

## EL REGISTRO FÓSIL CÓMO FACTOR IMPORTANTE EN EL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD ACTUAL: UN ENFOQUE PALEOARACNOLOGICO

Miguel Ángel García-Villafuerte

Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente, Caleras Maciel, 29000. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

✉ [mgarciavillafuerte@yahoo.com.mx](mailto:mgarciavillafuerte@yahoo.com.mx), [alo64221006@e.unicach.mx](mailto:alo64221006@e.unicach.mx)

### RESUMEN

El presente escrito tiene la intención de analizar, de manera general, cómo el registro fósil aporta un valioso conocimiento al momento de abordar un tema tan importante como lo es la biodiversidad actual. Para tal efecto, se tomaron dos ejemplos de la literatura, uno de ellos realizado en las Islas Galápagos con fósiles de turberas y otro más, que se realizó con evidencia fósil de vegetación en Oaxaca, México. Al mismo tiempo, se considera cómo el registro fósil de arañas de Chiapas, tiene una influencia importante en el conocimiento de la actual diversidad de especies para el estado y en general para Mesoamérica. De la misma manera, se considera cómo el conocimiento del registro fósil de arañas a nivel mundial contribuye a entender la actual diversidad de especies de este diverso grupo.

*Palabras clave: Biodiversidad, fósiles, paleoaracnología.*

### ABSTRACT

The intention of this manuscript is to analyze, in general way, how the fossil record provides valuable knowledge when addressing the issue of global biodiversity. For this purpose, two examples were taken from the literature, one of them made in the Galapagos Islands with fossils of peat bogs and another one that was made with fossil evidence of vegetation in Oaxaca, Mexico. At the same time, I analyzed how the fossil spiders from Chiapas have an important influence on the knowledge for the extant diversity of spider in Chiapas State and in general for Mesoamerica. In the same way, it is considered how the fossil records of spiders worldwide contribute to understanding the extant diversity of species for this diverse group.

*Keywords: Biodiversity, fossils, palaeoarachnology.*

### INTRODUCCIÓN

El concepto de biodiversidad en la actualidad juega un rol muy importante, sobre todo cuando en las últimas décadas la humanidad se enfrenta a una crisis medio ambiental, por lo que es indispensable el uso de un término o signifiante para enviar un mensaje y alertar a la humanidad, ya que vivimos en un mundo que está a punto de cambiar de manera irreversible, como lo expresan Halffter y Ezcurra (1992). Leakey y Lewin (1997) mencionan que la crisis de biodiversidad que hoy se padece tiene similitudes con lo que ocurrió en el pasado, cuando desaparecieron, relativamente rápido, diferentes grupos de organismos. Sin embargo, las extinciones en la actualidad, difieren de lo que ocurrió en otras épocas, aquellas fueron provocadas por medios naturales, como los cambios climáti-

cos, impactos de meteoritos, etc.; en la actualidad es el ser humano el principal inductor de estas extinciones (Chapin III *et alii*, 2000; Tellería, 2013). Margalef (1980) menciona que dado un tiempo suficiente la probabilidad de extinción de una especie es total, tarde o temprano, todas se extinguen. Pero también, debemos reflexionar sobre lo que mencionan Callicot *et alii* (1999), sobre que somos la causa y posible solución de un problema que, lejos de tener una salida científica o técnica, deberá abordarse a través del cambio de los fundamentos sociales, económicos y filosóficos de nuestra propia existencia.

Aunque el signifiante de biodiversidad y su enunciación es complejo, ha tenido influencia, desde sus orígenes en los años 80 a la fecha (Núñez *et alii*, 2003). A menudo es utilizado para hacer conciencia en cada uno de los estratos sociales, desde las

aulas de clases en los diferentes niveles de educación, evocada en los diferentes medios de comunicación y asumida en algún discurso político, hasta su uso en el núcleo mismo del quehacer científico. No obstante, como lo señalan Gaston y Spicer (1998), en las diferentes definiciones, dígase política ambiental, ámbito público, incluso en el ámbito científico, no se toma en cuenta la diversidad de vida que ocurrió en el pasado, lo que los paleontólogos denominan registro fósil. Recordemos lo que Lord Byron expresó “el mejor profeta del futuro es el pasado”.

Melendi *et alii* (2006) mencionan que la biodiversidad es la expresión de un proceso evolutivo. En otras palabras, podríamos decir que la biodiversidad no solo tiene una dimensión espacial, sino que las especies que habitan el planeta también tienen una dimensión histórica. Es aquí, donde el registro fósil y el quehacer paleontológico juegan un rol sumamente importante y significativo para el conocimiento de la actual biodiversidad. Al respecto, Melendi *et alii* (2006) enfatizan que solo así, integrando el pasado biológico y ambiental con los datos de la vida y sus escenarios actuales, lograremos su conocimiento y con ello los elementos necesarios para contribuir a la preservación de su dinámico equilibrio natural y su uso racional y sostenible.

#### **EL REGISTRO FÓSIL EN EL QUEHACER PALEONTOLÓGICO Y SU IMPACTO EN EL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD**

Como sabemos, la paleontología es la ciencia que estudia la vida del pasado y en el quehacer paleontológico se da un enfoque interpretativo de las evidencias que han sido preservadas en el tiempo dentro del registro fósil y son los paleontólogos los científicos que se dedican a esta disciplina. Sin embargo, cuando las personas escuchan el significado de paleontología y/o el de paleontólogo, por lo regular, lo primero que viene a su mente son aquellas grandes y magníficas bestias que hoy día conocemos como dinosaurios. Pero, los paleontólogos no sólo se dedican a excavar los huesos de animales que vivieron en el pasado y reconstruirlos para que se exhiban en un museo; en realidad, el trabajo del paleontólogo es algo muy complejo. Los paleontólogos tienen la seria obligación de interactuar con otras disciplinas para llevar a cabo su quehacer diario. A menudo interactúan con geólogos (personas que se dedican a estudiar los procesos geológicos evolutivos de la Tierra), incluso los paleontólogos tienen una formación como biólogos (quienes estudian a los seres vivos en el planeta), pero también entran en interacción con ecólogos (científicos que estudian las relaciones entre los seres vivos y el medio ambiente en el cual ellos interactúan) y otras disciplinas más.

En este sentido, las investigaciones realizadas de manera

tradicional con organismos fósiles han sido utilizadas para inferir comunidades y ambientes que existieron en el pasado. Sin embargo, como lo mencionan Guerrero-Arenas y Jiménez-Hidalgo (2015) diversas investigaciones han demostrado que también pueden aportar información en el diseño de estrategias de conservación y restauración de la biodiversidad actual. Por lo tanto, la información que se obtiene en los diferentes estudios paleontológicos permite conocer los cambios ecológicos en un espacio temporal (Willis y Bhagwat, 2010), así como determinar áreas de especiación (Dietl y Flessa, 2011), incluso detectar especies exóticas o introducidas. Un claro ejemplo de esto fue la investigación que llevaron a cabo Coffey *et alii* (2011) en las Islas Galápagos. Debido a las actividades humanas en estas islas, la vegetación original ha venido en declive, por lo que los investigadores antes mencionados, con el objetivo de distinguir entre especies nativas y exóticas, realizaron un análisis de sedimentos y polen de turberas (un tipo de humedal ácido en el cual se ha acumulado materia orgánica en forma de turba), con el objetivo de describir la flora de los últimos 5,000 años. De esta manera los científicos lograron documentar la presencia de seis especies exóticas, es decir, especies que fueron introducidas. Además, consiguieron establecer que las poblaciones originales sufrieron fluctuaciones en el tiempo y que su declive coincidió con la llegada de los seres humanos a las islas. Una vez que se identificaron las especies nativas en esa investigación, los científicos obtuvieron información para considerar estrategias de conservación de la flora de ese lugar. Este es un claro ejemplo de que la paleontología y el quehacer paleontológico, no sólo tienen injerencia en la reconstrucción de huesos y su exhibición, sino que tiene la capacidad de dar respuestas a preguntas sobre la actual biodiversidad y también sugerir estrategias para su conservación.

#### **EL REGISTRO FÓSIL Y SU IMPORTANCIA EN EL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD ACTUAL, UN EJEMPLO EN MÉXICO**

La biodiversidad sufre una serie de procesos que se ven reflejados en diferentes escalas, de acuerdo a Pressey *et alii* (2007) estos procesos incluyen nacimiento, muerte y dispersión de los diferentes taxones, así como las extinciones locales y recolonización poblacional, depredación, herbivoría, migraciones estacionales, ajuste de distribuciones de especies a causa del cambio climático y especiación. Esta información es posible obtenerla cuando consideramos que la biodiversidad es afectada en un espacio temporal y que todos estos acontecimientos dentro de los ecosistemas han quedado preservados en el tiempo, en la historia geológica de los diferentes taxones y los encontramos en el registro fósil.

En México tenemos un ejemplo, Guerrero-Arenas y Jiménez-Hidalgo (2015) mencionan que de acuerdo al registro fósil, en algunas zonas del noroeste de Oaxaca, se ha encontrado que las comunidades que habitaban hace 40 mil años se desarrollaban en bosques (probablemente de coníferas) y pastizales. En la actualidad, en esos mismos lugares, la vegetación que predomina es de tipo xerófila, como son los matorrales. Si la información del registro fósil para esas localidades se omitiera, se podría pensar que ese cambio en la vegetación fue producto del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales por parte de asentamientos prehispánicos, posteriores a la conquista española. Sin embargo, gracias a la evidencia fósil, se puede decir que es probable que el cambio climático que ha sufrido nuestro planeta en los últimos 20 mil años haya influido mayormente en este cambio, debido a la variación de patrones de precipitación y temperatura. Consecuentemente, las estrategias de conservación de esos lugares deben considerar no solo el impacto antropogénico, sino también los cambios que se dan en la naturaleza a lo largo del tiempo.

#### EL REGISTRO FÓSIL, UNA NECESIDAD PARA LOS BIÓLOGOS

Si hay biólogos o ecólogos, por ejemplo, que piensan estudiar la biodiversidad global sin considerar el registro fósil y la información que en él se encuentra, tenemos un serio problema. Al respecto, van Dam (2011) exhorta a biólogos evolucionistas y ecólogos a mejorar y ampliar sus investigaciones con información paleontológica. La razón del investigador es porque, por un lado, tenemos una gran riqueza en el registro fósil y por el otro, el desarrollo de nuevas técnicas y métodos que permiten extraer información cuantitativa de la edad, la forma y el ambiente en que vivieron los organismos extintos, además de su origen en una escala geológica de tiempo.

Tomemos el caso de una familia de arañas conocida como Archaeidae, se han descrito 90 especies actuales, distribuidas principalmente en Australia y el sur de África (World Spider Catalog, 2021). Si nos centramos únicamente en considerar las especies vivientes, de acuerdo con su distribución actual, podríamos pensar que la familia se originó en Gondwana. Sin embargo, la familia fue descrita por primera vez a partir de registros fósiles en el ámbar del Báltico por Koch y Berendt (1854), adicionalmente, esta familia se ha documentado en Rusia (35-40 Ma), Birmania (en el sudeste Asiático; 100 Ma) y China (47-59 Ma). Por lo tanto, al considerar el registro fósil en un análisis biogeográfico, podríamos deducir que realmente esta familia no se originó en Gondwana, sino que su origen podría ser en otra región geográfica.

Van Dam (2011) menciona que la teoría de la evolución en

sus inicios estuvo fuertemente basada en lo que hemos aprendido de los fósiles. Este autor también argumenta que debido al auge de la genética y otras disciplinas de la biología, la paleontología está quedando en la sombra. Esto es lamentable, ya que sólo el registro fósil contiene auténticas observaciones sobre la evolución de las especies en la escala de millones de años de su existencia. En los últimos años, el registro fósil ha crecido mucho y la información que obtenemos de los fósiles y los yacimientos se ha hecho más y más accesible. Y eso, que todavía hay una enorme cantidad de datos por descubrir en las colecciones existentes y por supuesto, en las propias rocas. La conexión de estos datos con los obtenidos de la genética y la ecología serán cruciales para nuestro conocimiento de la evolución.

Es gracias al registro fósil que tenemos una ventana al pasado, no sólo de las especies de plantas y animales que vivieron en otras épocas, sino también evidencia de los climas y hábitats en donde vivieron aquellas especies, desde animales de gran envergadura hasta invertebrados como arañas e insectos. Un ejemplo lo tenemos con el ámbar de Simojovel de Allende, Chiapas. El ámbar de esta región es el producto de la polimerización de la resina que fue producida por dos especies de árboles del género *Hymenaea* (Leguminosae), *H. mexicana* (Poinar y Brown, 2002) y *H. allendis* (Calvillo-Canadell *et alii*, 2010), especies relacionadas con el actual árbol llamado Guapinol (*Hymenaea courbaril*). En la actualidad, Simojovel se caracteriza por presentar un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y su vegetación es de bosque tropical (Inafed, 2017). Sin embargo, hace 23 millones de años, con base en la evidencia paleontológica, las comunidades de *Hymenaea* probablemente se desarrollaron cerca de un antiguo estuario, muy similar a los manglares modernos (Langenheim, 1995; Serrano-Sánchez *et alii*, 2015).

Cuando consideramos la evidencia antigua y actual de los organismos, tomando como referente, en este caso, al grupo de las arañas (Arachnida: Araneae), podríamos formular una serie de preguntas que con el tiempo pueden ser respondidas, por ejemplo ¿La diversidad de especies de arañas en el municipio de Simojovel de Allende es la misma que en el pasado, durante comienzos del Mioceno? ¿De qué manera la evolución geológica, si así fue el caso, afectó esta diversidad de arañas? Es innegable que sabemos lo que tenemos en la actualidad, pero ¿Todas las familias y géneros hasta hoy día descritos en el registro fósil y los que se describan en el futuro, se adaptaron a las condiciones actuales que ofrece Simojovel de Allende? ¿Hay géneros o familias que se extinguieron definitivamente durante esos procesos geológicos? Y si es así ¿Por qué se extinguieron? La respuesta a todas estas preguntas y las que surjan a *posteriori*,

pueden ser abordadas y respondidas, pero para esto es necesario un adecuado financiamiento, que sea capaz de cubrir las necesidades de investigación, incluyendo el rescate de inclusiones fósiles de arañas, así como la utilización de diferentes técnicas modernas que se han desarrollado, incorporando al estudio de la biodiversidad actual toda la información que se obtenga de este registro fósil. En concordancia con van Dam (2011), quien afirma que los fósiles no los tenemos sólo para llenar los museos y que el registro fósil no es tan discontinuo como algunos creen.

### LA EVIDENCIA FÓSIL EN EL ÁMBAR DE CHIAPAS, UN ENFOQUE PALEOARACNOLOGICO

Chiapas es uno de los estados de la República Mexicana que es elogiado por la riqueza de especies actuales de plantas y animales que hospeda en sus diferentes ecosistemas. Pero también cuenta con una riqueza importante de especies de plantas y animales que vivieron en el pasado. El registro fósil de Chiapas va desde el periodo Pérmico (ca. 260 Ma) hasta el Pleistoceno (ca. 10 – 12 mil años) que incluye evidencia fósil de megafauna (García-Barrera *et alii*, 2011). Dentro de esta diversidad fosilífera se considera la evidencia proporcionada a partir de las inclusiones fósiles en ámbar (Figura 1).

Poinar y Poinar (1994) proporcionan una interesante narrativa histórica sobre las inclusiones biológicas en el ámbar de Chiapas, las cuales fueron descubiertas accidentalmente en los años 50 durante una expedición llevada a cabo por un grupo de científicos del Departamento de Entomología y Parasitología, de la Universidad de California, Berkeley, quienes recolectaron especímenes y datos geológicos de los diferentes depósitos en el área de Simojovel de Allende.

A partir del descubrimiento de estos depósitos ambarinos, los científicos han discutido su edad geológica, específicamente la que proviene de Simojovel de Allende. Algunos autores propusieron que corresponde al Oligoceno tardío y Mioceno temprano (28 a 23 Ma; Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández, 1984; Bousfield y Poinar, 1995). Otros más han sugerido que las unidades estratigráficas de estos depósitos corresponden al Mioceno medio, por lo tanto, correlacionan su edad con el ámbar dominicano (20-15 Ma; *e.g.* Meneses-Rocha, 2001). Por otro lado, estudios recientes de datación utilizando isótopos ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) indican que la edad de los sedimentos ambarinos en el municipio de Simojovel de Allende, corresponden a una edad de 23 a 22.8 Ma (Mioceno temprano, edad Aquitaniano; Vega *et alii*, 2009; Serrano-Sanchez *et alii*, 2015). Cabe señalar que Simojovel de Allende no es el único municipio que cuenta con depósitos de ámbar. Se han encontrado evidencias de esta

resina fosilizada en los municipios de Totolapa, Huitiupán, El Bosque, Salto de Agua y más recientemente en Mezcalapa. Sin embargo, la edad de estos depósitos no ha sido datada apropiadamente, aunque probablemente correspondan también al Mioceno temprano.

De estos depósitos se han registrado alrededor de 200 familias de artrópodos (Solórzano-Kraemer, 2010). Muchas de las investigaciones realizadas con inclusiones biológicas en ámbar de esta región, han sido centradas en insectos (*e.g.* Popov, 2016; Ross *et alii*, 2016a, 2016b); otros más con crustáceos (*e.g.* Serrano-Sánchez *et alii*, 2015), plantas (*e.g.* Hernández-Damián *et alii*, 2016) y arácnidos (*e.g.* Judson, 2016; Rivas *et alii*, 2016), entre estos últimos las arañas (Petrunkevitch, 1963, 1971; García-Villafuerte y Penney 2003, García-Villafuerte, 2009).

En relación a las arañas, Chiapas ocupa el primer lugar en cuanto a riqueza taxonómica con más de 533 especies de arañas actuales (García-Villafuerte y Brescovit, 2019). Caso contrario, el registro fósil de arañas en el estado, comparado con otros depósitos en el mundo (*e.g.* República Dominicana y Báltico) es exiguo. Hasta el momento hay alrededor de 21 especies descritas. A pesar de esto, los descubrimientos que se han realizado han aportado información para suponer que la diversidad de especies de arañas fósiles para Chiapas puede ser mayor. Por ejemplo, el registro de una tarántula del género *Hemirrhagus* (Araneae, Theraphosidae) descubierta en una pieza de ámbar de Simojovel (García-Villafuerte, 2008), precedía su hallazgo en el registro de arañas actuales en el estado. Más tarde se descubriría la primera nueva especie actual de ese género para Chiapas, en la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”. Lo mismo ocurrió con el hallazgo y la descripción de una nueva especie del género *Galianora* (García-Villafuerte, 2018) de la tribu Lapsiini (Araneae, Salticidae) hallada en el ámbar de Simojovel de Allende; por más de 100 años no se había agregado una especie a esta tribu, la cual se creía estaba restringida para América del Sur. Sin embargo, la descripción de la especie *Galianora marcoi* (García-Villafuerte, 2018) predijo su existencia en Mesoamérica. Esto fue confirmado posteriormente por Maddison (2019), quien describió nuevas especies actuales de la tribu Lapsiini, descubiertas en Guatemala y el sureste de México. Como vemos, los estudios taxonómicos realizados con arañas fósiles en el ámbar de Chiapas, México, nos proveen de información importante, tanto para conocer la araneofauna del pasado, y cómo este registro fósil abona al conocimiento de la diversidad actual de arañas en América, específicamente de Mesoamérica.

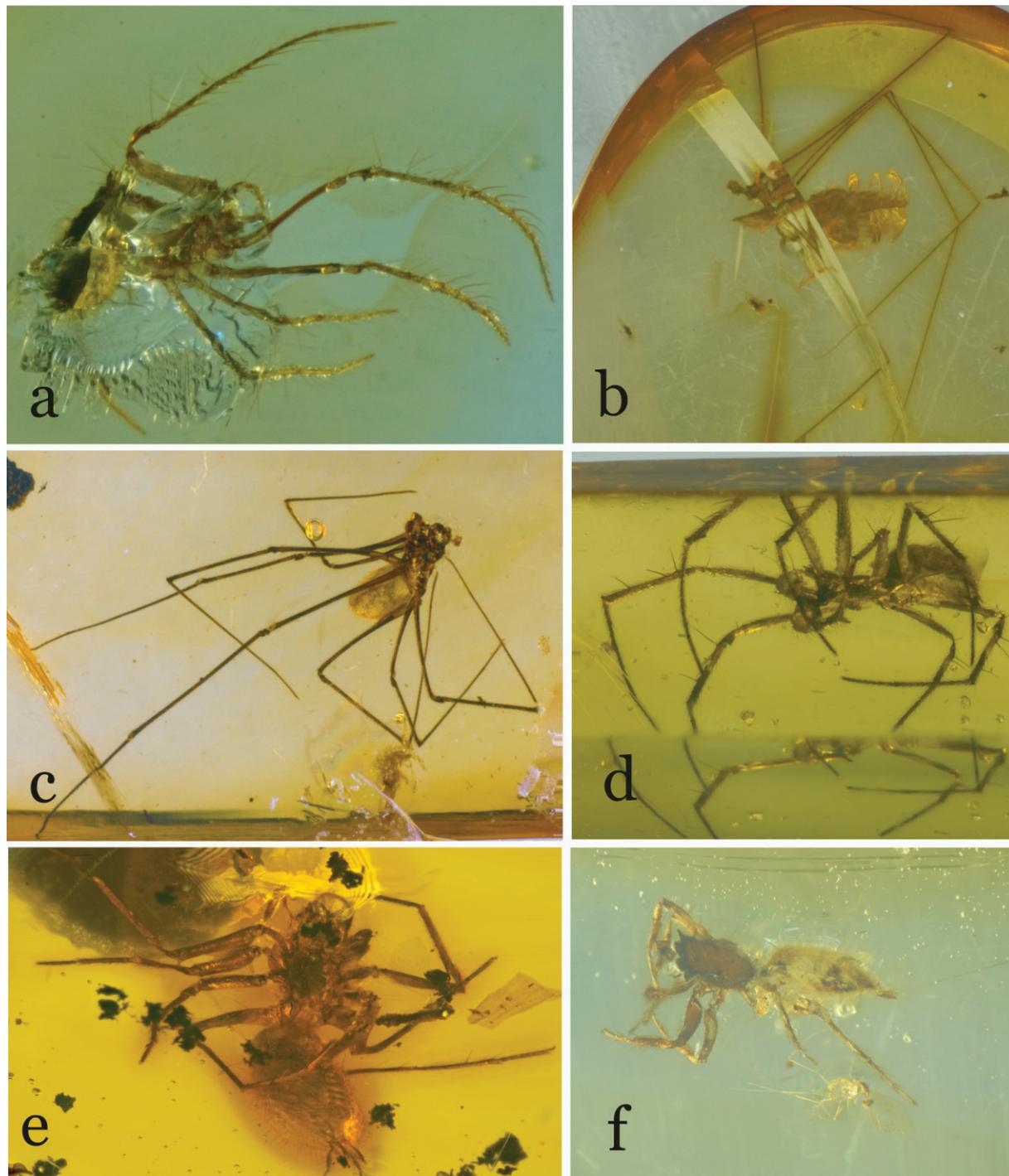


Figura 1. Inclusiones fósiles de arañas en ámbar. a) “araña pirata” juvenil (Mimetidae). b) “araña patona” macho, *Modisimus chiapanecus* García-Villafuerte y Valdez-Mondragón, 2020 (Pholcidae). c) “araña patona” hembra, *Modisimus* sp. d) espécimen macho de la familia Theridiidae. e) espécimen hembra de la familia Eutichuridae. f) “araña saltarina” juvenil (Salticidae).

Por otro lado, se debe considerar que también existe un sesgo importante en el conocimiento de la riqueza de arañas que vivieron en el pasado en Chiapas, ya que la evidencia fósil que tenemos se limita a un cierto tipo de ecosistema, como lo eran los bosques de *Hymenaea* asociados a un estuario. Además de esto, consideremos, por ejemplo, el caso de especies de gran tamaño como arañas migalomorfas adultas de la familia Theraphosidae, o bien otras especies que corresponden a las familias Lycosidae, Plectreuridae, Agelenidae y Philodromidae, en donde algunos géneros y especies son relativamente grandes, en comparación con aquellos miembros de las familias Pholcidae, Salticidae, Araneidae o Theridiidae, por mencionar algunos ejemplos. Probablemente, aquellas arañas de gran tamaño no entraran en el registro fósil debido a que debió ser difícil ser atrapadas por la resina, pero también podemos ser optimistas al pensar que muy probablemente se puedan encontrar representantes juveniles de ellas. También, se debe considerar la etología (el comportamiento) y los nichos ecológicos, ya que posiblemente las especies que poseían un hábitat restringido (e.g. especies cavernícolas) serían imposibles de que fueran atrapadas por la resina y por lo tanto de encontrar en ámbar. Por lo regular vamos a encontrar evidencia fósil de arañas que estuvieron cerca o en contacto con árboles de *Hymenaea*. Otro posible sesgo es el que también se tiene para describir la diversidad actual, en donde las especies que son poco abundantes son las más difíciles de detectar y en ese sentido, en el registro fósil pudieron ser las menos propensas a quedar incluidas en el ámbar, por lo que solo las más abundantes quedaron preservadas.

De igual manera, es importante considerar que en el conocimiento de esta paleodiversidad de arañas el efecto antropogénico juega un papel importante, ya que muchas de las piezas de ámbar que incluyen arañas fósiles y otras inclusiones, caen en manos de coleccionistas particulares, de tal manera que la información de esas piezas no son susceptibles de ser analizadas, estudiadas y publicadas, o peor aún, corren el riesgo de ser extraviadas. De allí la importancia de establecer o reactivar proyectos que se dediquen al rescate, conservación y estudio de las inclusiones fósiles de ámbar. Aun así, el registro paleoacracnológico de Chiapas ha sido seriamente considerado al abordar los temas de biodiversidad actual, no solamente para el estado o el país, sino como un factor importante en el conocimiento de la biodiversidad de arañas a nivel global.

#### EL REGISTRO FÓSIL DE ARAÑAS Y LA DIVERSIDAD ACTUAL

Las arañas forman parte de un grupo mega diverso, han ocupado casi todos los hábitats disponibles, a excepción de la

Antártida. En la actualidad, al momento de concluir este manuscrito, se han registrado 49,442 especies, distribuidas en 4,217 géneros, agrupadas en 129 familias actuales (World Spider Catalog, 2021). Son depredadoras por excelencia, de todos los tamaños, formas y colores, algunas de aspecto temible como las grandes “migalomorfas” (conocidas popularmente como ‘tarántulas’); otras más en apariencia inocentes, como las “arañas saltarinas”, que son formidables depredadoras y algunas especies se han adaptado a ambientes antropogénicos, de tal manera que vienen a ser nuestras aliadas al controlar ciertos insectos perjudiciales en nuestros hogares. Pero también tenemos el caso de algunas especies de arañas que recurren a ciertos comportamientos como la araneofagia (la depredación de otras arañas) para subsistir, como lo es el caso de las “arañas piratas”. Además de lo anterior, tenemos un pequeño porcentaje de especies que son de importancia médica para los seres humanos. Un claro ejemplo son las arañas conocidas popularmente como “viudas negras” y las “arañas violinistas” y así podríamos continuar y destacar otros aspectos, como la importancia que tienen en el control biológico de plagas que afectan algunos agroecosistemas.

Esta riqueza y diversidad de especies del Orden Araneae está incluida en dos subórdenes, las Mesothelae (compuesta de un infraorden, Liphistiomorphae) y las Opisthothelae, divido a su vez en dos infraórdenes, Mygalomorphae y Araneomorphae. Entre las Araneomorphae tenemos al grupo denominado RTA (son aquellas arañas cuyos machos tienen una proyección retrolateral en los palpos, cercano a los órganos reproductivos, Figura 2), allí se encuentra la mayor riqueza, con más de 25 mil especies actuales, seguido de las Araneoidea con más de 12 mil especies actuales. Un tercer grupo son las Synspermiata y las Palpimaonidea, entre ambas contienen poco más de 5 mil especies actuales; en relación con las arañas migalomorfas hay un poco más de 3 mil especies actuales (Mahalgaes *et alii*, 2020), pero ¿La estructura del Orden Araneae y la riqueza de cada grupo fue así desde el pasado hasta la actualidad?

Cuando se habla de riqueza de especies fósiles, debemos considerar que las arañas son de cuerpos bastante delicados, no tan fácilmente se preservan en los estratos rocosos. A pesar de esto, hoy en día se conocen más de 1,300 especies de arañas fósiles (Dunlop *et alii*, 2020). La mayoría de las especies fósiles descritas están preservadas en ámbar. En la actualidad, los depósitos más importantes, en cuanto al número de especies fósiles descritas son los de Myanmar (98 Ma, Cretácico), el Báltico (47 Ma, Eoceno) y República Dominicana (15-20 Ma, Mioceno), de estos depósitos proviene hasta el momento el 75% de las especies descritas (Magalhães *et alii*, 2020). Como

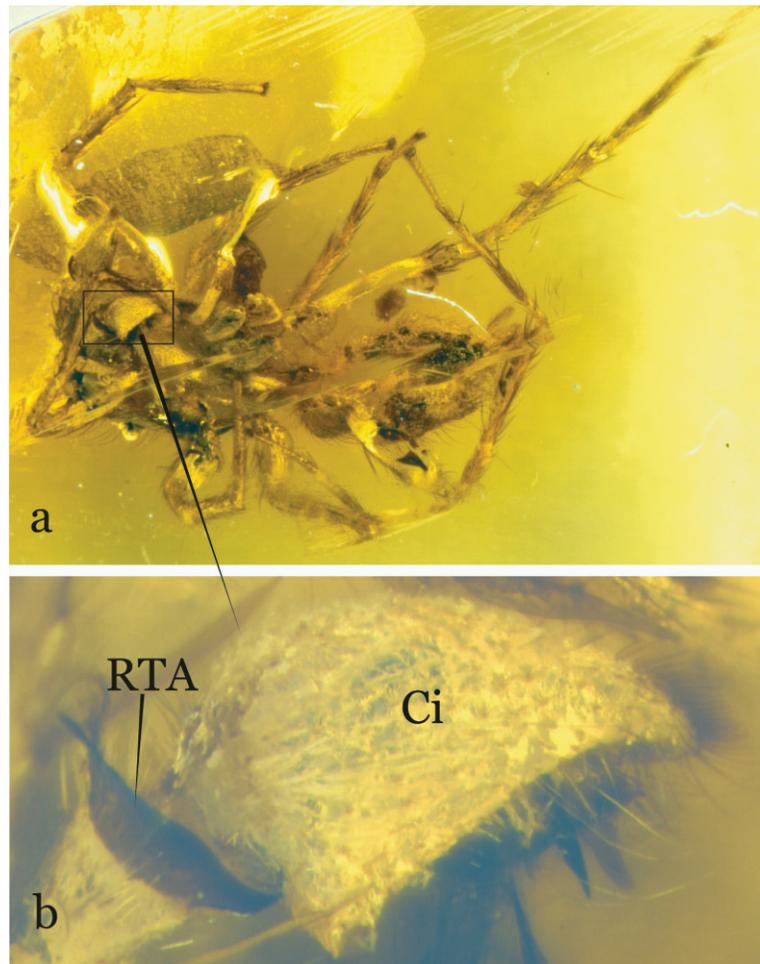


Figura 2. Espécimen de “araña saltarina” (Salticidae) del grupo RTA. a) macho adulto de *Galianora marcoi* García-Villafuerte, 2018. b) palpo izquierdo, se señala la estructura denominada RTA. Abreviaturas: Ci, cimbio; RTA, apófisis retrolateral.

podemos ver, entre estos depósitos se establece una larga línea en la escala geológica del tiempo, pero también se separan entre ellos por varios millones de años. Se debe resaltar que hay también evidencia de arañas fósiles del Carbonífero (350 Ma), Triásico (240 Ma) y Jurásico (190 Ma).

De la evidencia que proviene de estos depósitos se destacan varios paleo aracnólogos, quienes han contribuido al conocimiento del registro fósil de arañas a nivel mundial como Paul Selden, Janson Dunlop, David Penney y Jörg Wunderlich, este último es uno de los más destacados paleo aracnólogos, quien ha aportado a la ciencia importantes descubrimientos. Jörg Wunderlich ha descrito más de 900 especies de arañas fósiles, tanto del ámbar de República Dominicana como de Birmania y principalmente del Báltico. Wunderlich (2008) ha propuesto

varias teorías sobre el origen, riqueza y diversidad de las arañas. Recordemos que los dos grandes grupos de arañas denominadas Araneoides y RTA en la actualidad son los más ricos y diversos. Sin embargo, en el pasado esto no fue así. Wunderlich (2008) advierte, de acuerdo al registro fósil, que durante el Cretácico, antes de los eventos de extinción de los dinosaurios no avianos, la composición de la araneofauna de esa época era diferente, había muchas menos especies de Araneoides y RTA, y había más Synspermiata y Palpimanoidea (actualmente las menos diversas), pero después de los eventos del final del Cretácico y principios del Paleógeno (K-Pg), las arañas del grupo RTA y las Araneoides se diversifican ampliamente, y la riqueza de las Synspermiata y principalmente las Palpimanoidea disminuye considerablemente.

Cuando Jöerg Wunderlich elaboró este análisis se contaba con solo 56 especies de arañas fósiles del Cretácico. Más adelante, Magalhães *et alii* (2020) ponen a prueba la hipótesis de Wunderlich (2008) utilizando nuevos datos. Ahora con un registro de más de 260 especies de arañas descritas para el Cretácico, los resultados son similares. El grupo de arañas conocidas como Synspermiata y Palpimanoidea, dominan en el Mesozoico. No obstante, posterior a los eventos que extinguieron a los dinosaurios no avianos, la riqueza de estos grupos decrece y el dominio de las RTA y las Araneoidea inició.

Pero ¿Cuál es la razón de este recambio en la fauna? Magalhães *et alii* (2020) mencionan que no hay seguridad sobre esas conclusiones, ya que hay duda si este recambio fue producto del evento de extinción masiva al final del Cretácico. Por un lado, es bastante tentador pensar esto, aunque es posible fueran otros los factores. En realidad no sabemos con exactitud lo que sucedió, ya que los depósitos de ámbar mejor conocidos del Mesozoico son los que se localizan en Birmania (en el Sudeste Asiático) y para el Cenozoico son los del Báltico, pero no sabemos que pasó en ese lapso, pudo haber sido que ese recambio en la fauna sucedió gradualmente, pero también pudo ser producto de aquel evento catastrófico. Aún no se puede responder esta pregunta hasta que surja más información a partir del registro fósil de arañas.

Lo que sí podemos saber es la cantidad de familias que existen desde el Cretácico (el último periodo del Mesozoico) a la fecha. Es decir ¿Cuántas de las familias que existen hoy día estaban presentes hace 100 millones de años? Por ejemplo, vamos a tomar uno de los casos que son mencionados en la investigación de Magalhães *et alii* (2020) considerando las familias Pacullidae y Tetrablemmidae, que viven en la actualidad, pero que también tienen registro fósil en el Cretácico. El hecho de que se tengan representantes actuales y fósiles de estas familias, nos hace pensar evidentemente que sobrevivieron al evento del final del Cretácico (K-Pg), pero también, a través de las relaciones filogenéticas realizadas con familias actuales, se podría inferir que las familias relacionadas con estas últimas, como Pholcidae, que está filogenéticamente relacionada con Tetrablemmidae y las familias Plectreuridae y Diguetiidae, que están relacionadas con Pacullidae, también existieron en esa época y lograron sobrevivir. Consecuentemente, usando esta lógica y aplicándolo a todo el árbol de vida del Orden Araneae Magalhães *et alii* (2020) infieren, a partir de las 17 familias actuales que tienen registros en el Cretácico y la filogenia actual de familias de arañas vivientes, que 41 linajes de arañas lograron sobrevivir al evento de extinción masiva del final del Cretácico y principios del Paleógeno.

## CONCLUSIONES

Es evidente que el registro fósil juega un rol importante en el conocimiento, no solo de la biodiversidad que existió en el pasado, sino que también tiene una fuerte influencia en el conocimiento de la biodiversidad actual de plantas y animales a nivel mundial. Por lo tanto, al abordar el tema de la biodiversidad global es importante considerar la evidencia en el registro fósil. Por otro lado, aun cuando Chiapas es elogiado por la riqueza y diversidad de especies de plantas y animales que alberga y en este sentido ocupa el primer lugar en riqueza de arañas a nivel nacional, el registro paleo aracnológico no ha sido del todo estudiado y registrado. Sin embargo, los descubrimientos de especies antiguas que corresponden a géneros y familias actuales, en su mayoría apuntan o predicen que la actual diversidad de especies de arañas es mayor de lo que actualmente se tiene registrada. En el caso del registro paleo aracnológico mundial, gracias a los hallazgos en los diferentes depósitos ambarinos, se ha inferido que la diversidad de arañas es muy diferente a la que existió en el Mesozoico con relación al Cenozoico y por ende, a la diversidad actual. Sin embargo, no sabemos con total exactitud si esta diferencia o este recambio en la araneofauna se produjo a partir de la extinción masiva durante el evento K-Pg o bien este fue un cambio lento y gradual en el transcurso de los millones de años entre el Mesozoico y el Cenozoico. Se espera que, con el análisis, estudio y registro de nuevos datos de arañas fósiles del mundo esta cuestión pueda resolverse. De lo que podemos estar seguros, con base en el registro paleo aracnológico que se tiene hasta el momento y la implementación de análisis filogenéticos de familias actuales, que por lo menos 41 linajes de arañas sobrevivieron al evento de extinción masiva que acabó con los dinosaurios no avianos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Esteban Pineda Diez de Bonilla y Roberto Díaz Sibaja por los comentarios y observaciones hechas al manuscrito. Asimismo, al editor de Lum, Gerardo F. Carbot Chanona, por las sugerencias realizadas. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) le agradezco por la beca otorgada para mis estudios de maestría, con Número de Apoyo 788560.

## LITERATURA CITADA

- Bousfield E.L. & Poinar Jr. G.O., 1995. A new terrestrial amphipod from Tertiary amber deposits of Chiapas Province, southern Mexico. *Historical Biology*, 7(2):105-114. DOI: <https://doi.org/10.1080/10292389409380448>.
- Calvillo-Canadell L., Cevallos-Ferriz S.R.S. & Rico-Arce L., 2010. Legume flowers preserved in amber from Simojovel de Allende Chiapas, Mexico. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 160:126-134.

- Callicot J.B., Crowder J.B. & Mumford K., 1999. Current normative concepts in conservation. *Conservation Biology*, 13: 22-35. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97333.x>
- Chapin III F. S., Zavaleta E.S., Eviner V.T., Naylor R.L., Vitousek P.M., Reynolds H.L., Hooper D.U., Lavorel S., Sala O.E., Hobbie S.E., Mack M.C. & Díaz S., 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405: 234-242. DOI: <https://doi.org/10.1038/35012241>
- Coffey E.E.D., Froyd C.A. & Willis K.J., 2011. When is an invasive not an invasive? Macrofossil evidence of doubtful native plant species in the Galápagos Islands. *Ecology*, 92(4):805-812. DOI: <https://doi.org/10.1890/10.1290.1>
- Dietl G.P. & Flessa K.W., 2011. Conservation paleobiology: putting the dead to work. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(1):30-37. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.09.010>
- Dunlop J.A., Penney D. & Jekel D., 2020. A summary list of fossil spiders and their relatives, actualización: 15 de enero de 2020 <<http://wsc.nmbe.ch>>, consulta: 15 marzo de 2021.
- Halffter G. & Ezcurra E., 1992. ¿Qué es la biodiversidad?, en: Halffter G. (Comp.) La diversidad biológica de Iberoamérica I. *Acta Zoológica Mexicana*. Volumen Especial. México: 4.
- García-Barrera P., Vega F.J., Carbot-Chanona G. & Coutiño M.A., 2011. El registro fósil en Chiapas: 250 millones de años de biodiversidad, en: Álvarez Noguera F. (ed.). *Chiapas: Estudios sobre su riqueza biológica*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México: 35-53.
- García-Villafuerte M.A., 2008. Primer registro del género *Hemirrhagus* (Araneae, Theraphosidae) en ámbar del Terciario, Chiapas, México. *Revista Ibérica de Aracnología*, 16:43-47.
- García-Villafuerte M.A., 2018. Primer registro fósil de un lapsino (Araneae, Salticidae) en el ámbar de Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 70(3):689-708. DOI: <http://dx.doi.org/10.18268/bsgm2018v70n3a6>.
- García-Villafuerte M.A., 2009. La araneofauna (Araneae) reciente y fósil de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 633- 646. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.003.160>
- García-Villafuerte M.A. & Brescovit A.D., 2019. Nuevo registro de sinantropía de *Filistatoides insignis* (Araneae: Filistatidae) en México y actualización del listado de arañas actuales de Chiapas. *Acta Zoológica Mexicana*, 35: 1-8. DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3501136>.
- García-Villafuerte M.A. & Penney D., 2003. *Lyssomanes* (Araneae, Salticidae) in Oligocene-Miocene Chiapas amber. *Journal of Arachnology*, 31: 400-404. DOI: <https://doi.org/10.1636/02-31>
- Gaston K. & Spicer J., 1998. *Biodiversity. An introduction*. Blackwell Science. Malden, EEUU: 39 pp.
- Guerrero-Arenas R. & Jiménez-Hidalgo E., 2015. El registro fósil y la conservación de la biodiversidad actual. *Ciencia y Mar*, 33(55): 67-75.
- Hernández-Damián A.L., Calvillo-Canadell L. & Cevallos-Ferriz S.R.S., 2016. Flor de una nueva especie de *Lunania* Hook. (Salicaceae *sensu lato*- Samydeae) incluida en ámbar del Mioceno de Simojovel de Allende, Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68: 29-36. DOI: <https://doi.org/10.18268/BSGM2016v68n1a5>
- Inafed, 2017. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México: Simojovel, Chiapas, <[http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07\\_chiapas/municipios/07081a.html](http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07_chiapas/municipios/07081a.html)>, consulta: 26 de marzo de 2021.
- Judson M.L.I., 2016. Pseudoscorpions (Arachnida, Chelonethi) in Mexican amber, with a list of extant species associated with mangrove and Hymenoptera trees in Chiapas. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68: 57-79. DOI: <https://doi.org/10.18268/BSGM2016v68n1a8>
- Koch C.L. & Berendt G.C., 1854. Die im Bernstein befindlichen Crustaceen, Myriapoden, Arachniden und Apteren der Vorwelt, en: Berendt G.C., (ed), *Die im Bernstein befindlichen Organischen Reste der Vorwelt*, Berlin, 1:1-124.
- Langenheim J.H., 1995. Biology of amber producing trees: focus on case studies of Hymenoptera and Agathis, en: Anderson K.B. & Crelling J.C. (eds.), *Amber, resinite, and fossil resins ACS Symposium series*. American Chemical Society, Washington: 1-31.
- Leakey R. & Lewin R., 1997. *La sexta extinción*. Tusquets Editores S.A., Barcelona, España: 312 pp.
- Maddison W., 2019. A new lappine jumping spider from North America, with a review of Simon's *Lapsias* species (Araneae, Salticidae, Spartaeninae). *ZooKeys*, 891: 17-29.
- Magalhães I.L.F., Azevedo G.H.F, Michalik P. & Ramírez M.J., 2020. The fossil record of spiders revisited: implications for calibrating trees and evidence for a major faunal turnover since the Mesozoic. *Biological Reviews*, 95(1): 184-217.
- Margalef R. 1980. *La Biosfera. Entre la termodinámica y el juego*. Editorial Omega, Barcelona, España: 236 pp.
- Melendi D.L., Scafati L. & Volkheimer W., 2006. *Biodiversidad actual y fósil: Elementos para una interpretación dinámica*. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires, Argentina: 112 pp.
- Meneses-Rocha J.J., 2001. Tectonic evolution of the Ixtapagrabén, an example of a strike-slip basin in southeastern Mexico: implications for regional petroleum systems, en: Bartolini C., Buffler R.T. & Cantú-Chapa A. (eds.), *The Western Gulf of Mexico Basin: Tectonics, Sedimentary Basins, and Petroleum Systems*. American Association of Petroleum Geologists Memoir, Tulsa, Oklahoma, USA: 183-216.
- Núñez I., González-Gaudiano E. & Barahona A., 2003. La biodiversidad: historia y contexto en un concepto. *Interiencia*, 7(28):387-393.
- Petrunkévitch A.I., 1963. Chiapas amber spider. *Entomology, University of California*, 31:1-40.
- Petrunkévitch A.I., 1971., Chiapas amber spider 2. *Entomology, University of California*, 63:1-44.
- Poinar G.O. Jr. & Poinar R., 1994. *The quest for life in amber: Basic books*, Addison Wesley, Massachusetts, USA: 240 pp.
- Poinar G.O. Jr. & Brown A.E., 2002. *Hymenoptera mexicana* sp. nov. (Leguminosae: Caesalpinioideae) from Mexican amber indicates Old World connections. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 139: 125-132. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1095-8339.2002.00053.x>
- Popov Y.A., 2016. *Alumeda solorzanokraemerae* sp. nov. from Miocene Mexican amber (Hemiptera: Hereroptera, Reduviidae, Emesinae). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68: 23-27. DOI: <https://doi.org/10.18268/BSGM2016v68n1a4>
- Pressey R.L., Cabeza M., Watts M.E., Cowling R.C. & Wilson K.A., 2007. Conservation planning in a changing world. *Trends in Ecology and Evolution*, 22(11): 583-92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.10.001>
- Rivas G., Serrano-Sánchez L. & Vega F.J., 2016. First record of *Procaeculus* (Acar: Caeculidae) in Miocene amber from Chiapas, Mexico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68: 87-92. DOI: <https://doi.org/10.18268/BSGM2016v68n1a10>
- Ross A.J., Coutiño M.A. & Nel A., 2016a. The first records of coenagrionid damselflies (Odonata: Zygoptera: Coenagrionidae: *Neoerythromma* sp. and *Nehalennia* sp.) from Mexican Amber (Miocene). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68: 81-86. DOI: <https://doi.org/10.18268/BSGM2016v68n1a9>
- Ross A.J., Mellish C.J.T., Crighton B. & York P.V., 2016b. A catalogue of the collections of Mexican amber at the Natural History Museum, London and National Museums Scotland, Edinburgh, UK. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68: 45-55. DOI: <https://doi.org/10.18268/BSGM2016v68n1a7>

- Serrano-Sánchez M.L., Hegna T.A., Schaaf P., Pérez L., Centeno-García E. & Vega F.J., 2015. The aquatic and semiaquatic biota in Miocene amber from the Campo La Granja mine (Chiapas, Mexico): paleoenvironmental implications. *Journal of the South American Earth Science*, 62: 243-256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.06.007>.
- Solórzano-Kraemer M.M., 2010. Mexican amber, en: Penney D. (ed.). *Biodiversity of fossils in amber from the major world deposits*. Manchester, Siri Scientific Press: 42-56.
- Tellería J.L., 2013. Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 10: 13-25.
- Tomasini-Ortiz A.C. & Martínez-Hernandez E., 1984. Palinología del Eoceno-Oligoceno de Simojovel Chiapas. *Paleontología Mexicana*, 50: 1-61.
- van Dam J.A., 2012. Scanning the fossil record: stratophenomics and the generation of primary evolutionary-ecological data. *Evolutionary Ecology*, 26: 449-463. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10682-011-9511-9>
- Vega F.J., Nyborg T., Coutiño M.A., Solé J. & Hernandez-Monzón O., 2009. Neogene Crustacea from southeastern Mexico. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum*, 35: 51-69.
- Willis K.J. & Bhagwat S.A., 2010. Questions of importance to the conservation of biological diversity: Answers from the past. *Climate of the Past*, 6(6): 759-769. DOI: <https://doi.org/10.5194/cp-6-759-2010>
- World Spider Catalog. 2021. World Spider Catalog <<http://wsc.nmbe.ch>, version 18.5>, consulta: 03 de marzo de 2021.
- Wunderlich J., 2008. The dominance of ancient spider families of the Araneae: Haplogynae in the Cretaceous, and the late diversification of advanced ecribellate spiders of the Entelegynae after the Cretaceous–Tertiary boundary extinction events, with descriptions of new families. *Beiträge zur Araneologie*, 5: 524-675.

Recibido: 01 de abril de 2021  
Aceptado: 07 de mayo de 2021