



Una “araña pirata” (Araneae: Mimetidae) en el ámbar del mioceno temprano y actualización del listado de arañas fósiles para Chiapas, México

A “pirate spider” (Araneae: Mimetidae) in early miocene amber and updating the list of the fossil spider in Chiapas, Mexico

Miguel Ángel GARCÍA-VILLAFUERTE¹

¹Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera”, Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera”, Departamento de Paleontología, Dirección de Gestión, Investigación y Educación Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Calzada de las Personas Ilustres s/n. C.P. 29000. Antiguo Parque Madero. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

*For correspondence: mgarciavillafuerte@yahoo.com.mx

Received: 20th September 2018, **Returned for revision:** 16th February 2019, **Accepted:** 20th April 2019.

Associate Editor: Geraldo Andrade-Carvalho.

Citation/Citar este artículo como: García-Villafuerte MA. Una “araña pirata” (Araneae: Mimetidae) en el ámbar del Mioceno Temprano y actualización del listado de arañas fósiles para Chiapas, México. Acta biol. Colomb. 2020;25(1):155-161. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n1.74722>

RESUMEN

En busca de contribuir al conocimiento de la araneofauna fósil en Chiapas, México, se describe y fotografía una “araña pirata” (Araneae: Mimetidae) descubierta en una pieza de ámbar del municipio de Simojovel de Allende, con una edad de 23 millones de años (Ma). Esta familia fue citada anteriormente en el ámbar del Báltico, República Dominicana y la India. Al mismo tiempo, se actualiza el listado arañas fósiles en el ámbar de Chiapas, registrándose a la fecha 20 especies descritas. Subsecuentemente, este número podría aumentar, con la revisión de nuevo material.

Palabras clave: Arachnida, catálogo, fósiles, paleontología, sistemática.

ABSTRACT

To contribute to the knowledge of the fossil spiders in Chiapas, Mexico, a “pirate spider” (Araneae: Mimetidae) is described and photographed in a piece of amber from the Municipality of Simojovel de Allende, with a geological age of 23 millions of years (My). This family was previously found in Baltic, Dominican and Indian amber. I present an updated list of fossil spiders for Chiapas amber, 20 described species have been registered. However, this number could increase, with the revision of new material.

Keywords: Arachnida, catalog, fossils, paleontology, systematic.

En los años 50 se llevaron a cabo varias expediciones en la región de Simojovel de Allende con el fin de rescatar y estudiar piezas de ámbar con inclusiones fósiles. A partir de éstas excursiones se elaboró uno de los primeros listados de artrópodos terrestres encontrados en el ámbar chiapaneco; no obstante, esa clasificación taxonómica se presenta únicamente a nivel de Clase, Orden y Familia, en donde son mencionadas las familias Clubionidae, Mimetidae, Oxyopidae y un probable espécimen de la familia Eusparassidae, del orden Araneae (Hurd *et al.*, 1962). Sin embargo, no se da una información taxonómica detallada o la publicación de dibujos o fotografías. Posteriormente, Petrunkevitch (1963; 1971) describió 16 especies de arañas fósiles, las cuales fueron ubicadas en 12 familias. Algunos de los géneros fósiles descritos por Petrunkevitch fueron sinonimizados con taxones actuales por Wunderlich (1986; 1988), y el autor antes mencionado consideró que el espécimen identificado como Dysderidae por Petrunkevitch (1971) es una identificación dudosa. García-Villafuerte y Penney (2003) mencionaron que no queda claro si Wunderlich examinó el material mexicano, o si sus conclusiones se basaron únicamente en las descripciones hechas por Petrunkevitch.

En los últimos años se han reportado nuevos registros de arañas fósiles para el ámbar de Chiapas (García-Villafuerte y Penney, 2003; Dunlop *et al.*, 2008; García-Villafuerte 2006a; 2006b; 2008; 2018a; 2018b), datado con una edad de 23 millones de años (Ma), correspondiente al Mioceno Aquitaniano (Vega *et al.*, 2009; Perrillat *et al.*, 2010). Miembros fósiles de la familia Mimetidae han sido encontrados en el ámbar del Báltico, República Dominicana (Wunderlich, 2004; Harms y Dunlop, 2009) y el más antiguo en la India (Penney *et al.*, 2012).

En esta investigación, con el objetivo de contribuir al conocimiento de la araneofauna fósil incluida en el ámbar de Chiapas, México, se efectúa la descripción de un espécimen juvenil de una araña fosilizada de la familia Mimetidae, conocidas coloquialmente como “arañas piratas”. Igualmente, se actualiza el listado de arañas fósiles para el ámbar chiapaneco.

El ejemplar estudiado proviene del municipio de Simojovel de Allende, ubicado aproximadamente a 60 Km de Tuxtla Gutiérrez, al norte del estado de Chiapas, en el sureste de México (Fig. 1). Las minas principales son “Los Pocitos”, “Campo La Granja” y “El Pistón” (17°80' 48,35" N y 92°42' 30,50" W), donde interactúan tres unidades litoestratigráficas: Formación La Quinta, Mazantic y Balumtum; en ellas es posible encontrar ámbar desde la base hasta la parte superior (Perillat *et al.*, 2010; Solórzano-Kraemer, 2010).

La pieza en la que se encuentra inmerso el espécimen proviene de la mina “Los Pocitos” y fue donada por Glen Peter Osborne a la Colección Paleontológica del Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera”, Secretaría de

Medio Ambiente e Historia Natural, en donde se le asignó un número de catálogo: IHNFG-5800. La pieza tiene las siguientes dimensiones: 1,7 cm de largo x 0,7 cm de ancho x 2,5 mm de espesor. Para su estudio se utilizó un estereoscopio Stemi Carl Zeiss. Para obtener una mejor visualización del espécimen, se utilizaron lijas de diferentes medidas, con el fin de aminorar el tamaño de la pieza y finalmente, se utilizó un abrasivo de la marca Brasso®, para pulir la pieza. El uso de este material en el ámbar ha demostrado que elimina las ralladuras que deja la lija más fina. Las fotografías fueron realizadas con una cámara Cannon 5Ti conectada a un estereoscopio Zeiss Stemi 2000. Se realizó una serie de tomas de las estructuras, bajando el enfoque gradualmente; posteriormente, con el software Helicon Focus 6 (www.heliconsoft.com), un programa para el apilamiento de enfoque y composición micro-panorámica, las fotografías se sobrepusieron para lograr una composición con amplia profundidad de campo y visión. Todas las medidas son dadas en milímetros y fueron tomadas con una gráticula ocular adaptada a un Estereoscopio Zeiss Stemi 2000. Las denominaciones fueron basadas en Heimer (1986). Para la determinación taxonómica del espécimen, se utilizó el manual de identificación de arañas de Ubick *et al.* (2005). Para la actualización del listado de arañas fósiles en ámbar de Chiapas, México, se consultó la literatura publicada por Petrunkevitch (1963; 1971), García-Villafuerte y Penney (2003), García-Villafuerte (2006a; 2006b; 2008; 2018a; 2018b), Dunlop *et al.* (2008) y Riquelme y Menéndez-Acuña (2017).

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Orden Araneae Clerck, 1757

Familia: Mimetidae Simon, 1881

Gen. sp. indet.

Material examinado: Juvenil IHNFG-5800 (Figs. 2a-f). Colección Paleontológica del Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera”, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural.

Descripción: Longitud total 1,4 mm aproximadamente. Prosoma piriforme, punteado, color amarillo, se observa una línea delgada en la base, de color anaranjado, que se va ensanchando hacia la región ocular, 0,58 mm de longitud. Ocho ojos heterogéneos dispuestos en dos líneas, OMA sobre una protuberancia cuadrada, el área ocular es difícil de observar debido a la fractura que atraviesa el prosoma (Fig. 2f). Clípeo, aunque difícil de observar por la posición de la araña, es elevado, cerca del doble de diámetro de los OMA; quelíceros alongados y delgados, dirigidos verticalmente y basalmente fusionados. Enditos más largos que anchos, amarillos. Labio amarillento (difícil de observar por una pequeña fractura en el ámbar), esternón ovalado, con tonos amarillentos y marrones. Opistosoma ovalado, 0,65 mm longitud, cubierto de escasas setas

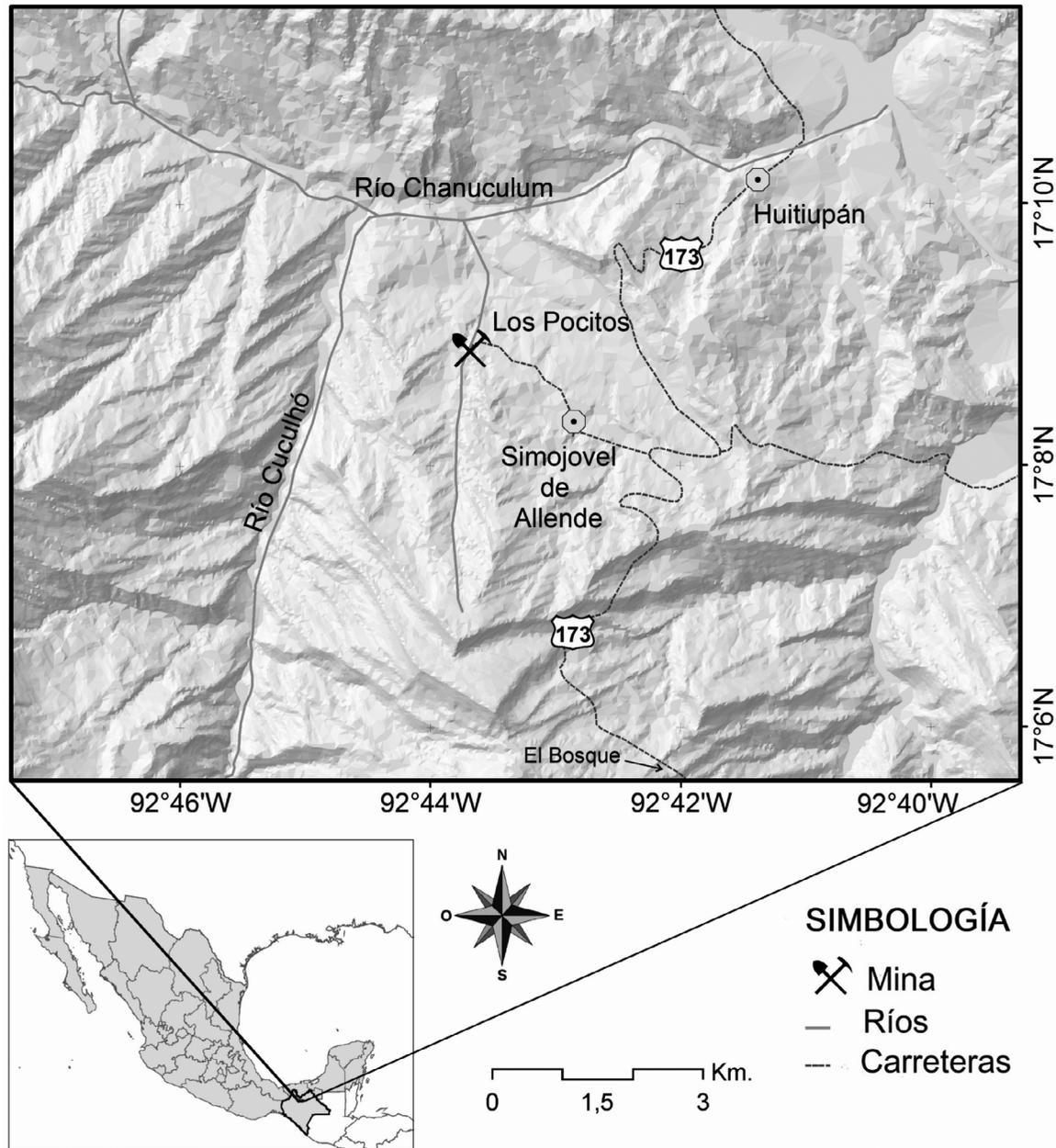


Figura 1. Ubicación de las minas de Simojovel de Allende, Chiapas; México.

medianas, anterodorsalmente se observa punteado; el patrón de coloración tiene tonos marrones, amarillentos y anaranjados, es difícil de describir debido a la enorme fractura que atraviesa el opistosoma; se logra observar una de las dos jorobas características de muchos mimétidos (Fig. 2e). Patas delgadas y amarillentas, fémures de color anaranjado claro; con una fórmula de longitud 1, 2, 4, 3; posee el patrón de espinas en las patas I y II, diagnóstico de la familia (Figs. 2c-d). Patas ligeramente espinadas: fémur I-IV sin espinas, se observan delgadas setas dorsales; cada patela tiene una espina dorso distal; tibia I: 1-1-1d, 1-1-0v; II 1-1-0d, 1-1-1v; III: 1-0-0; IV 1-1-0d.; metatarso I-IV con

macrosetas dorsales. Las espinetas no se observan a causa de las fracturas en el ámbar.

A la fecha, considerando el espécimen en esta publicación, se tienen 28 registros incluidos en 16 familias; de estos, 20 individuos han sido descritos a nivel especie, tres permanecen identificados a nivel género, tres como género y especie no determinados y dos como *nomina dubia* (Tabla 1, [†] Señala los géneros y/o especies considerados extintos).

En una investigación reciente de las “arañas piratas” fósiles, Harms y Dunlop (2009) revisaron todas las especies fósiles conocidas y las integraron, en la medida de lo

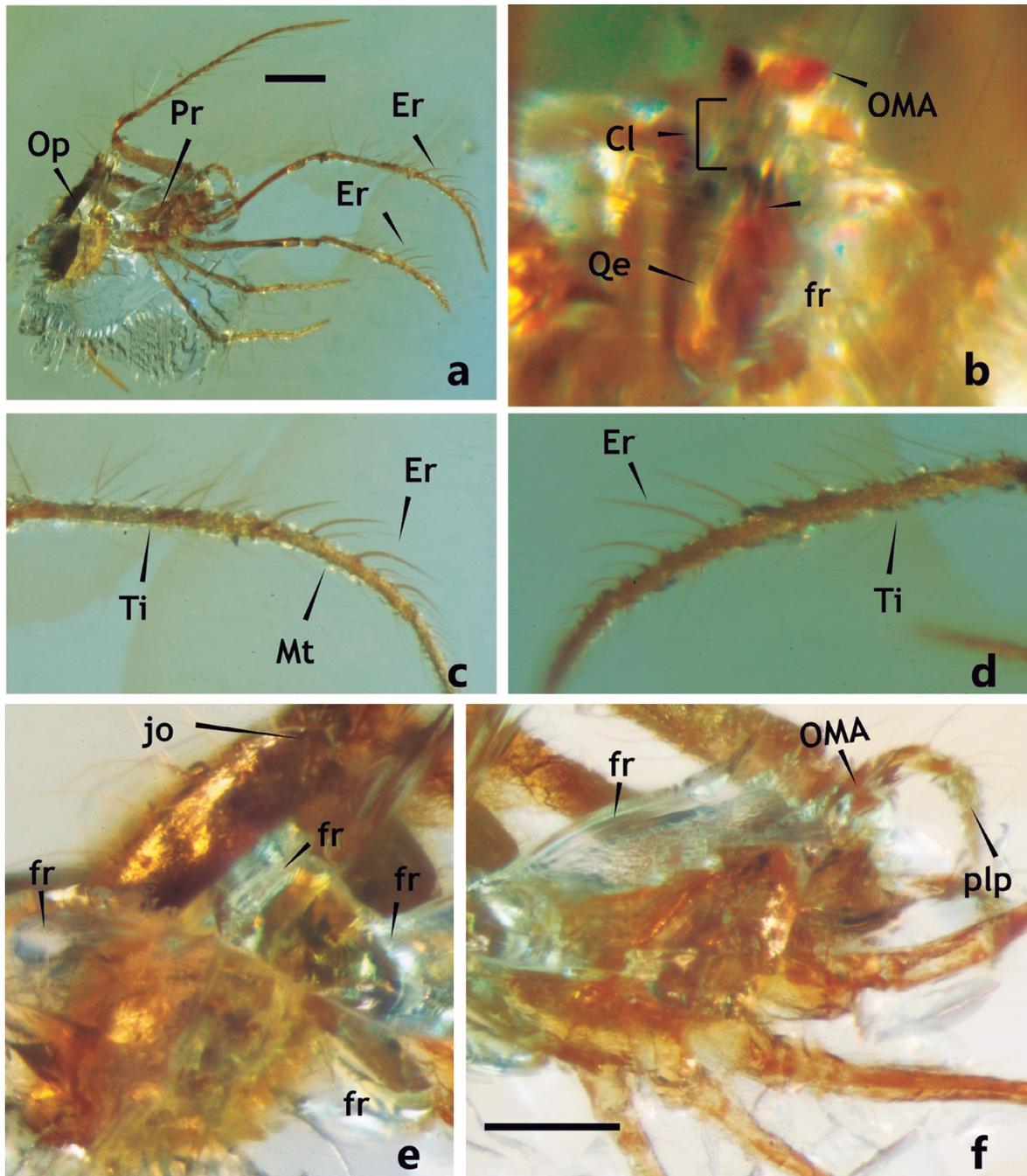


Figura 2: a) Habitus laterodorsal de una ‘araña pirata’ en ámbar de Chiapas, escala: 0,5 mm. b) Vista frontal del prosoma, se señalan los quelíceros alargados y basalmente fusionados. c) Pata derecha I. d) Pata derecha II. e) Opistosoma, vista laterodorsal. f) Prosoma, vista laterodorsal, escala: 0,2 mm. Abreviaturas: Cl-clípeo, Er-espinas raptorias, fr-fractura, jo- joroba, Mt-metatarso, OMA-ojos medios anteriores, Op-opistosoma, plp-palpo, Pr-Prosoma, Qe-quelíceros, Ti-tibia.

posible, en el marco sistemático moderno. De esta manera, llegaron a la conclusión que de las subfamilias de Mimetidae, solo Mimetinae, hasta el momento, tiene registro fósil.

El espécimen en estudio es un individuo juvenil. No obstante, la disposición de las espinas en tibia y metatarso de las patas I y II permite ubicarlo dentro de la familia Mimetidae (Harms y Dunlop, 2009; Penney *et al.*, 2012).

Aunque las hembras de la subfamilia Oarcinae, antes Mimetidae (Platnick y Shadab, 1993) y trasferidas a Araneidae por Dimitrov *et al.* (2012), también comparten ésta característica, aquí se descarta que el espécimen estudiado forme parte de dicha subfamilia. En primer lugar, los oárcinos están restringidos exclusivamente a Sudamérica (Platnick y Shadab, 1993; Harms y

Tabla 1. Arañas fósiles en ámbar de Chiapas, México.

Familia	Género	Especie	Autor consultado
Araneidae	<i>Araneus</i>	† <i>exustus</i>	Petrunkévitch, 1963
	† <i>Mirometa</i>	<i>valdespinosa</i>	Petrunkévitch, 1963
Clubionidae	† <i>Prosocer</i>	<i>mollis</i>	Petrunkévitch, 1963
	† <i>Chiapasona</i>	<i>defuncta</i>	Petrunkévitch, 1963
Cheirachanthiidae	<i>Strotarchus</i>	<i>paradoxus</i>	Petrunkévitch, 1963
Hersiliidae	† <i>Prototama</i>	<i>antiqua</i>	Petrunkévitch, 1971
	† <i>Prototama</i>	<i>succinea</i>	Petrunkévitch, 1971
Linyphiidae	† <i>Malepellis</i>	<i>extincta</i>	Petrunkévitch, 1971
Mimetidae	Gen. Indt.	sp. Indt.	(En éste artículo)
Mysmenidae	<i>Mysmena</i>	† <i>fossilis</i>	Petrunkévitch, 1971
Oxyopidae	† <i>Planoxyopes</i>	<i>eximius</i>	Petrunkévitch, 1963
Salticidae	Lyssomanes	sp. Indt.	García-Villafuerte y Penney, 2003
	Maevia?	† <i>eureka</i>	Riquelme y Menéndez-Acuña, 2017
	Galianora	† <i>marcoi</i>	García-Villafuerte, 2018
Selenopidae	<i>Selenops</i>	sp. Indt.	García-Villafuerte, 2006b
Theraphosidae	Gen. Indt.	sp. Indt.	Dunlop <i>et al.</i> , 2008
	<i>Hemirraghus</i>	sp. Indt.	García-Villafuerte, 2008
Theridiidae	† <i>Eomysmena</i>	<i>asta</i>	Petrunkévitch, 1971
	<i>Episinus</i>	† <i>chiapasanus</i>	Petrunkévitch, 1971
	<i>Episinus</i>	† <i>penneyi</i>	García-Villafuerte, 2006a
	† <i>Pronepos</i>	<i>exilis</i>	Petrunkévitch, 1963
	† <i>Pronepos</i>	<i>fossilis</i>	Petrunkévitch, 1963
	Cf. <i>Theridion</i>	<i>hispidum</i>	García-Villafuerte, 2018b
Thomisidae	Gen. Indt.	sp. Indt.	García-Villafuerte 2006b
Trochanteriidae	† <i>Veterator</i>	<i>extinctus</i>	Petrunkévitch, 1963
Zodariidae	† <i>Propago</i>	<i>debilis</i>	Petrunkévitch, 1963
Nomina Dubia	† <i>Fictotama</i>	<i>extincta</i>	Petrunkévitch, 1963
	† <i>Perturbator</i>	<i>corniger</i>	Petrunkévitch, 1971

Dunlop, 2009), hasta el momento; por otro lado, el prosoma del espécimen estudiado es piriforme (como en *Mimetus*), los quelíceros (Fig. 2b) son alargados, dirigidos verticalmente y basalmente fusionados (como ocurre con los miembros de Mimetinae) y el clípeo es elevado (casi el doble del diámetro de los OMA) (Harms y Dunlop, 2009; Harms y Harvey, 2009). Estos caracteres no se observan en miembros de la subfamilia Oarcinae.

Harms y Dunlop (2009) mencionan que las arañas fósiles en ámbar a menudo se asemejan incluso a géneros y especies actuales y por lo general se pueden ubicar dentro de familias actuales. Pero también son difíciles de comparar con otros fósiles o especies cercanas, debido a

que una observación clara de los genitales a menudo es difícil de distinguir. En este caso, debido a que el cuerpo del espécimen se encuentra obstruido por importantes fracturas en el ámbar, y principalmente porque es un individuo juvenil y no se observan los genitales desarrollados, se reconoce como género y especie indeterminada, probablemente de la subfamilia Mimetinae, por las características morfológicas antes mencionadas.

Si bien, Hurd *et al.* (1962) mencionaron a la familia Mimetidae en su informe, Petrunkévitch (1971), sin dar explicación, no la considera en su listado. Ocurre lo mismo en el listado de arañas fósiles a nivel mundial de Dunlop *et al.* (2018). Por lo tanto, éste podría ser el primer registro fósil

reconocido de una “araña pirata” descrita y fotografiada para el ámbar del Mioceno Inferior (Aquitaniense) de Chiapas, México.

Los paleoarañólogos se enfrentan, muy a menudo, con ejemplares únicos, en los cuales es difícil apreciar características taxonómicas y sistemáticas claves para su determinación (García-Villafuerte, 2018b). No obstante, es importante describirlos lo más acertadamente posible a fin de enriquecer nuestro conocimiento sobre la araneofauna en el registro fósil.

Igualmente, las descripciones de arañas fósiles deben realizarse dentro del marco de la taxonomía moderna y no asignar nuevos taxones partiendo como base la descripción de individuos fósiles juveniles.

En este sentido, Penney *et al.* (2012) sugieren que previo a la asignación de nuevos géneros, o especies de arañas, se necesita la revisión de la fauna actual. Por otro lado, Harms y Dunlop (2009) mencionaron que ha habido una tendencia a asignar nuevos nombres a arañas fósiles usando caracteres inestables dentro o entre los taxones. Un ejemplo es la utilización de caracteres somáticos, como las relaciones comparativas entre los artejos de las patas, la forma del prosoma y el clípeo, etc., cuando estos sufren de una homoplasia sustancial (Thaler *et al.*, 2004).

La araneofauna fósil mexicana hallada en el estado de Chiapas es significativa, ya que ha aportado datos importantes relacionados con la paleobiogeografía de algunos géneros (e.g. García-Villafuerte, 2008; 2018a; 2018b). Además, los descubrimientos recientes tienen el potencial de aportar información para reconstruir la evolución de las arañas en América Central durante el Mioceno Temprano. No obstante, esta araneofauna no ha sido bien estudiada, sobre todo cuando la comparamos con otros depósitos de ámbar, como el de la República Dominicana (Mioceno Medio) (Penney, 2008). Para el ámbar de Chiapas se registran 20 especies descritas, distribuidas en 11 familias. Sin embargo, este número podría aumentar, pues aún hay material por revisar.

AGRADECIMIENTOS

BH'. Mi sincero agradecimiento a Glen Peter Osborne, por haber donado la pieza de estudio, que ahora forma parte de la Colección Paleontológica del Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera”. A Jason Dunlop (Museum für Naturkunde an der Humboldt-Universität zu Berlin) y Martha Lorena Soria Licona (Coordinadora editorial de la Revista Ciencia), por proporcionarme literatura importante. Agradezco a mis colegas, Roberto Vidal López, quien cortésmente me brindó acceso a su equipo fotográfico y Luis Enrique Gómez Pérez, por su ayuda con la elaboración del mapa. A Lilli Cohrs (American Field Service), por su apoyo y eficiente trabajo realizado con las diferentes piezas de ámbar en el laboratorio del Museo de Paleontología “Eliseo

Palacios Aguilera”. De manera especial, a los revisores anónimos por sus acertados comentarios y las correcciones hechas al manuscrito. Esta investigación se lleva a cabo como parte del proyecto “Prospección y Resguardo del Patrimonio Paleontológico de Chiapas”, generosamente financiado por el Gobierno del Estado de Chiapas.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara que no existe conflicto de intereses

REFERENCIAS

- Dimitrov D, Lopardo L, Giribet G, Arnedo MA, Álvarez-Padilla F, Hormiga G. Tangled in a sparse spider web: single origin of orb weavers and their spinning work unravelled by denser taxonomic sampling. *P Roy Soc B-Biol Sci.* 2012;279(1732):1341-1350. Doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.2011>
- Dunlop JA, Harms D, Penney D. A fossil tarantula (Araneae: Theraphosidae) from Miocene Chiapas amber, Mexico. *Rev Ibér Arac.* 2008;15:9-17.
- Dunlop JA, Penney D, Jekel D. A summary list of fossil spiders and their relatives. 2018. Disponible en: <http://wsc.nmbe.ch>. Citado: 30 Agosto 2018.
- García-Villafuerte MA, Penney D. *Lyssomanes* (Araneae, Salticidae) in Oligocene-Miocene Chiapas amber. *J Arachnol.* 2003;31(3):400-404. Doi: <https://doi.org/10.1636/02-31>
- García-Villafuerte MA. A new fossil *Episinus* (Araneae, Theridiidae) from Tertiary Chiapas amber, Mexico. *Rev Ibér Arac.* 2006a;13:120-125.
- García-Villafuerte MA. Selenopidae y Thomisidae (Arachnida: Araneae) en ámbar de Chiapas, México. *Bol SEA.* 2006b;38:209-212.
- García-Villafuerte MA. Primer registro del género *Hemirrhagus* (Araneae, Theraphosidae) en ámbar del Terciario, Chiapas, México. *Rev Ibér Arac.* 2008;16:43-47.
- García-Villafuerte MA. Primer registro fósil de un lapsino (Araneae, Salticidae) en el ámbar de Chiapas, México. *Bol Soc Geol Mex.* 2018a;70(3):689-708. Doi: <http://dx.doi.org/10.18268/bsgm2018v70n3a6>.
- García-Villafuerte MA. Un posible caso de depredación preservado en ámbar de Chiapas: Una araña (Araneae, Theridiidae) y su presa, una mosca (Díptera, Dolichopodidae). *Rev Ibér Arac.* 2018b;33:55-62.
- Harms D, Dunlop JA. A revisión of the fossil pirate spiders (Arachnida: Araneae: Mimetidae). *Paleontol.* 2009;52(4):779-802. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2009.00890.x>
- Harms D, Harvey MS. Australian pirates: systematics and phylogeny of the Australasian pirate spiders (Araneae: Mimetidae), with a description of the Western Australian fauna. *Invertebr. Sys.* 2009;23(3):231-280. Doi: <https://doi.org/10.1071/IS08015>

- Heimer S. Notes on the spider family Mimetidae with description of a new genus from Australia (Arachnida, Araneae). *Entomol Abh.* 1986;49:113-137.
- Hurd PD Jr., Smith RF, Durham JW. The fossiliferous amber of Chiapas, Mexico. *Ciencia.* 1962;21:107-118.
- Penney D. Dominican Amber Spiders. Manchester: Siri Scientific Press. 2008. 1-176 p.
- Penney D, McNeil A, Green DI, Bradley R, Withers PJ, Preziosi RF. The oldest fossil pirate spider (Araneae: Mimetidae), in uppermost Eocene Indian amber, imaged using X-ray computed tomography. *Bull Br Arachnol Soc.* 2012;15(9):299-302. Doi: <https://doi.org/10.13156/arac.2012.15.9.299>
- Perrilliat M, Vega FJ, Coutiño MA. Miocene mollusks from the Simojovel área in Chiapas, southwestern Mexico. *South Am Earth Sci.* 2010;30(2):111-119. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2010.04.005>:
- Petrunkévitch AI. Chiapas amber spider. Oakland, California: University of California press. 1963;31:1-40.
- Petrunkévitch AI. Chiapas amber spider, 2. Oakland, California: University of California press. 1971;63:1-44.
- Platnick NI, Shadab MU. A review of the pirate spiders (Araneae, Mimetidae) of Chile. *Am Mus Novit.* 1993;3074:1-30.
- Riquelme F, Menéndez-Acuña M. Miocene spider *Maevia eureka* nov. sp. (Araneae: Salticidae). *PeerJ.* 2017;5:1-15. Doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.3614>.
- Solórzano-Kraemer MM. Mexican amber. En: Penney D, editor. *Biodiversity of Fossils in Amber from the Major World Deposits.* Manchester: Siri Scientific Press. 2010. p. 42-56.
- Thaler K, Van Harten A, Knoflach B. Pirate spiders of the genus *Ero* C. L. Koch from southern Europe, Yemen and Ivory Coast, with two new species (Arachnida, Araneae, Mimetidae). *Denisia.* 2004;13:359-368.
- Ubick D, Paquin P, Cushing PE, Roth V. Spiders of North America: an identification manual. 1st ed. Columbia, Misuri: American Arachnological Society. 2005. p. 171-172.
- Vega FJ, Nyborg T, Coutiño MA, Solé J, Hernández-Monzón O. Neogene Crustacea from Southeastern Mexico. *Mizunamishi Kaseki Hakubutsukan Kenkyu Hokoku.* 2009;35:51-69.
- Wunderlich J. Spinnenfauna gestern und heute. Fossil Spinnen in Bernstein und ihre heute lebenden Verwandten. Wiesbaden: Erich Bauer Verlag bei Quelle und Meyer; 1986. p.283.
- Wunderlich J. Die Fossilen Spinnen im Dominikanischen Bernstein. *Beiträge zur Araneologie.* 1988;2:1-378.
- Wunderlich J. Fossil pirate spiders (Araneae: Araneoidea: Mimetidae.) in Baltic and Dominican amber, with notes on intrafamiliar higher taxa. En: Wunderlich J, editor. *Hirschberg, Germany: Beiträge zur Araneologie;* 2004. p. 1249-1278.