

REVISIÓN: EL GÉNERO ARGEMONE (PAPAVERACEAE) Y LOS USOS PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN EL SECTOR AGRÍCOLA^a**REVIEW: THE ARGEMONE GENUS (PAPAVERACEAE) AND USES FOR PEST CONTROL IN THE AGRICULTURAL SECTOR**

Juárez-García R.A.¹; Sanzón-Gómez, D.^{2*}; Ramírez-Santoyo, L.F.²; Gonzales-Castañeda, J.²

¹ Alumna de la Maestría en Protección Vegetal de Hortalizas, Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Vida.

² Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Vida. Km 9 carretera Irapuato-Silao, ExHda. El Copal, Irapuato, Gto., 36500 México.

*Autor de correspondencia: diana.sanzon@ugto.mx

Fecha de envío: 04, enero, 2020

Fecha de publicación: 08, junio, 2020

Resumen:

Las plantas del género *Argemone* florecen durante todo el año en México, por lo cual es una fuente potencial permanente de fitoquímicos para emplearse como productos biorracionales. Por lo anterior, el presente trabajo ofrece una revisión sobre el uso de este género como plaguicidas botánicos en la agricultura. Estos usos se asocian a la síntesis de fitoquímicos, principalmente alcaloides como sanguinarina y berberina los cuales también muestran efectos tóxicos, dependiendo de la concentración y parte de la planta donde se encuentren. La especie *A. mexicana* es la que mayormente se ha evaluado contra plagas y enfermedades en el sector agrícola y eventualmente existen reportes de *A. pleiacantha* y *A. ochroleuca*.

Palabras clave: Bencilisoquinolínicos, Papaveraceae, malezas naturalizadas

Abstract:

The plants of the genus *Argemone* bloom throughout the year in Mexico, making it a permanent potential source of phytochemicals for employers as bio-rational products. Therefore, this paper offers a review of the use of this genus as botanical pesticides in agriculture. These uses are associated with the synthesis of phytochemicals, mainly alkaloids such as sanguinarine and berberine, which also show toxic effects, depending on concentration and the part of the plant where they are found. The species *A. mexicana* is the one that has mostly been evaluated against pests and diseases in the agricultural sector and eventually there are reports of *A. pleiacantha* and *A. ochroleuca*

Keywords: Benzylisoquinolines, Papaveraceae, naturalized weeds

^a Parte del trabajo de titulación de la Maestría en Protección Vegetal de Hortalizas, Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Vida

1. INTRODUCCIÓN

Argemone es un género exclusivo del continente americano, con excepción de las especies nativas de las islas de Hawái. A partir de America, se dispersó en las regiones tropicales y subtropicales. Una parte de este fenómeno se ha favorecido por acciones humanas, y principalmente porque se utiliza como planta medicinal; otra parte de la dispersión de las semillas se ha favorecido por medios naturales como el agua y el viento (Ownbey, 1958).

Plantas de este género se consideran malezas naturalizadas en otros países porque colonizan áreas perturbadas, terrenos agrícolas, sitios al margen de carreteras y de cursos de agua. En países como Sudáfrica representan una amenaza al competir con la flora nativa, además de que son tóxicas para los animales, por lo que se han tomado medidas de control químico y biológico de las poblaciones (Van der Westhuizen & Mpedi, 2011; Namkeleja et al., 2014).

En México se reporta la presencia de 18 especies del género *Argemone* (Cuadro 1), siendo las más colectadas *A. mexicana*, *A. ochroleuca* y *A. platyceras*, las cuales están presentes en 31, 28 y 21 entidades federativas del país, respectivamente (Villaseñor, 2016). Uno de los factores de la especiación en este género es el aislamiento geográfico, la acumulación de diferencias genéticas por aislamiento reproductivo y poliploidia. Algunas especies de *Argemone* se han agrupado de acuerdo a determinado grado de parentesco; por ejemplo, se postula que *A. achroleuca* se ha derivado del *A. mexicana* mediante un proceso de poliploidía, además de que tienen un determinado grado de cruzabilidad (Ownbey, 1958).

Dentro del género, se pueden distinguir tres grupos morfológicos los cuales se caracterizan por ser plantas herbáceas, anuales o perennes con látex acuoso blanquecino, amarillento hasta anaranjado o rojizo, erectas o ascendentes, por lo común espinosas y más o menos glaucas; hojas dispuestas tanto en roseta basal como alternas sobre el tallo, sésiles, con cada diente provisto de una espina terminal, a veces con manchas glaucas o de tono distinto al del color base siguiendo las venas principales; flores actinomorfas, con 4 a 8 pétalos (pero más comúnmente 6), caducos, los exteriores suelen ser ligeramente más anchos que los interiores, blancos, amarillentos a anaranjados (Rzedowski & Rzedowski, 2001).

Cuadro 1. Especies del género *Argemone* y las entidades federativas de México donde se ha registrado su presencia.

Table 1. Species of the genus *Argemone* and the federal entities of Mexico where their presence has been registered.

Espece	Entidades Federativas	Grupo morfológico
<i>A. mexicana</i> L.	AGS, BCN, BCS, CAM, CHIS, CHIH, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, NLE, OAX, PUE, QRO, QROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMS, TLAX, VER, YUC, ZAC	1
<i>A. ochroleuca</i> Sweet	AGS, BCN, BCS, CHIS, CHIH, COAH, COL, CDMX, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, NLE, OAX, PUE, QRO, QROO, SLP, SIN, SON, TAMS, TLAX, VER, ZAC	1
<i>A. superba</i> G.B. Ownbey	GTO, HGO, QRO, SLP	1
<i>A. aenea</i> G.B. Ownbey	COAH, NLE, TAMS	1
<i>A. platyceras</i> Link & Otto	BCN, BCS, CHIH, COAH, CDMX, DGO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NLE, OAX, PUE, QRO, SON, TAMS, TLAX, VER, ZAC	2
<i>A. echinata</i> G.B. Ownbey	COAH, NLE, SLP	2
<i>A. pleiacantha</i> Greene	CHIH, SON	2
<i>A. munita</i> Durand & Hilg.	BCN	2
<i>A. grandiflora</i> Sweet	COAH, GTO, HGO, NLE, QRO, SLP, SON, TAMS, VER	3
<i>A. albiflora</i> Hornem.	CHIH, COAH, NLE	3
<i>A. gracilentata</i> Greene	BCN, BCS, SON	3
<i>A. fruticosa</i> Thurb. ex A. Gray	COAH, DGO, NLE, SLP	Nd
<i>A. subintegrifolia</i> G.B. Ownbey	BCN	Nd
<i>A. intermedia</i> Sweet	BCN, BCS, CHIH, DGO, GTO, NLE, QRO, SLP, SON, ZAC	-
<i>A. alba</i> F. Lestib.	CHIH, SON	-
<i>A. chisosensis</i> G.B. Ownbey	CHIH, COAH	-
<i>A. subalpina</i> J.A. McDonald	NLE, TAMS	-
<i>A. turnerae</i> A.M. Powell	CHIH, COAH	-

Nd= grupo no determinado con claridad; - = sin información del grupo. Fuente: Elaboración con base en Villaseñor (2016) y Ownbey (1958).



Las plantas del género *Argemone* florecen durante todo el año en México (Rzedowski & Rzedowski, 2001), por lo que es una fuente potencial permanente de fitoquímicos para emplearse como plaguicidas botánicos o biorracionales, los cuales han denotado actividad biológica en contra de diversas plagas agrícolas. Tales compuestos son biodegradables por lo que no afectan al equilibrio ambiental, no tienen restricciones toxicológicas y reducen costos de producción (Isman & Seffrin, 2014). Por lo anterior, el objetivo de la presente revisión es destacar las especies mayormente usadas, así como sus propiedades y el uso en la agricultura.

2. ALCALOIDES PRESENTES EN LA PLANTA

Las plantas de este género producen varios alcaloides bencilisoquinolínicos (ABI) (Cuadro 2), algunos de estos alcaloides pueden ser tóxicos, debido a sus efectos sobre el sistema nervioso central, que provocan pérdida de coordinación, somnolencia y convulsiones. Sin embargo, los mismos alcaloides pueden mostrar valiosas aplicaciones como pesticidas (Ziegler & Facchini, 2008).

Los alcaloides del tipo bencil-isoquinolina son molecularmente diversos, se conocen aproximadamente 2500 estructuras y son fitoquímicos comunes en las familias botánicas Papaveraceae, Ranunculaceae, Berberidaceae y Menispermaceae (Shoji, 2017).

Argemonina, sinónimo de rotundina (Amirkia & Heinrich, 2014) o pavina (Roberts & Wink, 1998), es el alcaloide más frecuente entre las especies del género *Argemone*, seguido de Chelerythrina. Además, la especie *A. mexicana* es la que más se ha analizado, por lo que se han reportado más tipos de alcaloides presentes en sus tejidos (Buckingham et al., 2010). En general, Brahmachari et al. (2013) presentan una lista de 45 alcaloides que son sintetizados en los órganos de plantas *Argemone* (Cuadro 2).



Cuadro 2. Principales alcaloides presentes en algunas especies del género *Argemone* (Papaveraceae).

Table 2. Principal alkaloids present in some species of the genus *Argemone* (Papaveraceae).

Especie	Alcaloide	Formula condensada
<i>A. mexicana</i>	1,6,7-Isoquinolinetriol	(C ₁₁ H ₁₁ NO ₃)
<i>A. munita</i> var. <i>rotundata</i>	2-Hydroxy-3,8-dimethoxypavinano	(C ₁₉ H ₂₁ NO ₃)
<i>A. mexicana</i>	8-Acetyl-dihydro-sanguinarina	(C ₂₃ H ₁₉ NO ₅)
<i>A. mexicana</i>	Argemexicaina A y B	(C ₂₁ H ₂₃ NO ₅)
<i>A. gracilentata</i> , <i>A. platyceras</i> , <i>A. brevicornuta</i> , <i>A. hispida</i> , <i>A. munita</i> var. <i>rotundata</i> , <i>A. munita</i> var. <i>argentea</i>	Argemonina	(C ₂₁ H ₂₅ NO ₄)
<i>A. mexicana</i>	Canadalina	(C ₂₁ H ₂₃ NO ₅)
<i>A. mexicana</i> , <i>A. albiflora</i> , <i>A. polyanthemos</i>	Chelerythrina	(C ₂₁ H ₁₈ NO ₄)
<i>A. grandiflora</i>	Codamina	(C ₂₀ H ₂₅ NO ₄)
<i>A. spp.</i>	Corysamina	(C ₂₀ H ₁₆ NO ₄)
<i>A. spp.</i>	Cryptopina	(C ₂₁ H ₂₃ NO ₅)
<i>A. mexicana</i>	Dihydro-chelerythrina	(C ₂₁ H ₁₉ NO ₄)
<i>A. mexicana</i>	Dihydro-sanguinarina	(C ₂₀ H ₁₅ NO ₄)
<i>A. fruticosa</i> , <i>A. albiflora</i>	Fagarina I	(C ₂₁ H ₂₃ NO ₅)
<i>A. grandiflora</i>	Laudanosina	(C ₂₁ H ₂₇ NO ₄)
<i>A. munita</i> , <i>A. squarrosa</i>	Muramina	(C ₂₂ H ₂₇ NO ₅)
<i>A. mexicana</i>	Pancorina	(C ₂₀ H ₁₃ NO ₅)
<i>A. gracilentata</i> , <i>A. platyceras</i> ,	Platycerina	(C ₂₀ H ₂₃ NO ₄)
<i>A. mexicana</i>	Protopina	(C ₂₀ H ₁₉ NO ₅)
<i>A. grandiflora</i> subsp. <i>grandiflora</i>	Ribasina	(C ₂₀ H ₁₇ NO ₅)
<i>A. mexicana</i>	Sanguinarina	(C ₂₀ H ₁₄ NO ₄)
<i>A. spp.</i>	Sinactina	(C ₂₀ H ₂₁ NO ₄)
<i>A. spp.</i>	Stylopina	(C ₁₉ H ₁₇ NO ₄)

Fuente. Elaborado a partir de Buckingham et al., (2010); Bentley (2001).

3. USO COMO AGENTE BIORRACIONAL EN PLAGAS.

Estudios a nivel de plántula de *A. mexicana*, indican que berberina y sanguinarina se acumulan en la parte aérea y en la radícula de la plántula es más abundante sanguinarina (Xool-Tamayo et al., 2017).

La presencia de estos alcaloides del tipo bencilisoquinolina puede explicar efectos con actividad antimicrobiana y citotóxicas (Alamri & Moustafa, 2010; Guízar-González et al., 2012; Moustafa et al., 2013) la cual puede ser utilizada contra plagas en el sector agrícola.

La especie *A. mexicana* es la que mayormente se ha evaluado contra plagas y enfermedades en el sector agrícola y eventualmente existen reportes de *A. pleiakantha* y *A. ochroleuca* (Cuadro 3).

Extractos de *A. mexicana*, se han utilizado para controlar hormigas, barrenillo, conchuela del frijol, gorgojo, palomilla del maíz, plagas del algodón y plagas de la caña de azúcar (Cuevas et al., 1991), y en bioensayos con extractos etanólicos presenta un efecto insecticida contra mosquita blanca, hasta con un 66% de mortalidad (Santiago et al., 2009).

Extractos de semillas de *A. mexicana* a base de éter de petróleo, cloroformo y metanol, en concentraciones de 1 a 5 mg/g presentaron dosis letal contra gorgojo de arroz (*Sitophilus oryzae*) y *Callosobruchus chinensis* (Ali et al., 2019).

Extractos etanólicos de hojas de *A. mexicana* presentaron una dosis letal para *Spodoptera litura* a una concentración de 31.55 mg/ml (Vetal & Pardeshi, 2019). Se evaluaron extractos a base de metanol, hexano y acuso de hojas secas de *A. mexicana* contra termitas (*Odontotermes obesus*) encontrándose que las dosis letales fueron: 10.44 mg/ml en metanol; 11.55 mg/ml en hexano y en medio acusos 12.17 mg/ml (Nagare et al., 2019)

Apliaciones foliares de extracto acuso de *A. mexicana* a una concentracion 1:1 peso volumen controló en un 60% el desarrollo de la roya del mani (*Puccinia arachidis*) (Patil, 2019). Extractos de polvo de hoja de *A. mexicana* a una concentración de 25 ppm, redujeron la fertilidad en las poblaciones adultas y detuvieron la transición de larvas a pupas y de pupas a adultos de *Culex quinquefasciatus* (Ali et al., 2017).

Las plantas de *A. mexicana* incorporadas al suelo provocaron una disminución en la capacidad de infección de *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani*. Sin embargo, este tipo de incorporación causa fitotoxicidad al cultivo, lo cual se puede reducir ligeramente con el aumento del nivel de fertilizantes nitrogenados (Siddiqui et al., 2002).

Cuadro 3. Especies del género *Argemone* y su empleo en control de plagas y enfermedades en el sector agrícola.

Table 3. Species in genus *Argemone* and its use to pest and disease control in the agricultural sector.

Especie	Forma de aplicación	Tipo de plaga/enfermedad	Cita
<i>A. mexicana</i>	extractos acuosos	hormigas, barrenillo, conchuela del frijol, gorgojo, palomilla del maíz, plagas del algodón y plagas de la caña de azúcar	Cuevas et al., 1991
	extractos de semillas	gorgojo de arroz (<i>Sitophilus oryzae</i>) y <i>Callosobruchus chinensis</i>	Ali et al., 2019
	extractos a base de metanol, hexanoy	termitas (<i>Odontotermes obesus</i>)	Nagare et al., 2019
	acuso	roya del mani (<i>Puccinia arachidis</i>)	Patil, 2019
	incorporadas al suelo	inhibe la esporulación y crecimiento <i>Fusarium solani</i> y <i>Rhizoctonia solani</i>	Siddiqui et al., 2002
<i>A. ochroleuca</i>	extractos etanólicos de plantas completas	gusano cogollero del maíz (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Martínez et al., 2017
<i>A. pleiacantha</i>	extractos de raíz	pulgón amarillo del sorgo (<i>Melanaphis sacchari</i>)	Hernández et al., 2019
<i>Argemone sp.</i>	extractos etanólicos incorporada al suelo y extractos de raíz y partes vegetativas	mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Santiago et al., 2009
	incorporadas al suelo	nematodos (<i>Meloidogyne incognita</i> y <i>M. javanica</i>) <i>Helminthosporium</i> sp., <i>Curvularia</i> sp., <i>Alternaria cajani</i> , <i>Bipolaris</i> sp. y <i>Fusarium udum</i>	Shahid-Shaukat et al., 2002 Singh et al., 2009

La actividad antifúngica del género *Argemone* se atribuye a los alcaloides dehydrocorydalmina y oxyberberina, dado que estos compuestos han demostrado propiedades antifúngicas contra algunas cepas de hongos como *Helminthosporium* sp., *Curvularia* sp., *Alternaria cajani*, *Bipolaris* sp. y *Fusarium udum* (Singh et al., 2010).

Los extractos de hojas de *Argemone* spp. aplicados a diferentes cultivos reducen el consumo de diferentes insectos como orugas y áfidos y en dosis más pequeñas pero aplicadas frecuentemente inducen esterilidad en la primera generación de huevos (Malarvannan et al., 2008).

Extractos de hojas frescas de *Argemone* spp a base de metanol, causan mortalidad de nematodos (*Meloidogyne javanica*), mientras que la incorporación de plantas en el suelo a dosis de 50 g kg⁻¹, son altamente tóxicas para cultivos de género *Solanum*, y a concentración de 10 g kg⁻¹, mejora el crecimiento de plantas, en ambas concentraciones retarda el crecimiento y densidades de población de nematodos en raíces de diversos cultivos (Shahid-Shaukat et al., 2002), así mismo se ha comprobado que extractos de raíz y partes vegetativas son tóxicos para las especies *M. incognita* y *M. javanica* en cultivos de soya, berenjena y papaya (Hasan, 1992).

La incorporación de *Argemone* sp., al suelo en conjunto con *Calotropis procera*, *Solanum xanthocarpum* inhibe la esporulación y crecimiento de cinco hongos que habitan en el suelo: *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Phyllosticta phaseolina*, *Sclerotium rolfsii* (Rizvi et al., 2012; Gahukar, 2016).

Por su parte, extractos etanólicos de plantas completas (tallos, hojas y flores) de *A. ochroleuca*, redujeron el consumo de gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) en hojas de maíz en un 13 a 14%, reducción en el crecimiento de las larvas en un 23% y aumento la mortalidad en un 31% (Martínez et al., 2017).

Los extractos de raíz de *A. pleiakantha* provocaron una mortalidad de hasta 91% en pulgón amarillo del sorgo, la alta mortalidad puede deberse a la presencia de alcaloides presentes en la especie, ya que se han reportado hasta 12 alcaloides, entre los cuales se encuentran scopelina, berberina y alantolactona principalmente en flores, semillas y raíz (Hernández et al., 2019).

4. CONCLUSIÓN.

Las especies del género *Argemone* son plantas herbáceas y/o perennes que florecen todo el año en México, se consideran una fuente potencial y permanente de alcaloides del tipo bencilisoquinolina; se han reportado de 45 alcaloides sintetizados en las diversas especies, de los cuales berberina y sanguinaria se consideran los más abundantes en las semilla y órganos vegetativos. La presencia de estos alcaloides puede explicar los efectos que poseen contra diversas plagas y enfermedades en el sector agrícola. La especie *A. mexicana* es la que mayormente se ha evaluado contra plagas y enfermedades en el sector agrícola y eventualmente existen reportes de *A. pleiacantha* y *A. ochroleuca*

Agradecimientos

Producto derivado del apoyo de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior (SICES) del estado de Guanajuato, como parte del proyecto “Determinación geoespacial de áreas susceptibles a plagas y enfermedades del cultivo de fresa en Guanajuato” (oficio DRF/860/2019).

6. LITERATURA CITADA

- Alamri, S. A., & Moustafa, M. F. (2010). Antibacterial activity of the latex of *Argemone ochroleuca* Sweet. *Saudi Med J*, 31(11), 1207-1210.
- Amirkia, V., & Heinrich, M. (2014). Alkaloids as drug leads-A predictive structural and biodiversity-based analysis. *Phytochemistry Letters* 10: xlviii–liii
- Ali, H., Islam, S., Sabiha, S., Rekha, S. B., Nesa, M., & Islam, N. (2017). Lethal action of *Argemone mexicana* L. extracts against *Culex quinquefasciatus* Say larvae and *Tribolium castaneum* (Hbst.) adults. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 438-441.
- Ali, H., Nesa, M., Rekha, S. B., & Islam, N. (2019). Dose-mortality and repellent potentials of *Argemone mexicana* L. extracts against *Sitophilus oryzae* L. and *Callosobruchus chinensis* L. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(2), 388-393.



- Bentley, K. W. (2001). Phenylethylamines and the isoquinoline alkaloids. *Natural product reports*, 18(2), 148-170
- Buckingham, J., Keith, H., Baggaley, A., D. R., & László, F. S.(2010). Dictionary of Alkaloids. Second edition. CRC Press 2010 by Taylor and Francis Group Taylor & Francis. 2377 p.
- Brahmachari, G., Gorai, D., & Roy, R. (2013). *Argemone mexicana*: chemical and pharmacological aspects. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 23(3), 559-567.
- Cuevas, S. M. I.; Romero, C. A. N. & García, J. C. M. (1991). Utilización del chicalote *Argemone mexicana* (Papaveraceae) como una alternativa para el control del gorgojo pinto del frijol *Z. subfasciatus* (Bohn) (Coleoptera: Bruchidae). In: Memorias del II Simposio nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. Sociedad Mexicana de Entomología. A. C. Oaxaca, Oaxaca, México. 3-10 pp
- Gahukar, R. T. (2016). Plant-derived products in crop protection: effects of various application methods on pests and diseases. *Phytoparasitica*, 44(3), 379-391.
- Guízar-González, C., Trujillo-Villanueva, K., Monforte-González, M., & Vázquez-Flota, F. (2012). Sanguinarine and dihydrosanguinarine accumulation in *Argemone mexicana* (L) Cell suspension cultures exposed to yeast extract. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 56(1), 19-22.
- Hasan, A. (1992). Effect of certain plant exudates and products on the development of root-knot nematode, pp. 188-186. In Tauro P, Narwal SS: Proceedings of national symposium on allelopathy in agro- ecosystems. Indian Society of Allelopathy, HAU, Hisar, India.
- Hernández, A. G., González, F. G., Calzada, R. T., Ramón, J., Salgado, H., & Santiago, M. A. L (2019). Evaluación de extractos acuosos de chicalote (*Argemone pleiacantha* GREENE.) para el control del pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari* zehntner). In *IV Congreso Internacional y XV Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas* (p. 94).

- Isman, M. B., & Seffrin, R. (2014). Natural insecticides from the Annonaceae: a unique example for developing biopesticides (pp. 21-33). In *Advances in Plant Biopesticides*. Springer, New Delhi.
- Malarvannan, S., Sekar, S., Prabavathy, V.R., Sudha, N. (2008). Emerging trends of researches in insect pest management and environmental safety, pp. 155-164. In Goel SC: *Emerging Trends of Researches in Insect Pest Management and Environmental Safety* Uttar Pradesh Zoological Society Muzaffarnagar India.
- Martínez, A. M., Aguado-Pedraza, A. J., Viñuela, E., Rodríguez-Enríquez, C. L., Lobit, P., Gómez, B., & Pineda, S. (2017). Effects of ethanolic extracts of *Argemone ochroleuca* (Papaveraceae) on the food consumption and development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist*, 339-345.
- Moustafa, M. F., Alamri, S. A., Taha, T. H., & Alrumman, S. A. (2013). In vitro antifungal activity of *Argemone ochroleuca* Sweet latex against some pathogenic fungi. *African Journal of Biotechnology*, 12(10), 1132-1137.
- Nagare, G. J., & Pardeshi, A. B. (2019). Anti-termite efficacy of *Argemone mexicana* L. For the control of indian white termite, *Odontotermes obesus* (Ramb.). *International Journal of Recent Scientific Research*, (10)07, 33875-33879.
- Namkeleja, H. S., Tarimo, M. T., y Ndakidemi, P. A. (2014). Allelopathic effects of *Argemone mexicana* to growth of native plant species. *American Journal of Plant Sciences*, 5(09), 1336.
- Ownbey, G. B. (1958). Monograph of the genus *Argemone* for North America and the West Indies. *Memoirs of the Torrey Botanical Club*, 21(1), 1-159
- Patil, B. J. (2019). Efficacy of foliar spray applications of plant extracts against groundnut rust. *Current Research in Environmental & Applied Mycology (Journal of Fungal Biology)*, 9(1), 113-121.
- Rizvi, R., Mahmood, I., Tiyagi, S. A., & KHAN, Z. (2012). Effect of some botanicals for the management of plant-parasitic nematodes and soil-inhabiting fungi

infesting chickpea. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(6), 710-719.

Roberts, M.F., & Wink, M. (1998). *Alkaloids: Biochemistry, Ecology, and Medicinal Applications*. Springer Science+Business Media, New York, USA. 486 p.

Rzedowski, C., & Rzedowski G. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México*. Ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Michoacán, México, pp.186, 180-190.

Santiago H. N.C., Carrillo, R., Jerez, S., Chávez, S., & C. Perales, S. (2009). Extractos vegetales para el control de mosquita blanca *Bemisia tabaci* Genn. en tomate. Recuperado de: http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible5/5_1/70.pdf

Shahid-Shaukat, S., Siddiqui, I. A., Khan, G. H., & Zaki, M. J. (2002). Nematicidal and allelopathic potential of *Argemone mexicana*, a tropical weed. *Plant and Soil*, 245(2), 239-247.

Shoji T. (2017). Alkaloid biosynthesis and regulation in plants, pp. 85-118. In: Gen-ichiro A, Massimo M: *Plant Specialized Metabolism: Genomics, Biochemistry, and Biological Functions*. CRC Press, Taylor y Francis Group, Boca Raton, FL, USA

Siddiqui, I. A., Shaukat, S. S., Khan, G. H., & Zaki, M. J. (2002). Evaluation of *Argemone mexicana* for Control of Root-Infecting Fungi in Tomato. *Journal of Phytopathology*, 150(6), 321-329.

Singh, A., Singh, S., Singh, S., Singh, T., Singh, V., Pandey, V., y Singh, U. (2009). Fungal spore germination inhibition by alkaloids dehydrocorydalmine and oxyberberine. *Journal of plant protection research*, 49(3), 287-289.

Singh, S., Singh, A., Jaiswal, J., Singh, T. D., Singh, V. P., Pandey, V. B., & Singh, U. P. (2010). Antifungal activity of the mixture of quaternary alkaloids isolated from *Argemone mexicana* against some phytopathogenic fungi. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43(8), 769-774.



- Van der Westhuizen, L., & Mpedi, P. (2011). The initiation of a biological control programme against *Argemone mexicana* L. and *Argemone ochroleuca* Sweet subsp. *ochroleuca* (Papaveraceae) in South Africa. *African entomology*, 19(sp), 223-229.
- Vetal, D.S., & Pardeshi, A.B. (2019). Larvicidal potential of *Argemone mexicana* L. Plant extracts against *Spodoptera litura* fab. *The Pharma Innovation Journal*, 8(6), 698-702
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559–902.
- Xool-Tamayo J. F., Monforte-González, M., Rubio-Piña, J., Mirón-López, G., Vázquez-Flota, F. (2017). Early developmental onset of alkaloid biosynthesis in Mexican poppy (*Argemone mexicana* L) Papaveraceae. *Phytochemistry Letters*, 20, 300–305
- Ziegler, J., & Facchini, P. J. (2008). Alkaloid biosynthesis: metabolism and trafficking. *Annual Review of Plant Biology*, 59(2), 735-769.

