., de Aluja, A. S., Tavera, F. J. T., Elizondo, G. V., Cantón, B. V., Salinas, E. M., & Rodríguez, I. C. R. (2018). Prefacio a la quinta edición. In *Patología general veterinaria* (pp. 7–8).

<https://doi.org/10.2307/j.ctv1xxv3n.2>

Ferriol Molina, M., & López Del Rincón, C. (2017). *Familia compositae (Asteraceae): Caracteres generales*. España: Universidad Politécnica de Valencia.

Gadisa, D., Daniel, F., & Firew, K. (2019). Socioeconomic and ecological consequences of *Parthenium* weed (*Parthenium hysterophorus L.*) in Boset Woreda, Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 14(34), 1921–1942. <https://doi.org/10.5897/ajar2019.14247>

Harry C., E. (1997). *Parthenium hysterophorus*: a review of its. *Biocontrol*, 18(3), 89-98.

Haseler, W. H. (1976). *Parthenium hysterophorus L.* in australia. *Pans*, 22(4), 515–517. <https://doi.org/10.1080/09670877609414342>

IUPAC, L. (3 de Agosto de 2023). <https://antropocene.it/es/2023/02/27/partenina-2/>. Obtenido de <https://antropocene.it/es/2023/02/27/partenina-2/>.

Jabeen, R., Prentis, P., Anjum, T., & Adkins, S. W. (2015). Genetic structure of invasive weed *Parthenium hysterophorus* in Australia and Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology*, 17(2).



- Jiménez, M. Á. A., Cruz, A. Z., Belmares, S. Y. S., Valdés, J. A. A., & Rivera, C. A. 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>
- Jiménez, R. M. R., Capa, Á. B., & Lozano, A. P. (2004). *Meteorología Y Climatología*. <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>
- Joshi, A., Bachheti, R. K., Sharma, A., & Mangain, R. (2016). Parthenium hysterophorus. L. (Asteraceae): A boon or curse? (A review). *Oriental Journal of Chemistry*, 32(3), 1283–1294.
<https://doi.org/10.13005/ojc/320302>
- Kalaiselvi, M., Subbaiya, R., & Selvam, M. (2013). *Original Research Article Synthesis and characterization of silver nanoparticles from leaf extract of Parthenium hysterophorus and its anti-bacterial and antioxidant activity*. 2(6), 220–227.
- Kanchan, sukhada D., & Chandra, J. (1979). *ALLELOPATHIC OF PARTHENIUM EFFECTS HYSTEROPHORUS Allelopathy Fumaric acid Parthenin Phenolics Pollen Leaf Washing Root lea- chate Parthenium hysterophorus L . the tropical American weed which has spread to all parts of India forming huge stands exert alle*. 37(1979), 67–75.
- Kataria, S., & Singh, V. P. (n.d.). *UV-B Radiation and*.
- Kaur, M., Aggarwal, N. K., Kumar, V., & Dhiman, R. (2014). Effects and Management of Parthenium hysterophorus : A Weed of Global Significance . *International Scholarly Research Notices*, 2014, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2014/368647>
- Kumar, S., Pandey, S., & Pandey, A. K. (2014). In vitro antibacterial, antioxidant, and cytotoxic activities of parthenium hysterophorus and characterization of extracts by LC-MS analysis. *BioMed Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/495154>
- Lalita, & Kumar, A. (2018). Review on a weed Parthenium hysterophorus (L.). *International Journal of Current Research and Review*, 10(17), 23–32. <https://doi.org/10.31782/ijcrr.2018.10175>
- Loza, A. G. de L., Higuera, A. P., Rodríguez, G. G., & Cueva, A. A. de la. (2013). *Atlas de geografía del mundo*.
- Maharjan, S., Shrestha, B. B., & Jha, P. K. (1970). Allelopathic Effects of Aqueous Extract of Leaves



- of *Parthenium hysterophorus* L. on Seed Germination and Seedling Growth of Some Cultivated and Wild Herbaceous Species. *Scientific World*, 5(5), 33–39. <https://doi.org/10.3126/sw.v5i5.2653>
- Maishi, A. I., Shoukat Ali, P. K., Chaghtai, S. A., & Khan, G. (1998). A proving of parthenium hysterophorus, L. *British Homeopathic Journal*, 87(01), 17–21. [https://doi.org/10.1016/s0007-0785\(98\)80005-7](https://doi.org/10.1016/s0007-0785(98)80005-7)
- Marwat, K. B., Khan, M. A., Nawaz, A., & Amin, A. (2008). Parthenium hysterophorus L. A Potential source of bioherbicide. *Pakistan Journal of Botany*, 40(5), 1933–1942.
- Mawal, S. S., Shahnawaz, M., Sangale, M. K., & Ade, A. B. (2015). <http://www.ijsrpub.com/uploads/papers/IJSRK/2015/jun/IJSRK-15-18.pdf>. *International Journal of Scientific Research in Knowledge*, 3(6), 145–152. <https://doi.org/10.12983/ijsrk-2015-p0145-0152>
- Mersie, W., & Singh, M. (1987). Allelopathic effect of parthenium (*Parthenium hysterophorus* L.) extract and residue on some agronomic crops and weeds. *Journal of Chemical Ecology*, 13(7). <https://doi.org/10.1007/BF00980214>
- Mersie, W., & Singh, M. (july de 1987). Allelopathic effect of parthenium (*Parthenium hysterophorus* L.) extract and residue on some agronomic crops and weeds. *Chemical Ecology*, 13, 1739-1447.
- Mukherjee, S., & Baluška, F. (n.d.). *Signaling and Communication in Plants Rhizobiology: Molecular Physiology of Plant Roots*. <https://link.springer.com/bookseries/8094>
- Muslera, P., & Ratera, G. (1991). *Praderas y forrajes: producción y aprovechamiento* (2da. ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Narasimhan, T. R., Keshava Murthy, B. S., Harindranath, N., & Subba Rao, P. V. (1984). Characterization of a toxin from *Parthenium hysterophorus* and its mode of excretion in animals. *Journal of Biosciences*, 6(5), 729–738. <https://doi.org/10.1007/BF02702716>
- Narasimban, T., Anath, M., Norayana, M., Rojendra, M., Mangala, A., & Sutba, P. (1976). Toxicidad de *Parthenium hysteophorus* to cattle and buffaloes. *Institute of animal health and veterinary biologicals and departament of biochemistry*, 1358 -1359.
- Nguyen, T., Bajwa, A. A., Navie, S., O'Donnell, C., & Adkins, S. (2017). Parthenium weed (*Parthenium*



- hysterophorus L.) and climate change: the effect of CO₂ concentration, temperature, and water deficit on growth and reproduction of two biotypes. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(11), 10727–10739. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8737-7>
- Of, E., Extract, M., Parthenium, O. F., Haematological, O. N., & Albino, P. (2010). *Effect of Methanolic Extract of Parthenium Hysterophorus L. on Haematological Parameters in*. 2, 357–364.
- Ojija, F. (2022). Eco-friendly management of Parthenium hysterophorus. *Science Progress*, 105(3), 1–15. <https://doi.org/10.1177/00368504221118234>
- Ojija, F., & Ngimba, C. (2021). Suppressive abilities of legume fodder plants against the invasive weed Parthenium hysterophorus (Asteraceae). *Environmental and Sustainability Indicators*, 10(July 2020), 100111. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100111>
- Premakumari, P. D., Sarayu, M. G., Das, G. G. M., Babu, K. V. D., Krishnan, R., Lawrence, B., Siraj, S. S., Pillai, A. R., Syamala, S. K. S., & Murugan, K. (2022). Invasive Exotic Plant Species and Their Influence on the Environment, Ecosystem Services, Economy and Health: a Search. *Journal of Advanced Scientific Research*, 13(01), 64–74. <https://doi.org/10.55218/jasr.202213106>
- Quiroga, H. (2013). Tasa de acumulación de materia seca de alfalfa en respuesta a variables climatológicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4, 503–516.
- Rana, R. (2022). Parthenium hysterophorus Being Boon and Bane for Human Beings: A Review. *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika, I(Of)*, 1–4. <https://doi.org/10.18805/bkap465>
- Rzedowski, J. (1978). *Clave para la identificación de los géneros de la familia Compositae en México*. San Luis Potosí, San Luis Potosí, México: Universitaria Potosina.
- Saini, A., Aggarwal, N. K., Sharma, A., Kaur, M., & Yadav, A. (2014). Utility Potential of Parthenium hysterophorus for Its Strategic Management. *Advances in Agriculture*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/381859>
- Shahi, D., & Sapkota, R. (2018). A Comparative Study on Dye Degradation by Leaf and Root Extracts of Parthenium hysterophorus L. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 6(4), 327–331. <https://doi.org/10.3126/ijasbt.v6i4.22110>
- Shiferaw, W., Demissew, S., & Bekele, T. (2018). Invasive alien plant species in Ethiopia: ecological



- impacts on biodiversity a review paper. *International Journal of Molecular Biology*, 3(4), 169–176. <https://doi.org/10.15406/ijmboa.2018.03.00072>
- Shrestha, B., & Thapa, C. B. (2018). Allelopathic effects of invasive alien species *Parthenium hysterophorus* L. on seed germination of paddy and wheat. *Himalayan Biodiversity*, 6(July 2013), 1–5. <https://doi.org/10.3126/hebids.v6i0.33526>
- SIAP. (2022). <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>. (G. d. México, Editor, & S. d. Pesquera, Productor) Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Vikrant, P., Verma, K. K., Rajak, R. C., & Pandey, A. K. (august de 2006). Characterization of a Phytotoxin from *Phoma herbarum* for Management of *Parthenium hysterophorus* L. *Journal of phytopathology*, 461-468.
- Weyl, P. (2019). *Parthenium hysterophorus*. En C. Internacional, *Parthenium hysterophorus*. España: CABI
- Williams, J. D., & Groves, R. H. (1980). The influence of temperature and photoperiod on growth and development of *Parthenium hysterophorus* L. *Weed Research*, 20(1), 47–52. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1980.tb00040.x>
- Woldesenbet, M. (n.d.). *Nodulation , N and P Uptake as Influenced by Parthenium (Parthenium Hysterophorus L .) Densities in Common Bean (Phaseolus Vulgaris L .)*. 1(3), 177–181.
- Zelalem, B. (2021). Status of parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.) and its control options in Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 17(1), 1–7. <https://doi.org/10.5897/ajar2012.2197>

